

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

Проект команды из ОИЯИ «Создание криогенного замедлителя нейтронов для спектрометров», представленный начальником НЭОКС ИБР-2 Лаборатории нейтронной физики им. И. М. Франка С. А. Куликовым, прошел в финал конкурса русских инноваций и победил в номинации «Перспективный проект» в результате нескольких этапов конкурсного отбора и защиты проектов перед экспертным советом. Этот конкурс проводится медиахолдингом «Эксперт» ежегодно с 2001 г. и представляет собой комплекс мероприятий по отбору, экспертизе и продвижению лучших инновационных проектов с целью содействия развитию инновационной деятельности и раскрытию инновационного потенциала России.

В 2010 г. на конкурс было подано 540 проектов. Финал проходил в стенах Политехнического музея в Москве. Руководители дубненского проекта: В. Д. Анянцев, А. А. Беляков, С. А. Куликов, Е. П. Шабалин. Награду авторам вручил И. М. Бортник — председатель наблюдательного совета Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере,

который будет финансировать НИОКР проекта на следующем этапе его разработки.

Суть проекта заключается в создании нового типа криогенных замедлителей нейтронов, использующего радиационно стойкий материал (смесь ароматических углеводородов) с новой технологией его загрузки и эксплуатации. Использование такого замедлителя приведет к увеличению потока холодных нейтронов для спектрометров более чем в 10 раз, позволит проводить эксперименты по изучению конденсированных сред на спектрометрах непрерывно в течение всего реакторного цикла. Инновационной составляющей проекта является оказание услуг по расчету и оптимизации источников холодных нейтронов для исследовательских центров и университетов, разработке и созданию самих замедлителей, предоставление услуг по исследованию радиационной стойкости материалов и электронных устройств под действием потока быстрых нейтронов и гамма-квантов.

Нейтронная спектроскопия — один из самых перспективных методов неразрушающего исследования различных материалов и веществ на микро- и наноразмере. Изучая взаимодействия нейтронов с образцами вещества на специальных установках (спектрометрах), ученые получают необходимую информацию о вну-

## Frank Laboratory of Neutron Physics

The project «Development of a Cryogenic Neutron Moderator for Spectrometers» implemented by a team from JINR was presented by head of IBR-2 department of the Frank Laboratory of Neutron Physics S. Culicov, passed qualifying for the final of the Competition of Russian Innovations and won in the nomination «Perspective Project», as a result of several stages of selection and defense of projects at the expert council. This competition has been annually held by the media holding «Expert» since 2001 and is a complex of activities to select, expertize and promote best innovative projects to facilitate the development of innovation activities and fulfillment of the innovative potential of Russia.

In 2010, 540 projects were sent to the competition. The final stage of the competition was held at the Polytechnic Museum in Moscow. The leaders of the project were V. Ananiev, A. Belyakov, S. Culicov, and E. Shabalin. Chairman of the supervisory board of the foundation for promotion of the development of small forms of enterprises in the scientific and technical sphere I. Bortnik presented the authors with the Prize. The foundation for promotion of

the development of small forms of enterprises in the scientific and technical sphere will financially support R&D of the project at the next stage of the project work-out.

The subject of the project is to develop a new type of cryogenic neutron moderators that uses radiation-proof material (a mixture of aromatic hydrocarbons) and a new load and operation technique. The application of such a moderator will lead to a 10-fold increase in the cold neutrons flux for the spectrometers, allow one to conduct experiments to study condensed matter at spectrometers continuously during all the reactor cycle. The innovative component of the project is in calculation and optimization of sources of cold neutrons for research centres and universities, work-out and development of the moderators themselves, providing different services in studies of radiation resistance of materials and electronic devices under the action of fast neutrons and gamma quanta.

Neutron spectrometry is one of the most promising methods of non-destructive research of various materials and substances on the micro- and nanolevel. Studying the interactions of neutrons with substance samples at special devices (spectrometers), scientists obtain the necessary information on the internal structure, physical and chemical

тренней структуре, физических и химических свойствах исследуемых объектов. Для получения нейтронов необходимой энергии во всем мире активно разрабатываются технологии замедления «быстрых» нейтронов, рожденных в реакторах, на специальных установках — криогенных замедлителях нейтронов.

Работа по этому направлению в ЛНФ ОИЯИ велась на протяжении нескольких десятилетий, и только с середины 1990-х гг. стали появляться первые практические результаты.

Изначально в качестве основного материала для холодного замедлителя был выбран метан как наиболее эффективный замедляющий материал из-за особенностей своей химической структуры. Однако ход дальнейших исследований с использованием метановых замедлителей показал, что они обладают очень низкой радиационной стойкостью и по мере эксплуатации таких замедлителей на реакторе возрастает риск разрушения стенок рабочих камер замедлителей в результате внезапного быстрого роста температуры и повышения давления в камере.

За этим последовал длительный процесс поиска альтернативных веществ, в результате которого, после тщательных теоретических расчетов, экспериментов и проведения компьютерного моделирования, сотрудни-

ки ЛНФ выбрали подходящий перспективный материал — мезитилен, или триметилбензол (ароматический углеводород с химической формулой  $C_9H_{12}$ ). В дальнейшем было решено использовать смесь ароматических углеводородов в криогенном замедлителе в виде маленьких шариков диаметром примерно 3,7 мм (эти шарики изготавливаются при помощи специальной технологии капельного впрыскивания смеси в жидкий азот). Подача шариков в камеру замедлителей производится путем их пневмотранспортировки по криогенным трубопроводам потоком холодного гелия с температурой 30–40 К. К настоящему времени осуществлены все необходимые теоретические расчеты, собран полномасштабный стенд, получены требуемые низкие температуры, на очереди — практическая проверка новой технологии на реакторе ИБР-2М.

Успешное завершение проекта комплекса криогенных замедлителей на основе ароматических углеводородов открывает большие возможности для создания новой спектрометрической базы как для проведения фундаментальных исследований — изучения внутренней структуры уже известных и новых соединений, так и для активного использования этой технологии в различных прикладных исследованиях, проводящихся на различных источниках нейтронов по всему миру

properties of the objects under study. The technology of «fast» neutrons moderation is actively worked out all over the world to obtain neutrons with the necessary energy. It is developed at special devices — cryogenic neutron moderators.

These studies have been conducted at JINR FLNP for several decades. Only in the mid-1990s first results appeared.

At first, methane was chosen as the main material for a cold moderator, because it was the most effective moderating material due to its chemical structure. But further studies with the use of methane moderators showed that they were very poorly radiation resistant as with the application of such moderators at the reactor a risk was growing to destroy the walls of the moderators' working chambers in case of an unexpected rise of temperature and an increase of pressure in the chamber.

Then, for a long time scientists searched for alternative substances. As a result, after accurate theoretical calculations, experiments and computer simulation, FLNP staff members selected a suitable promising type of substance — mesitylene, or three-methylbenzene (an aromatic hydrocarbon with the chemical formula  $C_9H_{12}$ ). Later, it was de-

cided to use a mixture of aromatic hydrocarbons in the cryogenic moderator in the form of small balls, 3.7 mm in diameter (these balls are produced with a special technique of the mixture drop injected into liquid nitrogen). The balls are pneumo transported into the chamber through cryogenic tubes with a flux of cold helium of the temperature 30–40 K. All the necessary theoretical calculations have been done by the present time, a full-scale stand has been assembled, the necessary low temperature has been obtained. Now it is time to test in practice the new technique at the IBR-2M reactor.

The successful accomplishment of the project of the cryogenic moderators on the basis of aromatic hydrocarbons opens big opportunities to develop a new spectrometric base both for fundamental research — studies of internal structure of the already known and new compounds, and for active use of this technique in various forms of applied research conducted at different neutron sources all over the world (in material sciences, biology, medicine, geophysics, polymer chemistry, etc.).

(в области материаловедения, биологии, медицины, геофизики, полимерной химии и т. д.).

### Лаборатория информационных технологий

В эксперименте CMS, как и в других крупных экспериментах на большом адронном коллайдере (LHC), требуется с высокой скоростью обрабатывать огромный поток информации. Это накладывает жесткие условия на вычислительные комплексы, создаваемые для обработки данных. Для обработки и анализа данных, аккумулируемых в экспериментах LHC, создана разветвленная грид-инфраструктура, называемая LHC-грид (WLCG), элементами которой являются Центральный информационно-вычислительный комплекс (ЦИВК) ОИЯИ и Вычислительный комплекс (ВК) Национального научного центра «Харьковский физико-технический институт» (ННЦ ХФТИ). На их базе созданы региональные вычислительные системы, которые к моменту запуска LHC в 2009 г. успешно сертифицированы в грид-инфраструктуре CMS как центры 2-го яруса WLCG и демонстрируют высокий уровень стабильности и качества работы. Вычислительные ресурсы

этих центров используются прежде всего для анализа уже обработанных (или частично обработанных) данных CMS. Это предполагает обеспечение должной конфигурации элементов WLCG (в частности, хранилищ информации) на узлах комплексов и надежности функционирования как грид-служб, так и специализированного программного обеспечения для реконструкции и анализа событий, зарегистрированных детектором CMS. Приведены результаты готовности ЦИВК ОИЯИ и ВК ННЦ ХФТИ к запуску LHC, а также результаты крупномасштабных проверок грид-инфраструктуры эксперимента CMS.

*Бунецкий О. О. и др.* Препринт ОИЯИ P11-2010-11. Дубна, 2010.

В ЛИТ ОИЯИ совместно с НИИЯФ МГУ и ЦЕРН на протяжении нескольких лет ведутся работы по созданию специализированной базы данных (LCG MCDB) для хранения и описания смоделированных событий для экспериментов на LHC, а также по использованию этой базы для автоматизации цепочки монте-карло-моделирования в физике высоких энергий.

Основная задача проекта MCDB — предоставление различным группам физиков из экспериментов на LHC возможности доступа к тем монте-карло-событи-

### Laboratory of Information Technologies

At the running phase of the LHC experiments, strict conditions are imposed on the computing centres of data processing for the LHC experiments, including CMS because a huge amount of data should be processed at a very high speed. For these purposes, a special distributed global grid infrastructure, the so-called LHC Grid (WLCG), has been constructed. The computing centres of JINR LIT and Kharkov Institute of Physics and Technology (NSC KIPT), integrated into the WLCG infrastructure and certified at the CMS experiment as CMS Tier2 centres, demonstrate a high level of the operation reliability. The computing resources of these centres are mostly dedicated for the CMS data analysis. A proper WLCG elements configuration at the JINR LIT and NSC KIPT grid sites (especially Storage Elements) should be provided, and actual versions of CMS specialized software should be supported to provide reconstruction and analysis of data registered by the CMS detector. The results of readiness of these computing centres for the LHC start-up as well as the results of large-scale tests of their grid sites are presented.

*Bunetsky O. O. et al.* // JINR Preprint P11-2010-11. Dubna, 2010.

Within a long-term cooperation of JINR LIT, MSU SINP and CERN, work has been in progress on the creation of a special Monte Carlo Data Base (MCDB) which will allow one to store and document Monte Carlo events simulated for the experiments on the LHC, as well as to use this database in automation of the MC simulation chain in high energy physics.

The main goal of the LCG MCDB project is to make the complicated MC event samples and their structured descriptions available for various groups of physicists working within the LHC. All the MCDB data are accessible for the Grid end-users on the Website and via a specialized program interface.

A specialized programming language HepML (High Energy Markup Language) has been developed within the collaboration of LCG MCDB and CEDAR teams and several MC generator authors which is intended for unification of XML description of MC events simulated, first of all, by Matrix Element (ME) generators. Another purpose of HepML is to store the MC generation parameters for a further tuning of the MC generators. The sharing of MCDB and HepML provides a way for the automation of such a significant part of the MC simulation chain as a correct

ям, подготовка которых является технически достаточно сложной. Все данные из MCDB доступны для конечных пользователей в грид, на веб-сайте и через специальный программный интерфейс.

Для унификации описания файлов с монте-карло-событиями совместно с проектом CEDAR и несколькими авторами монте-карло-генераторов разработан специализированный язык разметки HerML, предназначенный для унификации описания файлов с монте-карло-событиями, прежде всего полученными с помощью генераторов, рассчитывающих матричные элементы. Другое назначение языка HerML — сохранение параметров моделирования для дальнейшей настройки монте-карло-генераторов. Совместное использование MCDB и HerML позволяет автоматизировать такую важную часть монте-карло-моделирования, как правильная передача физических событий от матрично-элементных генераторов к программам, моделирующим адронные ливни и их регистрацию в детекторе.

*Belov S. et al.* To be published in «Computer Physics Communications».

Изучена самосогласованная система взаимодействующих спинорного и скалярного полей в пространстве типа Бианки VI (B-VI) в присутствии космологиче-

ской постоянной. Найдены точные решения уравнений спинорного, скалярного и гравитационного полей для некоторых специальных выборов нелинейности спинорного поля. Показано, что введение положительной космологической постоянной, часто используемое для моделирования темной энергии, приводит к быстрому расширению Вселенной, тогда как отрицательная космологическая постоянная генерирует осциллирующую или неперIODическую Вселенную. Если предполагать, что метрические функции  $a$  и  $b$  обратно пропорциональны друг другу ( $ab = 1$ ), то получаем модель Вселенной, свободную от сингулярной независимости.

*Saha B.* // Gravitation and Cosmology. 2010. V. 16, No. 2. P. 160–167.

Рассматривается система взаимодействующих безмассового скалярного и электромагнитного полей с явно зависящим от электромагнитного потенциала лагранжианом, т. е. имеет место нарушение калибровочной инвариантности. Лагранжиан взаимодействия выбирается таким образом, что уравнение электромагнитного поля приобретает дополнительный множитель, который в некоторых случаях пропорционален векторному потенциалу электромагнитного поля. Это уравнение может быть интерпретировано как уравнение дви-

transfer of physical events from the ME generators to the Shower generators and their registration in the detector.

*Belov S. et al.* To be published in «Computer Physics Communications».

A self-consistent system of interacting spinor and scalar fields in Bianchi type VI (B-VI) cosmology is studied in the presence of a cosmological constant. Exact solutions to the spinor, scalar and gravitational field equations are obtained for some special choice of the spinor field nonlinearity. It is shown that introduction of a positive cosmological constant, which is often used to model dark energy, results in a rapid growth of the universe, while negative cosmological constant gives rise to an oscillatory or non-periodic mode of expansion. If the metric functions  $a$  and  $b$  are taken to be inverse to each other ( $ab = 1$ ), one gets a singularity-free universe independently of the sign of cosmological constant.

*Saha B.* // Gravitation and Cosmology. 2010. V. 16, No. 2. P. 160–167.

A system of interacting massless scalar and electromagnetic fields, with the Lagrangian explicitly depending on the electromagnetic potentials, i.e., the interaction with broken gauge invariance, is considered. The Lagrangian for the interaction is chosen in such a way that the electromagnetic field equation acquires an additional term, which in some cases is proportional to the vector potential of the electromagnetic field. This equation can be interpreted as an equation of motion of the photon with an induced nonzero rest mass. This system of interacting fields is considered within the scope of Bianchi type-I (BI) cosmological model. It is shown that as a result of interaction, the electromagnetic field vanishes as  $t$  tends to infinity and the isotropization process of the expansion takes place.

*Saha B. et al.* arXiv:1004.3654v1 [gr-qc] 21 Apr 2010.

The Bayesian approach to the automatic adaptive quadrature enhances the reliability of the local quadrature rules using a number of consistency criteria which enable the detection of spurious integrand profiles prior to the activation of the local quadrature rules. The present paper discusses a number of criteria which make heavy use of the



жения фотона с индуцированной ненулевой массой покоя. Система взаимодействующих полей рассмотрена в рамках космологической модели типа Бианки I (B-I). Показано, что в результате взаимодействия при  $t$ , стремящемся к бесконечности, электромагнитное поле исчезает и происходит изотропизация пространства-времени.

*Saha B. et al. arXiv:1004.3654v1 [gr-qc] 21 Apr 2010.*

Байесовский подход к автоматической адаптивной квадратуре увеличивает надежность локальных квадратурных правил, используя множество критериев согласия, которые позволяют обнаруживать ложные профили интегрируемой функции перед применением этих правил. В настоящей работе обсуждается несколько критериев, интенсивно использующих степень точности плавающей запятой локальной квадратурной суммы и усредненных значений, основанных на сложном правиле трапеции (верхняя граница допустимого диапазона изменения интегрируемой функции, раннее завершение в случае резкой потери значащих цифр при вычитании, автоматическое ограничение бесконечной области интегрирования).

*Адам Г., Адам С. // Румынский физический журнал. 2010. Т. 55, № 5–6. С. 1–12.*

floating point degree of precision of a local quadrature sum and of averages based on the composite trapeze sum (an upper bound to the allowable range of variation of the integrand, early termination in case of severe cancellation by subtraction, automatic cutoff of an infinite integration domain).

*Adam Gh., Adam S. // Romanian Journal of Physics. 2010. V. 55, No. 5–6. P. 1–12.*

The effective two-band two-dimensional Hubbard model of the high- $T_c$  superconductivity in cuprates, as recently modified to include appropriately the zero doping limit [*Adam Gh., Adam S. // Rom. J. Phys. 2009. V. 54, No. 9–10. P. 797–814*], is rigorously solved within the generalized mean field approximation of the equation of motion of the Green function matrix. The energy spectra, derived both for the normal state and for the superconducting state, are finite over the whole available range of doping, irrespective of the kind of doping (with holes or electrons) of the cuprate system. The hopping-induced hybridization of the normal state energy levels is found to preserve the centre of gravity of the unhybridized levels. However, the hop-

ping-induced hybridization of the superconducting state energy levels at a given momentum  $q$  inside the Brillouin zone displaces the centre of gravity of the hybridized normal levels. This is consistent with the overall displacement of the energy spectrum of the superconducting state as found from very precise optical measurements.

*Adam Gh., Adam S. // Romanian Journal of Physics. 2010. V. 55, No. 5–6. P. 13–24.*

## University Centre

**Postgraduates.** After the spring examinations 11 people (VBLHEP — 5; LIT — 2; DLNP — 2; LRB — 1; FLNR — 1) were admitted to the JINR postgraduate courses. Three persons were admitted to each of the specialties «Physics of Beams of Charged Particles and Accelerating Technique» and «Physics of Atomic Nuclei and Elementary Particles», two persons to the specialty «Mathematical Support and Software for Computers, Complexes and Computer Nets», one person to each of the specialties «Theoretical Physics», «Devices and Methods of Experimental Physics» and «Radiobiology».

Адам Г., Адам С. // Румынский физический журнал. 2010. Т. 55, № 5–6. С. 13–24.

### Учебно-научный центр

**Аспиранты.** После весенних экзаменов в аспирантуру ОИЯИ зачислено 11 человек (ЛФВЭ — 5; ЛИТ — 2; ЛЯП — 2; ЛРБ — 1; ЛЯР — 1). На специальности «Физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника» и «Физика атомного ядра и элементарных частиц» поступили по 3 человека, на специальность «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей» — 2, по одному человеку на специальности «Теоретическая физика», «Приборы и методы экспериментальной физики» и «Радиобиология».

**Студенты.** 10 июня пять студентов базовой кафедры фундаментальных и прикладных проблем физики микромира МФТИ защитили на «отлично» дипломы магистров.

Получены заявки на проведение летней производственной и преддипломной практики от государственных университетов Новгорода, Твери, Тулы, Казанско-

го технологического университета, Томского политехнического университета, Ужгородского национального университета. В ЛНФ, ЛЯП и ЛФВЭ будут проходить практику 48 студентов.

**Международные мероприятия.** Первый этап ежегодной Международной летней студенческой практики-2010 по направлениям исследований ОИЯИ начался 16 мая. 15 студентов из Египта приехали в Дубну для участия в трехнедельной практике. С учетом пожеланий коллег из Египта традиционная программа практики претерпела изменения. Для практикантов были прочитаны только ознакомительные лекции о ведущихся в лабораториях Института исследованиях, а большая часть времени была отведена для практической работы над несколькими учебно-исследовательскими проектами по трем направлениям: грид-технологии, ускорительная техника и прикладные применения, нейтронная ядерная физика и прикладные применения.

Лекции читали: А. В. Белушкин (ЛНФ), А. В. Гладышев (ЛТФ), Д. В. Каманин (дирекция), Е. А. Красавин (ЛРБ), В. А. Кузьмин (ЛТФ), С. З. Пакуляк (УНЦ), И. Г. Пироженко (ЛТФ), Е. Б. Плеханов (ЛФВЭ), А. Г. Попеко (ЛЯР), Т. А. Стриж (ЛИТ), Е. М. Сыресин (ЛЯП), С. С. Шиманский (ЛФВЭ). Руководителями на-

**Students.** On 10 June, five students of the MPTI base department «The Fundamental and Applied Problems of the Microworld Physics» defended their Master theses with excellent marks.

Applications for holding summer training and pre-graduation practice were obtained from the state universities of Novgorod, Tver and Tula, Kazan Technological University, Tomsk Polytechnic University, and Uzhgorod National University. Forty-eight students will be taking practice at FLNP, DLNP and VBLHEP.

**International Activities.** The first stage of the annual International Student Practice of 2010 in the JINR fields of research started on 16 May. Fifteen students came from Egypt for three weeks of practice. Taking into account the requests expressed by colleagues from Egypt, the traditional practice programme has been changed. Only the acquaintance lectures on the research were read to the students in the Institute Laboratories, and the main part of the training was devoted to practical work on several scientific research projects along three lines: GRID technologies, accelerating technique and its practical applications, neutron nuclear physics and its practical applications.

The lectures were given by A. V. Belushkin (FLNP), A. V. Gladyshev (BLTF), D. V. Kamanin (Directorate), E. A. Krasavin (LRB), V. A. Kuzmin (BLTP), S. Z. Pakulyak (UC), I. G. Pirozhenko (BLTP), E. B. Plekhanov (VBLHEP), A. G. Popeko (FLNR), T. A. Strizh (LIT), E. M. Syresin (DLNP), S. S. Shimanskiy (VBLHEP).

Supervision of the implementation of the scientific research projects was realized by the staff of the laboratories: LIT — S. D. Belov, A. V. Uzhinski, FLNP — I. A. Bobrikov, M. V. Bulavin, N. A. Gundorin, A. P. Kobzev, A. I. Kuklin, S. A. Culicov, V. G. Pyataev, A. P. Sirotnin, M. V. Frontasieva, Yu. N. Gaidukov, A. N. Chernikov, A. V. Churakov, DLNP — G. V. Mitsyn, FLNR — A. A. Aleksandrov, P. Yu. Apel, S. L. Bogomolov, O. V. Borisov, B. N. Gikal, M. V. Gustova, S. G. Zemlyanov, N. Kozlenko, S. A. Krupko, S. V. Pashchenko, M. N. Sazonov, S. I. Sidorchuk, N. K. Skobelev, A. V. Tikhomirov, M. V. Khabarov, S. N. Yakovenko, VBLHEP — D. V. Artemenkov, V. A. Babkin, A. M. Bazanov, V. M. Golovatiuk, E. E. Donets, A. I. Maksimchuck, A. O. Sidorin, A. V. Smirnov, S. I. Tyutyunnikov.

учно-исследовательских проектов были сотрудники лабораторий: ЛИТ — С. Д. Белов, А. В. Ужинский, ЛНФ — И. А. Бобриков, М. В. Булавин, Н. А. Гундорин, А. П. Кобзев, А. И. Куклин, С. А. Куликов, В. Г. Пятаев, А. П. Сиротин, М. В. Фронтасьева, Ю. Н. Хайдуков, А. Н. Черников, А. В. Чураков, ЛЯП — Г. В. Мицын, ЛЯР — А. А. Александров, П. Ю. Апель, С. Л. Богомолов, О. В. Борисов, Б. Н. Гикал, М. В. Густова, С. Г. Земляной, Н. Козленко, С. А. Крупко, С. В. Пашенко, М. Н. Сазонов, С. И. Сидорчук, Н. К. Скобелев, А. В. Тихомиров, М. В. Хабаров, С. Н. Яковенко, ЛФВЭ — Д. В. Артеменков,

В. А. Бабкин, А. М. Базанов, В. М. Головатюк, Е. Е. Донец, А. И. Максимчук, А. О. Сидорин, А. В. Смирнов, С. И. Тютюнников.

Для участников практики была организована встреча со студентами университета «Дубна», а также экскурсии в Москву и Тверь.

Учебно-научный центр совместно с Европейской организацией ядерных исследований (ЦЕРН) продолжает организовывать и проводить видеоконференции со школами в странах-участницах ОИЯИ. Дать школьни-

Учебно-научный центр, май–июнь. Участники практики по направлениям исследований ОИЯИ — студенты из Арабской Республики Египет и ее организаторы



University Centre, May–June. Participants of the practice course in the JINR fields of research — students from the Arab Republic of Egypt and its organizers

A meeting with the students of the University «Dubna», and also the excursions to Moscow and Tver were organized for the participants of the practice.

The JINR University Centre, jointly with the European Organization for Nuclear Research (CERN), continues to organize and hold video conferences with the schools of JINR Member States. To give to schoolchildren basic ideas on modern scientific research, specific features of modern experiments, peculiarities of the scientific work, to involve schoolchildren and teachers in fascinating and advanced scientific work — these are the goals that are pursued by the organizers of this activity. Video conferences have already

been organized between CERN and the schools of Tikhvin of the Leningrad Region, Kislovodsk, Ulyanovsk, Yekaterinburg, Dmitrov, Volgograd and Snezhinsk with the total number of participants more than 800 people.

On 13 May there took place a far-distance practice video conference «Research of Cosmic Rays of Extensive Air Showers Using the Distributed Detector RUSALKA». School and lyceum students of the cities of Dubna, Kislovodsk and Stavropol participated in the event. Any interested person could become a participant of the video conference by installing on the PC a special program which was announced by organizers in the information bulletin on the



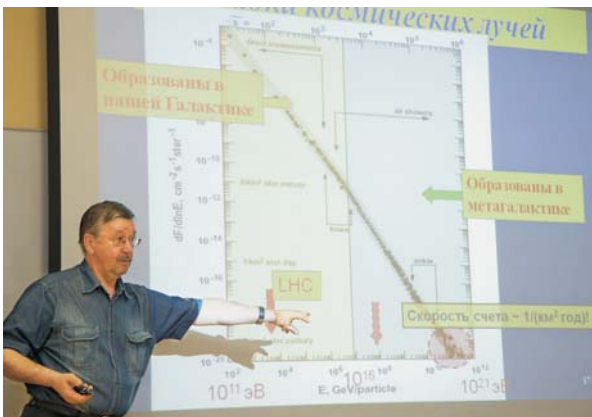
кам представление о современных научных исследованиях, о специфике современного эксперимента, об особенностях научной работы, вовлечь школьников и учителей в увлекательную и реальную научную работу — вот цели, которые преследуют организаторы этих мероприятий. Уже состоялись видеоконференции между ЦЕРН и школами российских городов Тихвин, Кисловодск, Ульяновск, Екатеринбург, Дмитров, Волгоград и Снежинск с общим количеством участников более 800 человек.

13 мая состоялась дистанционная практическая видеоконференция «Исследование космических лучей широких атмосферных ливней с использованием распределенного детектора РУСАЛКА» для учащихся школ и лицеев Дубны, Кисловодска и Ставрополя. Стать зрителем видеоконференции мог любой установивший на домашнем компьютере специальную программу, о чем было объявлено на сайте УНЦ в разделе «Школьники». Видеоконференция содержала презентацию образовательной программы ОИЯИ и университета «Дубна», лекцию Г. А. Шелкова «Космические лучи — открытие, характеристики, открытые вопросы, связь с астрономией и астрофизикой», а также практическую часть — знакомство с работой научно-образовательного сайта «Ливни знаний».

Визиты. 23 марта для школьников Внукской школы Дмитрова была организована встреча с молодыми сотрудниками ЛТФ А. Бедняковым, А. Исаевым, М. Пацук, а также проведены лабораторные демонстрации в физическом практикуме УНЦ под руководством И. А. Ломаченкова.

3 июня 15 польских школьников и их преподаватели из города Бытом были гостями УНЦ. В программе — экскурсии в ЛФВЭ, ЛЯР, а также встреча с сотрудниками Дмитровского профессионального колледжа, участвующего в плане развития сотрудничества между го-

Учебно-научный центр, 13 мая. Видеоконференция для школьников «Исследование космических лучей широких атмосферных ливней с использованием распределенного детектора РУСАЛКА»



University Centre, 13 May. Video conference for school students «Research of Cosmic Rays of Extensive Air Showers Using the Distributed Detector RUSALKA»

conference on the UC website in the section «Schoolchildren». The conference agenda included a presentation of the educational programs of JINR and Dubna University and the lecture by G. A. Shelkov «Cosmic Rays — Their Discovery, Characteristics, Open Questions, Connection with Astronomy and Astrophysics», as well as the practical part — an acquaintance with the work of the scientific educational website «Showers of Knowledge».

**Visits.** On 23 March, a meeting with the staff members of BLTP A. V. Bednyakov, A. Isaev, M. Patsuk was organized for schoolchildren from the Vnukovo school in

Dmitrov. Under the direction of I. A. Lomachenkov, laboratory demonstrations were held in the UC physics practicum.

Fifteen Polish schoolchildren and their teachers from the city of Bytom were the guests of the UC on 3 June. There were excursions to VBLHEP, FLNR, and a meeting with the staff members of the Dmitrov Professional College that participates in the development of collaboration between the cities of Bytom and Dmitrov. The excursions were conducted by H. Malinowski (VBLHEP), R. Volski and G. Kaminski (FLNR).



родами Бытом и Дмитров. Экскурсии проводили Х. Малиновски (ЛФВЭ), Р. Вольски и Г. Каминьски (ЛЯР).

14–16 июня для 15 немецких школьников из Берлина были организованы экскурсии в лаборатории Института, которые проводили сотрудники Г. В. Мицын (ЛЯП), А. Г. Попеко (ЛЯР), С. С. Шиманский (ЛФВЭ), а также выполнение лабораторных работ в физическом школьном практикуме УНЦ (И. А. Ломаченков). Визит организован по инициативе В. Кляйнига (ЛТФ).

18 июня для 40 студентов Московского педагогического института организована экскурсия в ЛФВЭ (С. С. Шиманский) и музей ОИЯИ.

22 июня 40 школьных учителей из разных российских городов побывали в ОИЯИ, где познакомились с образовательной деятельностью Института (С. З. Пакуляк), совершили экскурсии в ЛФВЭ (С. С. Шиманский, Е. Б. Плеханов) и ЛЯР (А. Г. Артюх).

Дубна, 22 июня. Учителя российских школ на экскурсии в Лаборатории ядерных реакций им. Г. Н. Флерова



Dubna, 22 June. Teachers from Russian schools on the excursion to the Flerov Laboratory of Nuclear Reactions

On 14–16 June, 15 German schoolchildren from Berlin visited JINR. For them excursions were organized to the Institute laboratories. They were conducted by the laboratories staff members G. V. Mitsyn (DLNP), A. G. Popeko (FLNR), and S. S. Shimanskiy (VBLHEP). The schoolchildren took part in the laboratory physics practicum of the UC (I. A. Lomachenkov). The visit was organized on the initiative of W. Kleinig (BLTP).

On 18 June, excursions to VBLHEP (S. S. Shimanskiy) and the JINR museum were organized for 40 students of the Moscow Pedagogical Institute.

On 22 June, 40 teachers of the RF schools were acquainted with the educational activities of JINR (S. Z. Pakulyak) and had excursions to VBLHEP (S. S. Shimanskiy, E. B. Plekhanov) and FLNR (A. G. Artyukh).

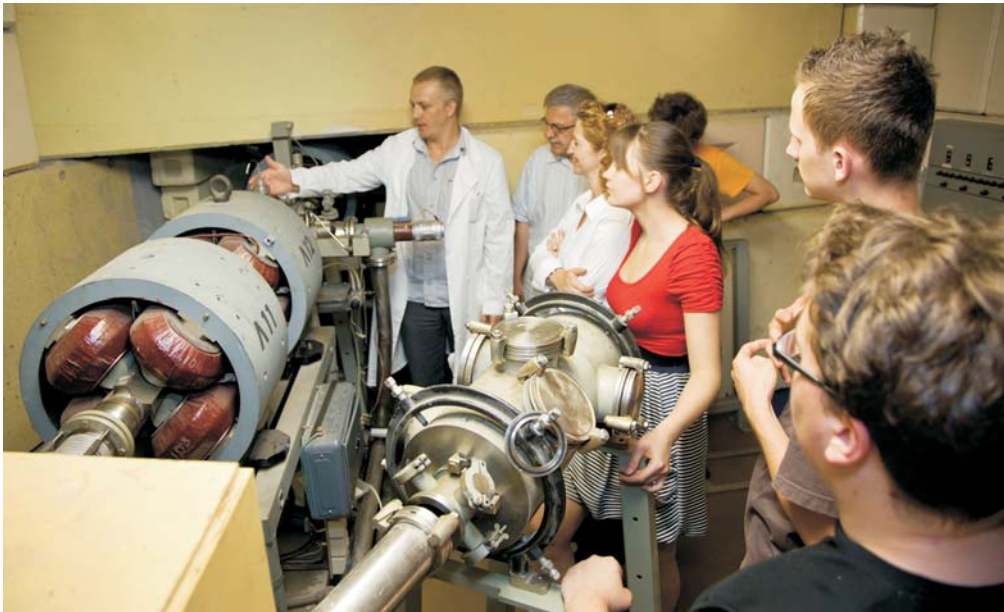
**Collaboration with Polish Universities.** It has become a good tradition to have practice on the theme «Radiation Security and Nuclear Safety» for the students of the Marie Curie-Sklodowska University (Lublin). From 11 to 18 April training courses were organized for 19 students who had chosen the specialty connected with the nuclear safety implementation. JINR staff members S. I. Alenitskaya, A. N. Kargin, Yu. V. Mokrov, V. Yu. Shchegolev,

**Сотрудничество с университетами Польши.** Традиционными стали практики по теме «Радиационная охрана и ядерная безопасность» для студентов Университета им. М. Складовской-Кюри (Люблин). С 11 по 18 апреля занятия были организованы для 19 студентов, выбравших специальность, связанную с обеспечением ядерной безопасности. Сотрудники С. И. Аленицкая, А. Н. Каргин, Ю. В. Мокров, В. Ю. Щеголев, С. В. Куликов (ОРБ), А. П. Кобзев, В. Н. Швецов (ЛНФ), Г. Н. Тимошенко (ЛРБ) проводили лекции, практические занятия и экскурсии. С деятельностью УНЦ гостей познакомил С. З. Пакуляк.

В программу были включены экскурсии по Москве, поездка в Сергиев Посад. Представители польского землячества организовали для гостей «вечер русской кухни».

С 17 по 25 мая гостями УНЦ были 9 студентов Горно-металлургической академии (Краков). Они приняли участие в ознакомительных курсах по направлениям исследований ОИЯИ, включавших лекции и экскурсии в лаборатории Института, которые провели М. Деперас-Каминьска, И. Деперас-Стандило, К. Кампински, Г. Малиновски, А. Полянски, Л. Стандило, Г. Н. Тимошенко, В. Хмельовски. Об образовательной программе Института гостям рассказал С. З. Пакуляк. До экскурсий в Москву, Медное и Сергиев Посад студенты познакомились с историей и культурой России благодаря лекции Э. Хмельовски. Визиты организованы в рамках программы «Боголюбов–Инфельд».

Дубна, 19–29 июня. Школьники и учителя из Польши на практике в ОИЯИ



Dubna, 19–29 June. School students and teachers from Poland on their practice course at JINR

S. V. Kulikov (DRS), A. P. Kobzev, V. N. Shvetsov (FLNP), G. N. Timoshenko (LRB) gave lectures, practical lessons and guided excursions. S. Z. Pakulyak acquainted the guests with the activities of the JINR UC.

The programme also provided excursions to Moscow, and a trip to Sergiev Posad. Representatives of the Polish association organized «an evening of the Russian cuisine» for the guests.

From 17 to 25 May, nine students of the Mining and Smelting Academy (Krakow) were the UC guests. For them there were organized introductory courses on the JINR

fields of research, including lectures and excursions to the Institute laboratories. They were conducted by the Institute staff members: M. Deperas-Kaminska, I. Deperas-Standilo, K. Kampinski, G. Malinovsky, A. Polyanski, L. Standilo, G. N. Timoshenko, and W. Chmielowski. S. Z. Pakulyak acquainted the guests with the institute educational programme. Before the excursions to Moscow, Mednoe and Sergiev Posad, the students were acquainted with the Russian history and culture in a lecture by E. Chmielowski. The visits were organized in the framework of the Bogoliubov–Infeld programme.

*V. S. Melezjik*

## Индукцированные конфайнментом резонансы в низкоразмерных квантовых системах

В экспериментах с ультрахолодными газами возможно уменьшение размерности системы с помощью крутых оптических потенциалов, что приводит к «замораживанию» движения частиц вдоль одного или двух направлений. При этом в таких низкоразмерных системах существенно меняется большинство многочастичных эффектов.

Для изучения многочастичных эффектов важна возможность настройки взаимодействия между частицами. В отличие от обычной 3D-геометрии, где настройка межчастичного взаимодействия обычно осуществляется с помощью магнитного резонанса Фешбаха, в низкоразмерных системах взаимодействием частиц можно управлять с помощью удерживающего потенциала. Конфайнмент убирает поступательные степени свободы и в то же время формирует в этих направлениях дополнительную структуру дискретных

уровней энергии, которая может быть использована для изменения рассеяния вдоль направления, в котором движение остается неограниченным, и тем самым позволяет эффективно управлять межчастичными взаимодействиями в низкоразмерных системах. Эти так называемые индуцированные конфайнментом резонансы (ИКР) были впервые предсказаны М. Ольшанием в 1998 г. [1]. Они обусловлены связью входного канала двух сталкивающихся частиц и возбужденного молекулярного состояния в поперечном направлении.

В недавнем эксперименте, выполненном в Инсбрукском университете (H.-C. Nagerl и др.) в сотрудничестве с теоретиками из ОИЯИ (В. Мележик) и Гамбургского университета (P. Schmelcher), конденсат Бозе–Эйнштейна атомов цезия загружался в двумерную решетку, формируемую двумя лазерными пучками стоячих волн (рис. 1), а свойства ИКР изучались посред-

*V. S. Melezjik*

## Confinement-Induced Resonances in Low-Dimensional Quantum Systems

In experiments with ultracold gases it is possible to reduce the dimensionality of a system by means of steep optical potentials and to freeze out the particle motion along one or two directions. In this case, most many-body effects change drastically in such low-dimensional systems.

An important requirement to study effects of many-body physics is the ability to tune interparticle interactions. In low-dimensional systems scattering properties are strongly effected by the confining potential, unlike in 3D geometry, where the tuning of interaction is commonly achieved by means of magnetic Feshbach resonances. Whereas the confinement removes motional degrees of freedom, it also provides an additional structure of discrete energy levels that can be used to modify scattering along the unconfined direction and by this to effectively control the interaction properties of the low-dimensional system.

Those so-called «confinement-induced resonances» (CIRs) were first predicted by M. Olshanii in 1998 [1]. They are caused by a coupling between the incident channel of two incoming particles and a transversally excited molecular state.

In the recent experiment performed in Innsbruck University (H.-C. Nagerl et al.) in collaboration with theoreticians from JINR (V. Melezjik) and Hamburg University (P. Schmelcher), Bose–Einstein condensate of cesium atoms was loaded into a 2D lattice formed by two retro-reflected lattice beams (Fig. 1) and the properties of CIRs were studied by measuring the particle loss [2]. A typical loss signature is shown in Fig. 2 (data points). Close to the position of the confinement-induced resonance an abrupt enhancement of atomic loss was observed, followed by a gradual recovery. As the relative power in the two lattice



Рис. 1. Массив 1D-ловушек формируется путем интерференции двух лазерных пучков стоячих волн. Атомы удерживаются в массиве из ~ 3000 независимых, горизонтально ориентированных удлинённых 1D-трубок

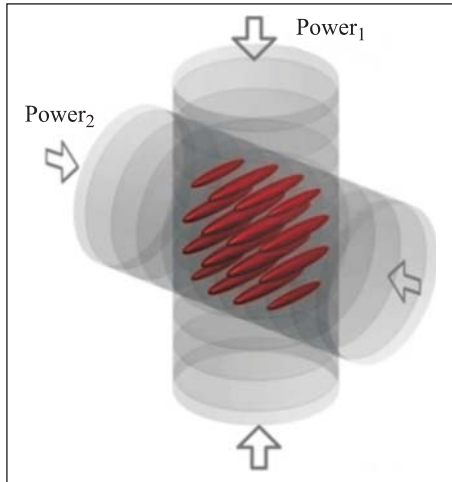


Fig. 1. An array of 1D systems is formed by interfering two retro-reflected laser beams. The atoms are confined to an array of approximately 3000 independent, horizontally oriented elongated 1D tubes

ством измерения потерь частиц [2]. Типичные потери представлены на рис. 2 (кружки). Вблизи индуцированного конфайнментом резонанса наблюдалось резкое увеличение атомных потерь, а затем их постепенное восстановление. При изменении отношения мощностей в лазерных пучках, создающих решетку, наблюдалось появление второго минимума, что связано с появлением второго индуцированного конфайнментом резонанса. Образование такого двойного резонанса можно объяснить снятием вырождения уровней гармонического осциллятора в поперечном удерживающем потенциале [2]. Удивительно, что при увеличении анизотропии удерживающего потенциала наблюдалось увеличение числа индуцированных конфайнментом резонансов, один из которых сохранялся в пределе двумерной ловушки [2].

### Список литературы

1. *Olshanii M.* // Phys. Rev. Lett. 1998. V. 81. P. 938.
2. *Haller E., Mark M. J., Hart R., Danzl J., Reichsollner L., Melezhik V., Schmelcher P., and Nagerl H.-C.* // Phys. Rev. Lett. 2010. V. 104. P. 153203.

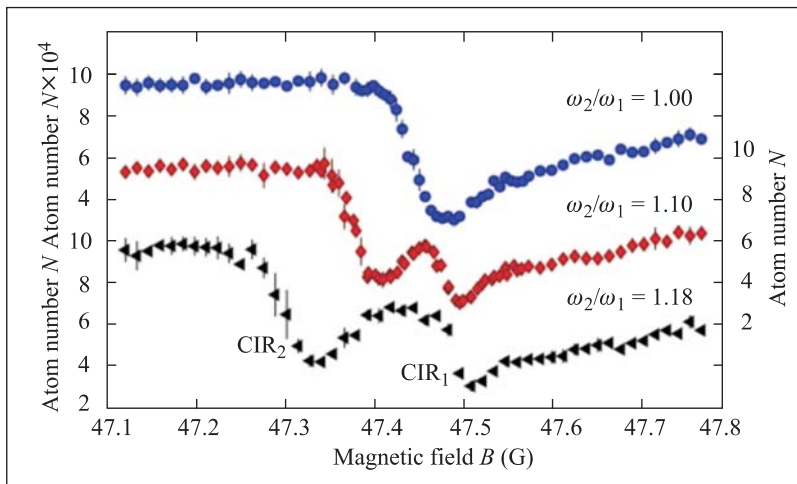


Рис. 2. Атомные потери вблизи индуцированного конфайнментом резонанса. Полное число атомов дано после задержки в 200 мс для изотропного и анизотропного удерживающих потенциалов

Fig. 2. Loss signature close to a confinement-induced resonance. The total atoms number is given after a hold time of 200 ms for isotropic and anisotropic transversal confinement

beams was changed, a second loss minimum was observed, which was attributed to creation of second confinement-induced resonance. The formation of such a double resonance can be explained by the loss of degeneracy of the transversal harmonic oscillator levels of the confining potential [2]. Surprisingly, for strongly anisotropic confinement a broad spectrum of confinement-induced resonances, one of which even persists in the limit of a two-dimensional system, was observed [2].

### References

1. *Olshanii M.* // Phys. Rev. Lett. 1998. V. 81. P. 938.
2. *Haller E., Mark M. J., Hart R., Danzl J., Reichsollner L., Melezhik V., Schmelcher P., and Nagerl H.-C.* // Phys. Rev. Lett. 2010. V. 104. P. 153203.



*А. Л. Куземский*

## Предвидение Боголюбова и современная теоретическая физика

Работы Н. Н. Боголюбова и его школы продолжают оказывать большое влияние на развитие современной физики [1, 2]. В недавно опубликованной обзорной статье [3] дан подробный анализ нескольких направлений работы Н. Н. Боголюбова, а именно концепций нарушенной симметрии и квазисредних, оказавших поистине огромное влияние на все дальнейшее развитие теоретической физики. Роль симметрии в физике общеизвестна, однако именно в последние десятилетия стало очевидно ее значение для фундаментальной физики, что выразилось в присуждении Нобелевской премии 2008 г.

Центральной темой обзора [3] является идея симметрии и ее разнообразные применения в различных областях физики: статистической физике, квантовой теории поля, физике элементарных частиц, квантовой хромодинамике, физике конденсированных сред и молекулярной физике (хиральность молекул) и т. д. Руко-

водящей идеей, положенной в основу обзора, стало высказывание Ф. Вильчека: «Главной целью фундаментальной физики является обнаружение глубоких концепций, которые озаряют наше понимание природы». Идеи Н. Н. Боголюбова в области микроскопической теории сверхпроводимости и сверхтекучести, нарушенной симметрии и квазисредних относятся именно к таким фундаментальным и основополагающим концепциям современной физики.

Идея квазисредних дает *макрообъективацию* понятия вырождения в квантовой физике, дополняет и проясняет идеи нарушенной симметрии, квантового протектората, а также глубокого и нетривиального понятия возникающих явлений [3, 4]. Концепция спонтанно нарушенной симметрии, возникнув в квантовой теории магнетизма, нашла широкое применение в самых разных областях физики, прежде всего в калибровочных теориях элементарных частиц. Согласно этой

*A. L. Kuzemsky*

## Bogoliubov's Foresight and Modern Theoretical Physics

Ideas of N. N. Bogoliubov and his school continue to influence and vitalize the development of modern physics [1, 2]. In the recently published review article [3] a detailed analysis of several selected avenues of research by N. N. Bogoliubov was carried out. This interdisciplinary review is focused on the applications of symmetry principles to quantum and statistical physics in connection with other branches of science. The role of symmetry in physics has always been well known, but last decades showed clearly its role and significance for fundamental physics which was confirmed by the Nobel Prize'2008 in physics.

Review [3] focuses on the idea of symmetry and its various applications in different fields of physics: statistical physics, quantum field theory, elementary particle physics, quantum chromodynamics, condensed matter physics and molecular physics (chirality of molecules), etc. The leading theme of the review was the statement of F. Wilczek: «The primary goal of fundamental physics is to discover profound concepts that illuminate our understanding of na-

ture». The works of N. N. Bogoliubov on microscopic theory of superfluidity and superconductivity, as well as on quasi-averages and broken symmetry belong to this class of fundamental and basic concepts of modern physics.

The idea of quasi-averages gives the so-called macro-objectivation of the degeneracy in the domain of quantum physics, supplements and clarifies ideas of broken symmetry, quantum protectorate and emergence [3, 4]. The concept of spontaneous symmetry breaking established in the quantum theory of magnetism is applied widely in various fields of physics, primarily in gauge theories of elementary particles. Bogoliubov's method of quasi-averages gives the deep foundation and clarification of the concept of broken symmetry [1]. It makes the emphasis on the notion of degeneracy and plays important role in equilibrium statistical mechanics of many-particle systems. According to this concept, infinitely small perturbations can trigger macroscopic responses in the system if they break some symmetry and remove the related degeneracy of the equilibrium

концепции квазисредних, бесконечно малые возмущения могут вызывать макроскопические отклики в рассматриваемой многочастичной системе, если они нарушают некоторую симметрию и снимают вырождение, связанное с данной симметрией [1]. В результате они могут приводить к наблюдаемым макроскопическим эффектам даже в том случае, когда величина возмущения стремится к нулю после термодинамического предельного перехода.

Подход к исследованию многочастичных систем, основанный на методе квазисредних, включает в себя также теорему Боголюбова об особенностях  $1/q^2$ , неравенство Боголюбова и их разнообразные приложения в физике конденсированных сред. С точки зрения статистической физики необходимо описать, каким образом порядок фазового перехода в системе, состоящей из многих взаимодействующих подсистем, зависит от вырождения состояний каждой подсистемы и от взаимодействий между подсистемами. Такие фазовые переходы в своем большинстве обусловлены спонтанным нарушением глобальной симметрии. При этом нужно иметь в виду, что объединение многих взаимодействующих частиц (подсистем) в единую систему может приводить к коллективному поведению, которое будет радикально отличаться от свойств составляющих эту

систему индивидуальных систем. В этом состоит существование так называемых возникающих явлений. Однако теория спонтанно нарушенной симметрии является существенно равновесной теорией и не рассматривает динамику квантовых систем в термодинамическом пределе. Конденсированные среды характеризуются не только типом возможного упорядоченного состояния, но и размерностью. В двухмерных системах с непрерывной симметрией истинный дальний порядок невозможен; он разрушается вследствие тепловых флуктуаций при конечных температурах. В работе [5] также показано, что при исследовании многочастичных систем важнейшую роль для микроскопического описания играет динамика частиц и квазичастичная динамика.

Н. Н. Боголюбов в работах по динамической теории в статистической механике впервые подчеркнул значение иерархии времен релаксации и обосновал возникновение необратимого поведения в статистических системах, исходя из обратимых динамических уравнений. Можно сказать, что здесь был рассмотрен один из первых примеров возникающих физических явлений. В последние годы в этом направлении были проделаны исследования, позволяющие взглянуть с более общих позиций на проблему взаимосвязи микроскопической динамики и макроскопического поведения многоча-

state. As a result, they can produce macroscopic effects even when the perturbation magnitude tends to zero, provided that happens after passing to the thermodynamic limit.

Study of statistical systems based on the method of quasi-averages includes also Bogoliubov theorem on the singularity of  $1/q^2$ , Bogoliubov's inequality, and their various applications to condensed matter physics. In statistical physics the question of interest is to understand how the order of phase transition in a system of many identical interacting subsystems depends on the degeneracies of the states of each subsystem and on the interaction between subsystems. In particular, it is important to investigate the role of symmetry and uniformity of the degeneracy and the symmetry of the interaction. Combining many elementary particles into a single interacting system may result in collective behavior that qualitatively differs from the properties allowed by the physical theory governing the individual building blocks. It is known that the description of spontaneous symmetry breaking that underlies the connection between classically ordered objects in the thermodynamic limit and their individual quantum-mechanical building blocks is one of the cornerstones of modern condensed-

matter theory and has found applications in many different areas of physics. The theory of spontaneous symmetry breaking, however, is inherently an equilibrium theory, which does not address the dynamics of quantum systems in the thermodynamic limit. Any state of matter is classified according to its order, and the type of order that a physical system can possess is profoundly affected by its dimensionality. However, in two-dimensional systems with a continuous symmetry, true long-range order is destroyed by thermal fluctuations at any finite temperature. On the other hand, it is clear that only a thorough experimental and theoretical investigation of quasi-particle many-body dynamics of the many-particle systems can provide the answer on the relevant microscopic picture [5].

As is well known, Bogoliubov was first to emphasize the importance of the time scales in the many-particle systems, thus anticipating the concept of emergence of macroscopic irreversible behavior starting from the reversible dynamic equations. More recently it has been possible to move one step further. This step leads to a deeper understanding of the relations between microscopic dynamics and macroscopic behavior on the basis of emergence concept [4]. Emergence — a macrolevel effect from microlevel

стичных систем в рамках концепции *возникающих явлений* [4]. Эта концепция описывает макроскопические эффекты как следствие специфического поведения на микроскопическом уровне; она является важным междисциплинарным понятием и привлекает к себе повышенное внимание специалистов по теории сложных систем. Не менее интересной является также идея квантового протектората, которая фокусирует внимание на различии в поведении сложных многочастичных систем при низких и высоких энергиях.

Все упомянутые фундаментальные концепции в определенном смысле дополняют друг друга. Д. Н. Зубаревым было показано, что нарушающие симметрию возмущения и концепция квазисредних также имеют существенное значение и для теории необратимых процессов [6]. Детальное обсуждение фундаментальных работ Н. Н. Боголюбова в области нелинейных колебаний и неравновесной статистической механики дано в [1, 6–8].

Методы квантовой статистической механики, развитые в работах Н. Н. Боголюбова, позволяют во многих случаях разработать эффективные подходы к решению сложных проблем теории систем многих частиц. Метод квазисредних позволяет более глубоко взглянуть на проблемы спонтанного нарушения симметрии в фи-

зике конденсированных сред и квантовой теории поля. Методы, предложенные Н. Н. Боголюбовым, несомненно, будут составлять важнейший инструментальный и идейную основу развития целого ряда областей современной теоретической физики.

### Список литературы / References

1. *Боголюбов Н. Н.* Собрание научных трудов: в 12 т. / Отв. ред.: А. Д. Суханов. М.: Наука, 2005–2009 / *Bogoliubov N. N.* Collection of Scientific Works: in 12 v. / Editor-in-chief: A. D. Sukhanov. M.: Nauka, 2005–2009.
2. The International Bogoliubov Conference: Problems of Theoretical and Mathematical Physics, Dubna, August 2009: Book of Abstracts. Dubna, 2009.
3. *Kuzemsky A. L.* Bogoliubov's Vision: Quasiaverages and Broken Symmetry to Quantum Protectorate and Emergence // *Int. J. Mod. Phys. B.* 2010. V. 24. P. 835–935.
4. *Laughlin R. B.* A Different Universe. N. Y.: Basic Books, 2005.
5. *Kuzemsky A. L.* Statistical Mechanics and the Physics of Many-Particle Model Systems // *Particles and Nuclei.* 2009. V. 40. P. 949–997.
6. *Zubarev D. N.* Nonequilibrium Statistical Thermodynamics. N. Y.: Consultant Bureau, 1974.
7. *Kuzemsky A. L.* Theory of Transport Processes and the Method of Nonequilibrium Statistical Operator // *Int. J. Mod. Phys. B.* 2007. V. 21. P. 2821–2949.
8. *Боголюбов Н. Н. (мл.), Санкович Д. П.* Н. Н. Боголюбов и статистическая механика // УМН. 1994. Т. 49. С. 21 / *Bogoliubov N. N. (Jr.), Sankovich D. P.* N. N. Bogoliubov and Statistical Mechanics // *Usp. Mat. Nauk.* 1994. V. 49. P. 21.

causes — is an important and profound interdisciplinary notion of modern science. There has been renewed interest in emergence within discussions of the behavior of complex systems. It is worth also noticing that the notion of quantum protectorate complements the concepts of broken symmetry and quasi-averages by making emphasis on the hierarchy of the energy scales of many-particle systems.

In an indirect way these aspects arose already when considering the scale invariance and spontaneous symmetry breaking. D. N. Zubarev showed [6] that the concepts of symmetry-breaking perturbations and quasi-averages have played an important role in the theory of irreversible processes as well. For detailed discussion of Bogoliubov's ideas and methods in the fields of nonlinear oscillations and nonequilibrium statistical mechanics, see [1, 6–8].

The Bogoliubov methods of quantum statistical mechanics allow in many cases the elaboration of efficient approaches to the solution of complex problems in the many-body systems. The quasi-average method plays a fundamental role in spontaneous symmetry breaking in condensed matter physics and quantum field theory. They will serve as an invaluable tool and methodological basis for the future development of many fields of modern theoretical physics.

*Б. М. Сабиров*

## Сварка взрывом: новое в конструкции криомодуля ILC

*Созданные благодаря применению уникальной методики сварки взрывом новые биметаллические композиции (титан (Ti) + нержавеющая сталь (SS); ниобий (Nb) + нержавеющая сталь) открывают возможности разработки ускорительных криомодулей нового поколения: ниобиевые резонаторы размещаются в криостате из нержавеющей стали с жидким гелием (1,8 К). НИОКР в этом направлении инициированы Ю. А. Будаговым. В данной статье автор суммирует результаты, достигнутые в 2006–2010 гг. международной коллаборацией: Ю. Будагов, Б. Сабиров, А. Сисакян, Г. Трубников, Г. Ширков (ОИЯИ, Дубна), В. Жигалов, И. Малков, В. Перевозчиков, В. Рыбаков (РФЯЦ ВНИИЭФ, Саров), Р. Кепхарт, А. Клебанер, Д. Митчелл, С. Нагайцев, В. Соьерс (FNAL, Батавия), А. Басти, Ф. Бедески, Ф. Фраскони (INFN, Пиза).*

*Изложенные в работе исследования опирались на неизменно сильную поддержку академика А. Н. Сисакяна, безвременно ушедшего из жизни, и достигнутыми успехами коллектив обязан этой поддержке.*

**Хроника событий.** В 2005 г. Международный комитет по будущим ускорителям (ICFA) принял решение о создании электрон-позитронного линейного коллайдера (ILC). В 2006 г. созданная по инициативе

ОИЯИ коллаборация ОИЯИ (Дубна) – ВНИИЭФ (Саров) – INFN (Пиза, Италия) – FNAL (Батавия, США) развернула исследовательские работы по ILC. В 2007 г. ОИЯИ официально присоединился к этому проекту и

*B. M. Sabirov*

## Explosion Welding: New Design of the ILC Cryomodule

*New bimetallic compositions (Ti + stainless steel (SS); Nb + stainless steel) produced by the unique explosion welding method open up possibilities of developing new-generation accelerator cryomodules: niobium cavities are placed in the stainless steel cryostat with liquid helium (1.8 K). The research and development in this field were initiated by Yu. A. Budagov. In this paper the author sums up the results obtained over the period 2006–2010 by the international collaboration of Yu. Budagov, B. Sabirov, A. Sissakian, G. Trubnikov, G. Shirkov (JINR, Dubna), V. Zhigalov, I. Malkov, V. Perevozchikov, V. Rybakov (VNIIEF, Sarov), B. Kephart, A. Klebaner, D. Mitchell, S. Nagaitsev, B. Soyars, (FNAL, Batavia), A. Basti, F. Bedeschi, F. Frascioni (INFN, Pisa).*

*The investigations reported in the paper were continuously and actively supported by A. N. Sissakian, who so prematurely passed away, and the achieved success is largely due to his support.*

**History.** In 2005 the International Committee for Future Accelerators (ICFA) took a decision to develop an electron-positron linear collider (ILC). In 2006 the JINR (Dubna)–VNIIEF (Sarov)–INFN (Pisa, Italy)–FNAL (Batavia, United States) collaboration, established on the initiative of JINR, launched their research on the ILC. In 2007 JINR officially joined the ILC Project and proposed the neighbor-

hood of Dubna for the ILC location. In 2009 the collaboration made a bimetallic Ti + SS transition element for the ILC cryomodule by the explosion welding method, and in 2010 the first four prototype Nb + SS transition elements were made for replacing titanium with stainless steel as a material for the shell of the helium Dewar used in the ILC cryomodule.



предложил разместить ILC вблизи Дубны. В 2009 г. коллаборация создала биметаллический Ti + SS-переходник для криомодуля ILC методом взрыва, а в 2010 г. изготовила первые 4 прототипа переходника Nb + SS для замены титановой оболочки гелиевого дьюара криомодуля ILC на оболочку из нержавеющей стали.

ILC предназначен для ускорения электрон-позитронных пучков до энергии 0,5 ТэВ на первой стадии и до 1 ТэВ — на второй. Длина ускорителя на первой стадии — 35 км, на второй ~ 50 км. Ускорение частиц происходит в сверхпроводящих ниобиевых резонаторах при 1,8 К и напряженности ускоряющего поля до 35 МВ/м при частоте 1,3 ГГц. Всего понадобится около 20000 таких резонаторов.

**Создание Ti + SS цилиндрических переходников.** Резонаторы помещают в титановые (Ti) сосуды, наполненные жидким гелием (1,8 К), для чего по всей длине ускорителя протянута гелиопитающая труба из нержавеющей стали (SS). Ключевая проблема такой конструкции — обеспечение перехода от нержавеющей трубы к титановому сосуду, так как Ti и SS общепринятыми методами сварки не варятся.

Проблема была решена во ВНИИЭФ (Саров, Россия), имеющем опыт сварки взрывом разнородных ма-

териалов. В мировой практике методика сварки взрывом применялась для плоских деталей. В Сарове решили проблему соединения цилиндрических деталей: из материалов, предусмотренных спецификацией криомодуля (нержавеющая сталь 316L и титан марки G2), методом взрыва изготовлено 24 образца Ti + SS-переходников, которые прошли полномасштабное тестирование в экстремальных условиях: термоциклирование при температуре жидкого азота (77 К), испытания в вакууме и при давлении 6 атм, облучение ультразвуком при различных температурах и с различной экспозицией. Проведены также макро- и микроанализ, механическое испытание на сдвиг. Измерение прочности соединения на срез показало результат ~ 250 МПа.

Результаты тестов следующие:

- а) при температуре 300 К —  $7,5 \cdot 10^{-10}$  ( $\pm 10\%$ ) Торр·л·с<sup>-1</sup>;
- б) при температуре 77 К —  $7,5 \cdot 10^{-9}$  ( $\pm 10\%$ ) Торр·л·с<sup>-1</sup>;
- в) при давлении 6,5 атм —  $< 5 \cdot 10^{-10}$  ( $\pm 10\%$ ) Торр·л·с<sup>-1</sup>.

Криогенные тесты проводились во FNAL (Баффало, США) на двух стендах: вертикальном тестовом дьюаре (VTD) и горизонтальной тестовой системе (HTS) (рис. 1).

Результаты тестов приведены в таблице.

Рис. 1. Показания приборов в процессе измерения герметичности одной из трубок в течение 16 часов. Точками изображены показания детектора течи

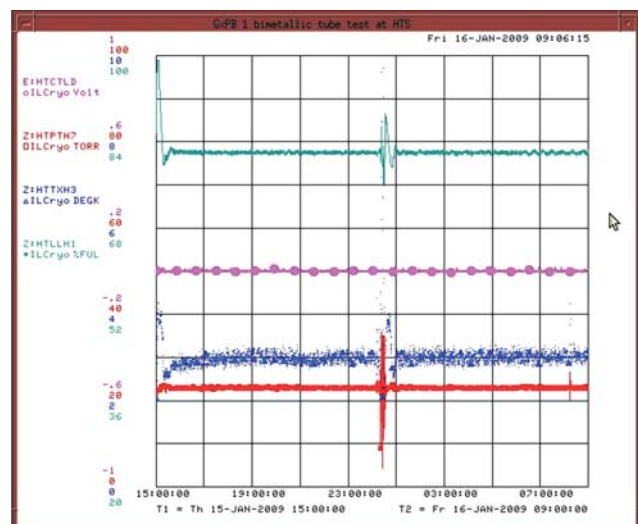


Fig. 1. Instrumental readings in 16-hour-long leak measurements of one of the tube joints. Points are the readings of the leak detector

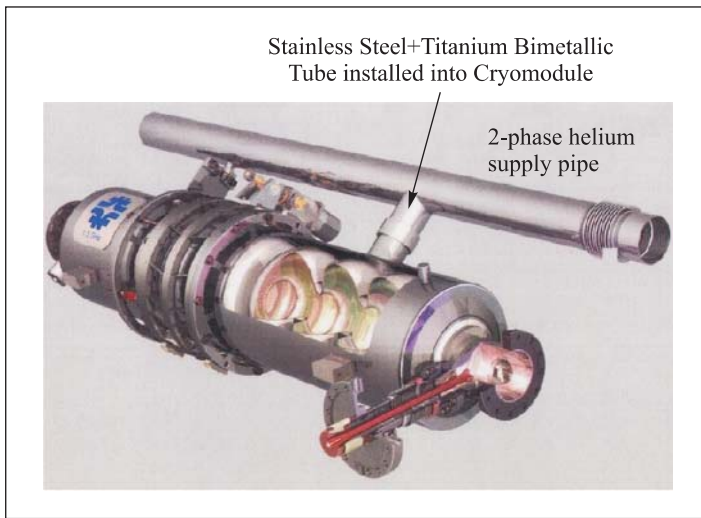
The ILC is intended for acceleration of electron-positron beams to an energy of 0.5 TeV at the first stage and to 1 TeV at the second stage. The first phase of the accelerator will be 35 km long and the second phase will be ~ 50 km long. Particles are accelerated in superconducting niobium cavities at the temperature 1.8 K with the accelerating field strength up to 35 MV/m at a frequency of 1.3 GHz. A total of 20 000 of such cavities are needed.

**Development of Cylinder-Shaped Ti + SS Transition Elements.** Cavities are placed in titanium (Ti) vessels filled with liquid helium (1.8 K) which is supplied through a stainless steel (SS) pipe laid along the entire length of the accelerator. The key problem is to join the stainless steel pipe and the titanium vessel because Ti and SS cannot be welded together by conventional welding methods.

The problem was solved at VNIIEF (Sarov, Russia), where they had experience in explosion welding of dissimilar materials. In the world practice, the explosion method was used to weld flat pieces. In Sarov the problem of joining cylinder-shaped pieces was solved. Twenty-four Ti + SS transition elements of the materials complying with the cryomodule specification (316L stainless steel and G2 tita-

niium) were made by the explosion welding method and tested under extreme conditions: thermal cycling at the liquid nitrogen temperature (77 K), tests in vacuum and at a

Assembly	Test system	Initial leak rate, ambient [Pa·m <sup>3</sup> /s]	Duration of 2 K conditions [hr]	He leak rate, superfluid [Pa·m <sup>3</sup> /s]	Final He leak rate, ambient [Pa·m <sup>3</sup> /s]	Conclusion
I	A0 VTD	$< 5 \cdot 10^{-10}$	0.3	$< 5 \cdot 10^{-10}$	$< 2 \cdot 10^{-11}$	No leak observed
I	MDB HTS	$< 7 \cdot 10^{-11}$	30	$< 3 \cdot 10^{-11}$	$< 3 \cdot 10^{-11}$	No leak observed
I	A0 VTD	$< 6 \cdot 10^{-13}$	1.5	$< 6 \cdot 10^{-13}$	$< 10^{-12}$	No leak observed
V	A0 VTD	$< 5 \cdot 10^{-13}$	23	$< 3 \cdot 10^{-11}$	$< 10^{-12}$	No leak observed
IV	A0 VTD	$< 7 \cdot 10^{-13}$	20	$< 8 \cdot 10^{-11}$	—	No leak observed



Достигнутые результаты показали: соединенные методом взрыва разнородные цилиндрические трубки демонстрируют устойчивую прочность и плотность соединения в экстремальных условиях сверхнизких температур (рис. 2).

**Реконструкция криомодуля 4-го поколения ИЛС.** Опираясь на достигнутые результаты по свариванию биметаллических трубных элементов методом взрыва, коллаборация приступила к более

Рис. 2. Криомодуль в собранном виде с вмонтированным в него Ti + SS-переходником

Fig. 2. Cryomodule assembly with the built-in Ti + SS transition element

pressure of 6 atm, exposure to ultrasound at various temperatures and for various time. Macroanalysis, microanalysis, and a shear test were also carried out. The shear strength was found to be  $\sim 250$  MPa.

The results of the tests are as follows:

- at the temperature 300 K –  $7.5 \cdot 10^{-10}$  ( $\pm 10\%$ ) Torr · l · s<sup>-1</sup>;
- at the temperature 77 K –  $7.5 \cdot 10^{-9}$  ( $\pm 10\%$ ) Torr · l · s<sup>-1</sup>;
- at the pressure 6.5 atm –  $< 5 \cdot 10^{-10}$  ( $\pm 10\%$ ) Torr · l · s<sup>-1</sup>.

Cryogenic tests were carried out at FNAL (Batavia, United States) using the Vertical Test Dewar (VTD) and the Horizontal Test System (HTS) (Fig. 1).

The results of the tests are presented in the table.

Thus, the dissimilar cylindrical tubes joined together by explosion welding showed reliable strength and tightness of the joint under extreme conditions of ultralow temperatures (Fig. 2).

**Redesign of the Fourth-Generation Cryomodule for the ILC.** Based on the results achieved in welding bimetallic tube elements by the explosion method, the collaboration set about a more complicated task of redesigning the fourth-generation cryomodule by replacing the titanium shell of the helium Dewar vessel with the stainless steel

shell. This design must considerably facilitate the construction of the cryomodule and, what is most important, substantially reduce the cost of the accelerator.

The general JINR–VNIIEF–FNAL–INFN discussions have led to two schemes of making a transition from the niobium cavity to the stainless steel shell (Fig. 3).

In Sarov, experimental technological investigations were carried out with both versions of Nb + SS transition elements. Four pilot specimens of the Nb + SS transition element were made, two by each scheme (Fig. 4).

Preliminary leak tests, macro- and microanalyses of these transition elements were carried out at Sarov as well. The results allow a conclusion that Nb and SS were joined quite successfully: the leak rate measured at room temperature was  $\approx 10^{-9}$  atm · cm<sup>3</sup> · s<sup>-1</sup> for all specimens; the metallographic analysis revealed no deviations from the structure of the welded components; microhardness of  $\approx 4.4$  GPa was formed in a narrow Nb–SS contact zone 0.2–0.25 mm wide.

At INFN (Pisa) the specimens were tested under extreme conditions of thermal cycling in liquid nitrogen and exposure to ultrasound. For technical reasons, only the upper limit of the leak rate could be found for all specimens:

сложной задаче: изменению принципиальной схемы конструкции криомодуля 4-го поколения путем замены титановой оболочки гелиевого дьюара оболочкой из нержавеющей стали. Такая конструкция должна значительно облегчить создание криомодуля, но самое главное — позволит существенно снизить стоимость ускорителя.

В общих дискуссиях ОИЯИ–ВНИИЭФ–FNAL–INFN были выработаны две схемы предполагаемого переходника от ниобиевого резонатора к стальной оболочке (рис. 3).

В Сарове проведены экспериментальные технологические исследования Nb + SS-переходников в обоих

вариантах. Изготовлено 4 опытных образца Nb + SS-переходников, по два для каждой схемы сварки взрывом (рис. 4).

В Сарове же проведены предварительные испытания полученных образцов на течь, а также макро- и микроанализы. По результатам анализов можно сделать вывод о вполне успешном результате соединения Nb с нержавеющей сталью: уровень течи, измеренный при комнатной температуре, составил величину  $\approx 10^{-9}$  атм · см<sup>3</sup> · с<sup>-1</sup> по всем образцам; металлографический анализ не обнаружил каких-либо отклонений от структуры соответствующих сваренных компонентов; в узкой зоне контакта материалов Nb и SS шириной

Рис. 3. Две схемы создания Nb+SS-переходников: а) взрыв и приваривание ниобиевой трубы происходит изнутри сразу к SS-фланцу; б) приваривание нержавеющей трубки к ниобиевой происходит взрывом снаружи, и затем к ней электронно-лучевой сваркой приваривается фланец

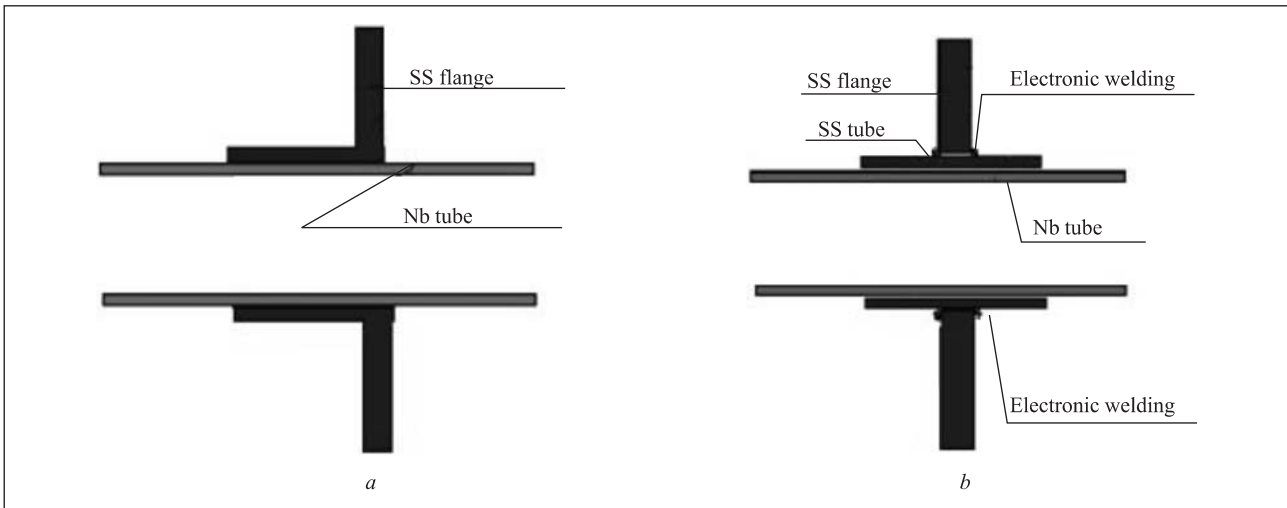


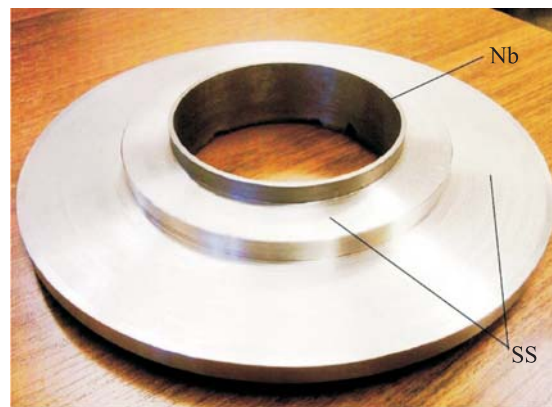
Fig. 3. Two schemes of making Nb+SS transition elements: a) the niobium tube is welded by inside explosion immediately to the SS flange; b) the stainless tube is welded by outside explosion to the niobium tube and then the flange is welded to it by electron-beam welding

Рис. 4. Образец Nb + SS-переходника

Fig. 4. Nb + SS transition element

$\leq (3-5) \cdot 10^{-10}$  атм · см<sup>3</sup> · с<sup>-1</sup>. Now investigations of Nb + SS specimens at the liquid helium temperature are started at FNAL.

The main result of the completed stage of the joint research and development carried out by the JINR–VNIIEF–FNAL–INFN collaboration in 2006–2010 is explosion-welding production of bimetallic elements with the properties which, as follows from the preliminary tests, are appropriate for connection between the cavity and the helium Dewar in the fourth-generation cryomodule for the ILC. The collaboration will continue the research and development



in this area with a view to preparation for industrial production.

0,2 ÷ 0,25 мм образуется микротвердость  $\approx 4,4$  ГПа.

В INFN (Пиза) образцы были протестированы при экстремальных условиях: термодублировании в жидком азоте и облучении ультразвуком. По техническим причинам удалось определить лишь верхнюю границу уровня течи во всех образцах:  $\leq (3 \div 5) \cdot 10^{-10}$  атм·см<sup>3</sup>·с<sup>-1</sup>. В настоящее время во FNAL начаты исследования Nb + SS-образцов при температуре жидкого гелия.

Главным результатом завершеного этапа совместных НИОКР, выполненных ОИЯИ–ВНИИЭФ–FNAL–INFN в 2006–2010 гг., является создание методом сварки взрывом биметаллических изделий, свойства которых, как показали предварительные испытания, могут быть использованы в конструкции соединения между резонатором и гелиевым дьюаром криомодуля 4-го поколения международного линейного коллайдера (ILC). Коллаборация продолжит НИОКР в данной области, имея в виду подготовку к промышленному производству.

#### Список литературы / References

1. *Sabirov B.* Production of Bimetallic Transition Tube Elements for the ILC Cryomodule // JINR News. No. 4. 2008. P. 19.
2. *Malkov I. et al.* Investigation of the Possibility of Producing the Bimetallic Tube Transition Element by Explosion Welding for the Cryomodule of the International Linear Collider. JINR Preprint E13-2008-109. Dubna, 2008.
3. *Basti A. et al.* Characterization Measurements of Ti + SS Bimetallic Transition Joint Samples. ILC-NOTE-2008-044, May 2008; JINR Preprint E13-2008-111. Dubna, 2008.
4. *Budagov J. et al.* Superfluid He Testing of Stainless Steel–Titanium Transitions Fabricated by Explosive Welding. JINR Preprint E13-2009-99. Dubna, 2009.
5. *Soyars W. et al.* Superfluid Helium Testing of a Stainless Steel to Titanium Piping Transition Joint // Cryogenic Engineering Conference, 2009, Tuscon, Arizona, USA.

**Б. В. Батюня, А. С. Водопьянов**

## Эксперимент ALICE на ЛHC

ALICE — это эксперимент на большом адронном коллайдере в ЦЕРН, предназначенный для поиска и исследования сильно взаимодействующей материи при экстремально высоких плотностях энергии (кварк-глюонной плазмы) в столкновениях тяжелых ионов (Pb–Pb) с энергией в системе центра масс 5,5 ТэВ/нуклон. Существование такой формы материи и ее свойства являются ключевым вопросом квантовой хромодинамики для понимания конфайнмента и восстановления киральной симметрии. С этой целью в эксперименте будет проведено всеобъемлющее изучение характеристик частиц (адронов, электронов, мюонов и фотонов), рождающихся в столкновениях тяжелых ионов. В дополнение к основной цели в экспериментах будут исследоваться *pp*- и *pA*-взаимодействия.

Задачи ОИЯИ в проекте ALICE: разработка физической программы и моделирование; проектирование большого дипольного магнита; создание прототипов обмотки; изготовление ярма магнита; поставка и измерение характеристик кристаллов вольфрамата свинца для фотонного спектрометра; изготовление и тестирование дрейфовых камер детектора переходного излу-

**B. V. Batiunya, A. S. Vodopyanov**

## ALICE Experiment at the LHC

ALICE (A Large Ion Collider Experiment) is a dedicated heavy-ion experiment and its prime goal is the study of strongly interacting matter at extreme energy densities in Pb–Pb interactions at the LHC at a center-of-mass energy of about 5.5 TeV/nucleon to establish and analyze the existence of QCD bulk matter and the Quark–Gluon Plasma (QGP). The existence of such a phase and its properties are a key issue in QCD for the understanding of confinement and chiral-symmetry restoration. For this purpose, we intend to carry out a comprehensive study of the hadrons, electrons, muons and photons produced in the collision of heavy nuclei. In addition to the ALICE main goal, the *p–p* and *p–A* interactions will be studied.

The JINR involvement in the ALICE project is devoted to the following major aspects: 1) physics study and simulation; 2) design and prototyping of the large dipole magnet; construction of the iron yoke; 3) procurement and testing of lead tungstate crystals for the photon spectrometer; 4) construction and testing of drift chambers for transition radiation detector; 5) development of the software for



чения; разработка программ для моделирования, распознавания и реконструкции треков; тестирование программных пакетов моделирования и анализа данных эксперимента на базе грид; физический анализ данных.

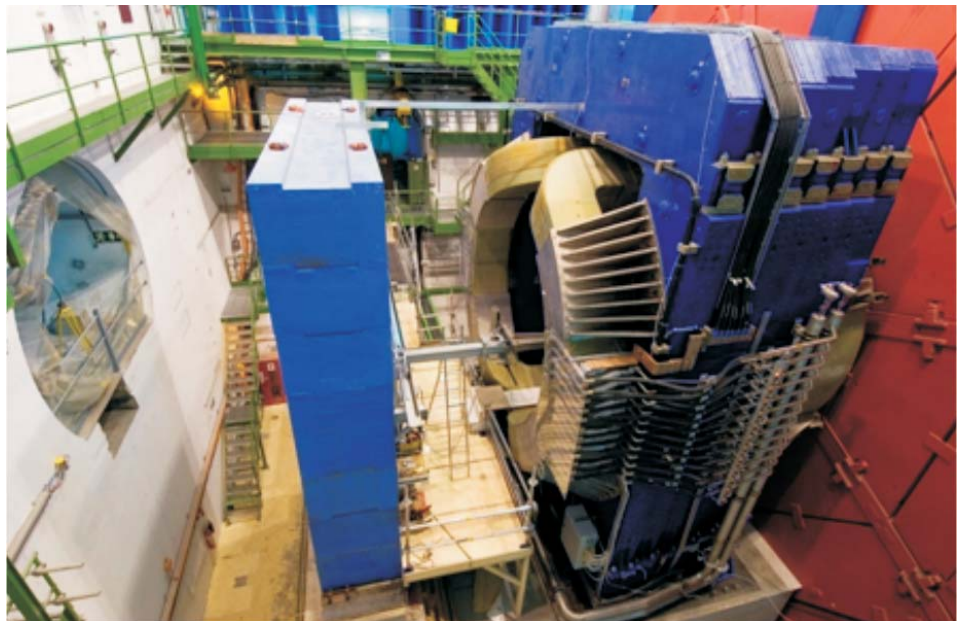
Крупнейший дипольный магнит является важной частью переднего мюонного спектрометра. Магнит был спроектирован в ОИЯИ. Величина магнитного поля составляет 0,7 Тл, интеграл поля 3,0 Тл·м и апертура 9°. Длина магнита — 5 м, высота — 9 м, ширина — 7 м, внутренний диаметр — 4,1 м. Обмотка сделана из полого алюминиевого проводника 50×50 мм. Вес магнита около 850 т. Прототип седлообразной обмотки был изготовлен в ОИЯИ. Ядро магнита изготавлива-

лось на заводе СМЗ (Кимры, Россия) под контролем дубненской группы. После изготовления дипольный магнит был транспортирован в Женеву по железной дороге. В ЦЕРН он был сначала собран и испытан во временной позиции, затем разобран и собран уже в рабочей позиции, где был успешно испытан при полном токе в обмотке. Группа ОИЯИ также участвует в создании детектора переходного излучения (TRD) и фотонного спектрометра (PHOS).

Для достижения главной цели эксперимента ALICE — исследования кварк-глюонной плазмы в ходе анализа данных будут изучаться определенные наборы наблюдаемых параметров событий взаимодействия тя-

Рис. 1. Дипольный магнит собран в рабочей позиции и испытан при полном токе

Fig. 1. Dipole magnet assembled in the working position and fully tested



the simulation, track pattern recognition and track reconstruction; 6) testing of the GRID-based ALICE simulation and data analysis.

The large conventional dipole magnet is one of the major parts of the ALICE forward muon spectrometer. The magnet was designed at JINR. The proposed dipole magnet has a central field of 0.7 T, a field integral of 3.0 T·m and an aperture of 9°. The magnet is 5 m long and the largest inner diameter is 4.1 m. The coil is made from a hollow aluminum conductor of 50×50 mm. The weight of the magnet is about 850 ton. The proposed saddle-shaped coil was prototyped at JINR. The yoke of the magnet was constructed at the SMZ (Kimry, Russia) factory under the supervision of JINR-ALICE team. The dipole magnet was transported to Geneva by rail.

The JINR team is taking part in the construction of the ALICE Transition Radiation Detector (TRD) and Photon Spectrometer (PHOS).

In order to attain the main goal of the ALICE collaboration, a number of various observables have to be obtained and learned: 1) global event features (particle and transverse-energy flows, the shape and structure of rapidity distributions); 2) transverse momentum spectra (large event-by-event fluctuations, the spectra peculiarities); 3) flavor composition (strangeness and charm enhancement); 4) vector meson characteristics (mass, width and decay pattern changeable of lighter ( $\rho$ ,  $\omega$ ,  $\phi$ ) ones, suppression of the heavy quarkonia resonance ( $J/\psi$ ,  $\psi'$ ,  $\Upsilon$ ,  $\Upsilon'$ ,  $\Upsilon''$ ) production); 5) femtoscopy; 6) prompt photons (the thermal radiation from QGP and mixed phase).

The main effort of the JINR team in the physics simulation and preparation for the data analysis was concentrated on the study of vector mesons production [1], particle correlations [2] and heavy quarkonia production [3]. The study of light vector mesons production is expected to provide detailed information on the reaction dynamics of ul-

желых ионов: 1) глобальные характеристики событий (распределение потоков частиц, форма и структура распределений по быстротам); 2) спектры поперечных импульсов (большие флуктуации от события к событию, особенности спектров); 3) композиция ароматов (увеличение выхода странных и очарованных частиц); 4) характеристики векторных мезонов (изменение масс, ширины легких мезонов ( $\rho$ ,  $\omega$ ,  $\phi$ ), подавление выходов тяжелых кваркониев ( $J/\psi$ ,  $\psi'$ ,  $\Upsilon$ ,  $\Upsilon'$ ,  $\Upsilon''$ )); 5) фемтоскопия; 6) прямые фотоны (термальное излучение из кварк-глюонной плазмы и смешанной фазы).

Основные усилия группы ОИЯИ в работах по физическому моделированию и подготовке к анализу данных были направлены на исследование рождения векторных мезонов [1], корреляций частиц [2] и рождения тяжелых кваркониев [3].

Изучение рождения легких векторных мезонов даст детальную информацию о динамике ультрареля-

тивистских ядро-ядерных столкновений. Изменения формы резонансов ожидаются как эффект взаимодействия с плотной материей (предсказываются ширины до 450, 100 и 80 МэВ для  $\rho$ -,  $\omega$ - и  $\phi$ -мезонов соответственно [4]) и как результат частичного восстановления киральной симметрии.

Исследование рождения тяжелых кваркониев в ядро-ядерных столкновениях очень важно для изучения кварк-глюонной плазмы. Одним из предсказаний проявления кварк-глюонной плазмы является подавление рождения кваркониев вследствие цветного экранирования  $Q-Q$ -взаимодействия или разрушения вследствие соударения термальных глюонов. Сила эффекта зависит от энергии связи кваркония и от температуры кварк-глюонной плазмы. Отметим, что эффекты холодной ядерной материи, такие как ядерное поглощение и экранирование, также подавляют выходы кваркониев как в  $AA$ -, так и в  $pA$ -столкновениях.

Интенсивное моделирование проводилось для изучения корреляций частиц (фемтоскопия). Экспериментальные данные будут использоваться для получения сведений о пространственных размерах источника вылета частиц.

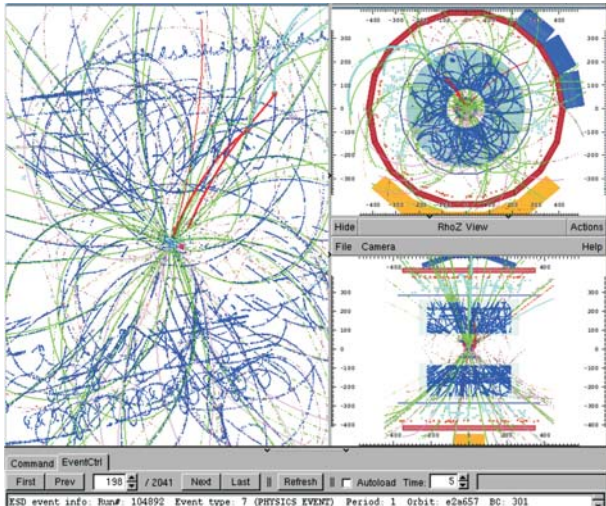


Рис. 2. Изображение события с высокой множественностью для  $pp$ -взаимодействия при энергии 7 ТэВ

Fig. 2. Display of a high-multiplicity event in a  $p-p$  interaction at 7 TeV

tra-relativistic nucleus–nucleus collisions. Changes in line-shape of resonances are expected in heavy-ion collisions due to the dense medium influence (the predictions are up to 450, 100 and 80 MeV for the width of  $\rho$ ,  $\omega$  and  $\phi$  mesons, respectively [4]) and as a result of partial chiral symmetry restoration.

Heavy quarkonia production measurements in ion–ion ( $A-A$ ) collisions are very important for the quark–gluon plasma (QGP) study. One of the predicted manifestations of the QGP creation is the quarkonia production suppression due to the color screening of  $Q-Q$  interaction or the destruction caused by the impact of thermal gluons. The strength of the effect depends on the quarkonium binding energy and the QGP temperature. Note that the cold nuclear matter effects such as nuclear absorption and shadowing are also suppressing the quarkonia yields in  $A-A$  as well as in  $p-A$  collisions.

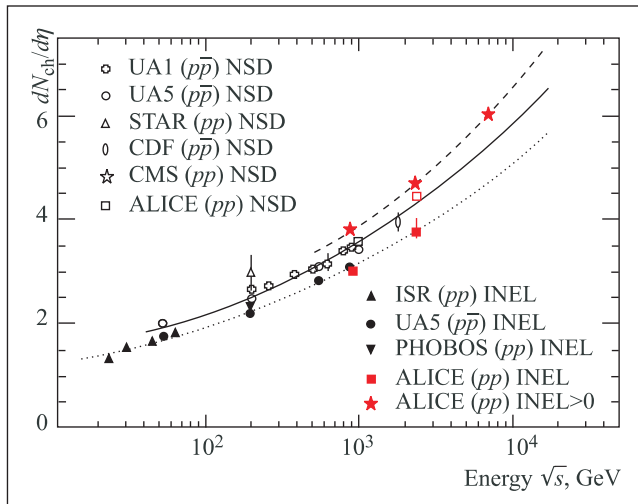
The extensive simulation is done to study the momentum correlation of particles (femtoscopy). The data will be used to extract the spatial extent of the particle-emitting source.

The aim of the ALICE computing is to provide the collaboration with the framework, resources and software needed to extract the physics content from the data collected by the experiment. The JINR ALICE team is responsible for the organization of ALICE computing in all Russian institutes involved into ALICE. During the last years the GRID-based ALICE network for data simulation and analysis was under tests at JINR computing farm and other Russian institutes.

The analysis of the first ALICE data for  $p-p$  interactions at centre-of-mass energy 0.9 TeV started in 2009 and is going on in 2010 at new larger energies, 2.36 and 7 TeV. Figure 2 shows a typical ALICE event of high multiplicity  $p-p$  interaction at 7 TeV (the largest accelerator energy at the moment). These interactions, dominated by soft (i.e., small-momentum-transfer) processes, are useful to study

Система компьютеринга эксперимента ALICE включает структуру, ресурсы и программное обеспечение, необходимые для извлечения физической информации из данных, накопленных в ходе эксперимента. Группа ОИЯИ ответственна за организацию компьютеринга во всех российских институтах и университетах, вовлеченных в проект. В течение ряда лет проводилось тестирование на базе грид-компьютерной сети эксперимента ALICE для моделирования и анализа данных на компьютерной ферме ОИЯИ и в других российских институтах.

Анализ первых экспериментальных данных, полученных на установке ALICE для  $pp$ -взаимодействий при энергии 0,9 ТэВ в системе центра масс, был начат в 2009 г. и продолжается в 2010 г. при новых, более высоких энергиях — 2,36 и 7 ТэВ. Типичное событие, полученное для  $pp$ -взаимодействия большой множественности при энергии 7 ТэВ, показано на рис. 2.



Эти взаимодействия, в которых доминируют вклады «мягких» (т. е. с малыми поперечными импульсами) процессов, полезны для изучения КХД в непертурбативном режиме и для проверки феноменологических моделей и генераторов событий. Первые публикации [5–7] посвящены глобальным характеристикам столкновений, а именно плотности по псевдобыстроте ( $\eta$ ),  $dN_{ch}/d\eta$  и распределению по множественности первичных заряженных частиц.

Установка ALICE состоит из многих детекторных подсистем, которые детально описаны в работе [8]. Первый анализ базировался, главным образом, на кремниевом пиксельном детекторе (SPD), который включает два слоя и перекрывает область псевдобыстроты  $|\eta| < 2$  и  $|\eta| < 1,4$  для внутреннего и внешнего слоя соответственно. Информация от двух сцинтилляционных годоскопов (названных VZERO-счетчиками) также была использована как триггерная для выделения событий и подавления фона.

Первые результаты по  $dN_{ch}/d\eta$  как функции  $\eta$ , полученные при энергии в системе центра масс 0,9 ТэВ, сравнивались с результатами других экспериментов, включая CMS на LHC. Такие же результаты, но при энергиях 2,36 и 7 ТэВ сравнивались с данными CMS (при 2,36 ТэВ) и с предсказаниями различных моделей.

Рис. 3. Зависимость значений  $dN_{ch}/d\eta$  от энергии в системе центра масс

Fig. 3. Centre-of-mass energy dependence of the  $dN_{ch}/d\eta$

QCD in the nonperturbative regime, and to constrain phenomenological models and event generators.

The first publications [5–7] are dedicated to the global characteristics of the collisions, namely to the pseudorapidity ( $\eta$ ) density,  $dN_{ch}/d\eta$ , and to the multiplicity distribution of charged-primary particles.

The ALICE experiment consists of a large number of detector subsystems which are described in detail in [8]. This first analysis is based mainly on data from the Silicon Pixel Detector (SPD) which includes two cylindrical layers and covers the pseudorapidity ranges  $|\eta| < 2$  and  $|\eta| < 1.4$  for the inner and outer layers, respectively. Information from two scintillator hodoscopes (called VZERO counters) was used also as a trigger for event selection and background rejection.

The first results for the  $dN_{ch}/d\eta$  as a function  $\eta$  obtained at centre-of-mass energy 0.9 TeV were compared to the results of other experiments including CMS in the LHC.

The same results but at energies of 2.36 and 7 TeV were compared to the CMS one (at 2.36 TeV) and different model predictions. It has been found that all experimental results are consistent with each other. Besides, the data at 7 TeV are significantly higher than the values from the model considered, with the exception of PYTHIA tune ATLAS-CSC [9].

Figure 3 shows the centre-of-mass energy dependence of the  $dN_{ch}/d\eta$  obtained in the  $|\eta| < 0.5$  range from this experiment and from other ones for inelastic events (INEL) and for the ones with the subtracting of the single diffraction (NSD). The lines indicate the fit using a power-law dependence on energy. One can see that the charged particle density increases by a factor of near 1.5 in the energy region of 2–7 TeV (from TEVATRON energy up to the largest LHC one).

It was also shown that the so-called KNO scaling [10] gives a reasonable description of the multiplicity distributions in the energy range of 0.2–2.36 TeV.



Было найдено, что все экспериментальные результаты совпадают друг с другом и, кроме того, экспериментальные данные при 7 ТэВ значительно превышают теоретические значения, за исключением полученных из генератора РYTHIA с настройкой по ATLAS–CSC [9].

На рис. 3 показана зависимость значений  $dN_{ch}/d\eta$  от энергии в системе центра масс (в области  $|\eta| < 0,5$ ), найденных в этом и других экспериментах для неупругих событий (INEL) и событий без единичной дифракции (NSD). Линии представляют результаты фитирования степенной зависимостью от энергии.

Видно, что плотность заряженных частиц увеличивается примерно в 1,5 раза в интервале энергий 2–7 ТэВ (от энергии тэватрона до максимальной энергии LHC). Была также показана возможность разумного описания распределения по множественности заряженных частиц в рамках представления так называемого KNO-скейлинга [10] в области энергий 0,2–2,36 ТэВ.

#### Список литературы / References

1. Батюня Б. В. и др. // Письма в ЭЧАЯ. 2009. Т. 6, № 5(154). С. 665–676 / *Batyunya B. et al.* // JETP Lett. 2009. V. 6, No. 5(154). P. 665–676.
2. *Malinina L. et al.* // *Nukleonika*. 2004. V. 49 (Suppl. 2). P. 99–102.
3. *Alessandro G. et al. (ALICE Collaboration)* // *J. Phys. G*. 2006. V. 32. P. 1295.
4. *Hees Van, Rapp R.* hep-ph/0711.3444v2, 2007.
5. *Aamodt K. et al. (ALICE Collaboration)* // *Eur. Phys. J. C*. 2010. V. 65. P. 111.
6. *Aamodt K. et al. (ALICE Collaboration)*. Submitted to «*Eur. Phys. J. C*». arXiv: 1004.3034[hep-ex] (2010).
7. *Aamodt K. et al. (ALICE Collaboration)*. Submitted to «*Eur. Phys. J. C*». arXiv: 1004.3514[hep-ex] (2010).
8. *Aamodt K. et al. (ALICE Collaboration)* // *J. Instrum.* 2008. V. 3. P. 08002.
9. *Moraes A. (ATLAS Collaboration)*. ATLAS Note ATL-COM-PHYS S-2009-119 (2009).
10. *Koba Z., Nielsen H. B., and Olesen P.* // *Nucl. Phys. B*. 1972. V. 40. P. 317.

*Л. Б. Пикельнер, С. А. Куликов*

## 50 лет с момента пуска первого ИБР

Свою статью «Развитие и применение в научных исследованиях импульсного реактора ИБР», опубликованную в ЭЧАЯ в 1972 г., И. М. Франк начал так: «В 1970 г. исполнилось 10 лет с того времени, когда реактор ИБР впервые достиг импульсной критичности. Десять лет — это немалый срок. Он заставляет оглянуться назад и подумать о том, насколько плодотворным был путь применения импульсного реактора периодического действия, ... каковы основные итоги пройденного пути и каковы дальнейшие перспективы» [1]. Спустя еще 40 лет мы готовы к пуску четвертого поколения импульсных быстрых реакторов и с удовлетворением вспоминаем пройденный путь и первые шаги в этом направлении. И вот как все было...

Проект реактора ИБР начал разрабатываться в Физико-энергетическом институте (ФЭИ) по инициативе Д. И. Блохинцева в 1955 г. С 1957 г. в эту работу вклю-

*L. B. Pikelner, S. A. Culicov*

## Five Decades since the Launch of the First IBR

In his article «The Development and Research Application of Fast Pulsed Reactor IBR» published in the journal «Physics of Elementary Particles and Atomic Nucleus» (PEPAN) in 1972, I. M. Frank wrote the following opening: «A decade ago the reactor IBR reached its pulse criticality for the first time. Ten years is quite a long period of time. It makes us look back and think about the fruitful work that has been done, the efficiency of application of the pulsed reactor of periodic action, ... main results and future perspectives» [1]. Now, forty years later, we are ready to launch the fourth generation of fast pulse reactors, and we think of the thorny path and the first steps of the reactor's development with great pleasure. Here is the story...

The development of the design of the IBR reactor was first initiated by Professor D. I. Blokhintsev in 1955, at the Institute for Physics and Power Engineering (IPPE). In 1957, JINR joined the project, and construction work and preparation for experiments began. The creation of the IBR



чился ОИЯИ, начались строительные работы и подготовка к экспериментам. Создание реактора ИБР, его пуск и первые этапы освоения проводились Лабораторией нейтронной физики (ЛНФ) совместно с ФЭИ. Теория реактора ИБР была разработана И. И. Бондаренко и Ю. Я. Стависским и, как показал пуск ИБР, вполне оправдалась.

По проекту реактор ИБР был предназначен для работы при средней мощности 1 кВт, что во многом определило конструкцию. В конце 1960 г. он был доведен до проектной мощности, и одновременно на нейтронных пучках начались физические эксперименты. Оптимальной для конструкции реактора (а не для физиков, которые всегда заинтересованы в повышении потока нейтронов) оказалась мощность 3 кВт, она же была основной для большинства работ. При этом реактор обычно работал в режиме 5 имп./с, а его мгновенная мощность в импульсе была около 15 МВт. Длительность вспышки реактора (и это не было неожиданным) составляла примерно 50 мкс. При пролетной базе 1000 м это давало разрешение 0,05 мкс/м.

Для того времени ИБР был неплохим, но не рекордным по разрешению спектрометром по времени пролета. В условиях быстрого прогресса разрешающей способности нейтронных спектрометров это обстоятельство

с самого начала вызывало некоторую озабоченность, стимулировавшую поиски путей повышения интенсивности и разрешающей способности спектрометра. Они, в конечном итоге, привели к созданию ускорителя электронов, служащего инжектором нейтронов. Первоначально это был микроотрон на 30 МэВ. Урановая мишень, бомбардируемая электронами, помещалась внутри активной зоны реактора, и в ней генерировались фотонейтроны. Реактор работал при этом в подкритическом режиме — в режиме бустера, умножившего вспышку нейтронов в 100–200 раз. Выбор микроотрона в качестве инжектора объяснялся тем, что микроотрон можно было создать в короткий срок и разместить в имевшемся над залом реактора помещении. Эта работа была выполнена совместно сотрудниками Лаборатории нейтронной физики и Института физических проблем АН СССР (лаборатория С. П. Капицы), и в 1964 г. инжектор был введен в действие. Длительность импульса реактора при работе с инжектором сократилась более чем на порядок. При 50 имп./с длительностью 3–4 мкс средняя мощность реактора составляла около 0,5 кВт, т. е. была примерно в шесть раз меньше, чем без инжектора.

С лета 1968 г. реактор ИБР начали применять и в режиме редких импульсов (1 импульс в несколько се-

reactor, its startup and first stages in its practical application were carried out at the Frank Laboratory of Neutron Physics in collaboration with IPPE.

The theory of the IBR reactor was developed by I. I. Bondarenko and Yu. Ya. Stavitsky, and as the startup of the IBR reactor had shown, it proved to be correct.

According to the project, the IBR reactor was intended for the work at an average power of 1 kW, and that very factor predetermined the design of the reactor. At the end of 1960, the reactor was brought to the designed power, and, at the same time, physics neutron-beam experiments commenced. Later it turned out that the ideal power for the reactor (but not for physicists who are always interested in an increased neutron flux) was 3 kW, and thus, that power was mainly used for most work. The reactor used to work in the 5 pulses-per-second mode, and the instantaneous reactor power in a pulse was about 15 MW. Reactor burst duration (and it was not a surprise) was about 50  $\mu$ s. At a path length of 1000 m, it would yield a resolution of 0.05  $\mu$ s/m. For those times, the IBR represented a rather good but not a record-breaking time-of-flight spectrometer. On the background of a fast progress of resolution of neutron spectrometers, that fact raised some concern from the very beginning

that would encourage the scientists to search for the ways to increase intensity and resolution of the spectrometer. Those attempts resulted in creation of an electron accelerator that assumed the role of neutron injector. Originally, it was a microtron with energy up to 30 MeV. The uranium target bombarded by electrons was placed inside the reactor core, in which photoneutrons were generated. The reactor worked in a subcritical mode, i.e., in booster mode, which resulted in a 100–200 times increase of neutron burst. The microtron was chosen as an injector because it was possible to place it inside the room over the reactor and it could be built within a short time period. That work was conducted by the Frank Laboratory of Neutron Physics in collaboration with the Institute for Physics Problems of the Academy of Sciences of the USSR (the Laboratory of P. L. Kapitza), and in 1964, the injector was put into operation. The pulse length of the reactor that operated along with the injector was reduced by more than one order. At 50 pulses/s with a duration of 3–4  $\mu$ s, the average power of the reactor equaled approximately 0.5 kW, which was nearly 6 times less than without the injector.

In summer of 1968, the IBR reactor started to work in a rare pulse mode (1 pulse per several seconds). The average

Дубна, 23 июня. Ветераны Лаборатории нейтронной физики им. И. М. Франка и гости — участники общелабораторного семинара «50 лет истории импульсных исследовательских реакторов в Дубне»



Dubna, 23 June. Veterans of the Frank Laboratory of Neutron Physics and guests — participants of the all-laboratory seminar «50 Historic Years of Research Pulsed Reactors in Dubna»

power was 6 kW and the instantaneous power achieved 1 million kW.

In 1968, a new, more advanced design of the reactor was made ready. As a result, in August 1968, the operation of the IBR reactor was stopped, and later on both the reactor and the microtron were dismantled. On 10 June 1969 an advanced analogue of IBR was put into operation.

Along with the work on the reactor upgrading, creation of a more efficient injector started. It was carried out on the basis of linear accelerator LUE-40 as an injector with an energy of 40 MeV and a pulse length of about 1.5  $\mu$ s. In March 1970, a complex installation named IBR-30 was put into operation. It worked alternately in two modes. In the first, the so-called reactor mode the reactor power was 25 kW, the frequency was 5 GHz and the burst length was about 70  $\mu$ s. That mode was suitable for condensed matter experiments with thermal neutrons. The second mode was the work with an injector at a short neutron pulse (4  $\mu$ s); however, with an intensity loss by 3 times. That mode was used in nuclear physics experiments in which resonance separation was crucial.

The operation mechanism of the IBR reactor was quite peculiar. It differs from conventional stationary and what we call pulsed reactors, in which each subsequent pulse is

independent of the previous one. In the IBR reactor, the irradiation pulse is ignited by delayed neutrons produced in previous pulses, and it is necessary that the number of fissions per pulse be sufficient to make up for losses in delayed neutrons emitters. For this purpose, quite definite prompt neutron supercriticality, which is also called pulsed criticality, is required.

The main purpose of the IBR reactor was to solve a rather limited range of spectroscopic problems. Throughout the years, however, a scope of questions has greatly expanded. The enumeration of activities alone carried out at the IBR reactor, as well as a vast scope of research, proves the Frank Laboratory of Neutron Physics to be one of the world's key laboratories dedicated to neutron studies. The discovery of ultracold neutrons [2, 3], first observations of parity nonconservation violations in resonances [4], measurements of magnetic moments of highly excited nuclear states formed as a result of neutron capture, and numerous spectroscopic measurements on a wide range of problems belong to those activities.

At present, the IBR-2 reactor, whose modernization is coming to an end, and IREN, which has just recently been put into operation, represent main neutron sources at the Frank Laboratory of Neutron Physics.

кунд) при средней мощности 6 кВт и мгновенной, достигавшей миллиона киловатт. В августе 1968 г., когда была подготовлена новая, более совершенная конструкция реактора, ИБР был остановлен и демонтирован, включая и микротрон. На месте старого был смонтирован новый реактор, введенный в действие 10 июня 1969 г.

Одновременно с работой по усовершенствованию реактора велись работы по созданию более эффективного инжектора. Он был реализован на основе линейного ускорителя ЛУЭ-40 с энергией 40 МэВ и длительностью импульса около 1,5 мкс. В марте 1970 г. комплексная установка, получившая название ИБР-30, была введена в действие. Она работала попеременно в двух режимах. В первом, реакторной мощностью составляла 25 кВт, частота — 5 Гц и длина вспышки — около 70 мкс. Этот режим был удобен для экспериментов по физике конденсированных сред с тепловыми нейтронами. Второй режим — работа с инжектором при коротком импульсе нейтронов (4 мкс), но с потерей интенсивности в 3 раза. Этот режим применялся в исследованиях по ядерной физике, где существенно было разделение резонансов.

Механизм работы реактора ИБР весьма своеобразен. Он отличается от обычных стационарных реакто-

ров и от тех импульсных реакторов, в которых каждый следующий импульс независим от предыдущего. В реакторе ИБР импульс излучения зажигается запаздывающими нейтронами, созданными в предыдущих импульсах, причем необходимо, чтобы в импульсе происходило столько делений, сколько необходимо для восполнения убыли излучателей запаздывающих нейтронов. Для этого требуется вполне определенная надкритичность по мгновенным нейтронам, которую мы называем импульсной критичностью.

Реактор ИБР был построен для решения сравнительно узкого круга спектроскопических задач. Однако за истекшие годы тематика работ на нем все более и более расширялась. Только перечисление работ, выполненных на ИБР, позволяет сказать, что эти исследования выдвинули ЛНФ в число ведущих нейтронных лабораторий мира. Сюда относятся открытие ультрахолодных нейтронов [2, 3], первые наблюдения нарушения четности в резонансах [4], измерения магнитных моментов высоковозбужденных состояний ядер, образующихся при захвате нейтронов, широкий круг спектроскопических измерений. В настоящее время нейтронные источники в ЛНФ — это ИБР-2, модернизация которого завершается, и установка ИРЕН, вступившая в начальную стадию запуска.

### Список литературы / References

1. Франк И. М. // ЭЧАЯ. 1972. Т. 2. С. 807–860 / Frank I. M. // PERAN. 1972. V. 2. P. 807–860.
2. Луциков В. И., Покотилковский Ю. Н., Стрелков А. В., Шапиро Ф. Л. Препринт ОИЯИ РЗ-4127. Дубна, 1968 / Luschikov V. I., Pokotilovsky Yu. N., Strelkov A. V., and Shapiro F. L. JINR Preprint P3-4127. Dubna, 1968.
3. Луциков В. И., Покотилковский Ю. Н., Стрелков А. В., Шапиро Ф. Л. // Письма ЖЭТФ. 1969. Т. 9. С. 40 / Luschikov V. I., Pokotilovsky Yu. N., Strelkov A. V., and Shapiro F. L. // JETP Lett. 1969. V. 9. P. 23–26.

4. Alfimenkov V. P., Borzakov S. B., Vo Van Thuan, Mareev Yu. D., Pikelner L. B., Khrykin A. S., Sharapov E. I. Parity Nonconservation in Neutron Resonances // Nucl. Phys. A. 1983. V. 398. P. 93.

*В. В. Узинский*

## 40 лет исследований релятивистских ядро-ядерных взаимодействий в ОИЯИ

«В августе 1970 г. благодаря интенсивной и слаженной работе эксплуатационных отделов синхрофазотрона ЛВЭ ... удалось полностью осуществить режим ускорения дейтронов до энергии 11 ГэВ. Пока еще нигде в мире не существуют дейтронные пучки большой интенсивности при столь высокой энергии. Ускорение дейтронов до релятивистских энергий является крупным достижением ускорительной техники и открывает новые перспективы в области физики высоких энергий. Дирекция и общественные организации Лаборатории высоких энергий поздравляют коллектив лаборатории и особенно сотрудников отделов синхрофазотрона с этим замечательным достижением... Предложение ускорить дейтроны и альфа-частицы на дубненском синхрофазотроне было сделано в 1967 г. группой специалистов ЛВЭ (Ю. Д. Безногих, Л. П. Зиновьев, Г. С. Казанский, А. И. Михайлов, В. И. Мороз,

Н. И. Павлов, Г. П. Пучков, И. Н. Семенюшкин, К. В. Чехлов)... На выведенном пучке уже проводятся первые облучения ядерных эмульсий».

Это отрывок из статьи директора ЛВЭ А. М. Балдина «На синхрофазотроне ЛВЭ ускорены дейтроны до максимальных энергий», опубликованной в дубненской газете «За коммунизм» от 25 сентября 1970 г. 6 января 1971 г. в той же газете в статье заместителя директора ЛВЭ А. А. Кузнецова «Научные успехи международного коллектива» было сказано: «Большим успехом коллектива инженеров, техников и рабочих лаборатории в 1970 г. явилось ускорение на синхрофазотроне дейтронов до максимальной энергии, а также пробное ускорение ядер гелия». Наконец, В. И. Мороз в газете от 26 января 1971 г., приведя технические детали ускорения дейтронов, уточнил: «После тщательной настройки всех систем синхрофазотрона 5 сентября

*V. V. Uzhinsky*

## 40 Years of Relativistic Nucleus–Nucleus Interactions Study at JINR

«In August 1970, the Laboratory of High Energies managed to implement in full the mode of deuteron acceleration up to an energy of 11 GeV, due to intense and unanimous work of the departments of the Synchrophasotron. There have been no deuteron beams of high intensity obtained in the world practice yet at such a high energy. Deuteron acceleration up to relativistic energies is a great achievement in acceleration technique; it opens new opportunities in high energy physics. The directorate and public organizations of the Laboratory of High Energies congratulate the laboratory community on the occasion, in particular, staff members of the Synchrophasotron departments... The suggestion to accelerate deuterons and alpha particles at the Dubna Synchrophasotron was made in 1967 by a group of LHE specialists: Yu. Beznogikh, L. Zinoviev,

G. Kazansky, A. Mikhailov, V. Moroz, N. Pavlov, G. Puchkov, I. Semenyushkin, K. Chekhlov... First sessions of irradiation of nuclear emulsions have already been held at the extracted beam».

It is an extract from the article by LHE Director A. Baldin «Deuterons Have Been Accelerated up to Maximum Energy at the LHE Synchrophasotron» published in issue 71 (1599) of the Dubna newspaper «Za Kommunism» of 25 September 1970. On 6 January 1971, in issue 2 (1626) of the same newspaper, LHE Deputy-Director A. Kuznetsov wrote in his article «Scientific Success of the International Team»: «The acceleration of deuterons at the Synchrophasotron up to the maximal energy, as well as a test to accelerate helium nuclei, was a big success of the community of engineers, technicians and workers of the



1970 г. был получен пучок ускоренных дейтронов в конце цикла ускорителя с интенсивностью  $0,9 \cdot 10^{10}$  дейтронов за цикл. Месяцем позже ускоренные дейтроны были выведены из камеры синхрофазотрона методом «быстрого вывода», разработанного в отделе синхрофазотрона (И. Б. Иссинский, Е. М. Кулакова и др.), и на выведенном пучке группой К. Д. Толстова было проведено первое облучение ядерных эмульсий».

Таким образом, в этом году исполняется 40 лет исследований релятивистских ядро-ядерных взаимодействий в ОИЯИ! Хотелся горячо поздравить ветеранов ОИЯИ — научных сотрудников, инженеров и техников — с этой замечательной датой!

Первым результатом исследований в релятивистской ядерной физике стало открытие кумулятивных частиц, за которым последовало открытие коллективных потоков частиц в соударениях тяжелых ядер на ускорителях BNL (США) и GSI (Германия). Были открыты мультифрагментация ядер и радиальный поток фрагментов. Оказалось, что остаточные ядра, образующиеся в релятивистских соударениях, распадаются на много кусков — мультифрагментируют, и все эти куски радиально разлетаются, т. е. происходит как бы взрыв ядер-остатков.

Другим удивительным открытием было обнаружение калориметрических свойств этих ядер-остатков сотрудничеством ALADIN в GSI (1995 г.). Ядра-остатки подобны каплям воды. Так же как и вода, остатки имеют определенную температуру «кипения» порядка 5 МэВ, но в отличие от капель воды ядра распадаются на много фрагментов. Для воды это возможно при строго определенных условиях. В 2003 г. в соударениях ядер с ядрами на ускорителе RHIC BNL была открыта кварк-глюонная плазма, сейчас активно исследуемая сотрудничествами STAR, PHENIX, PHOBOS, BRAHMS, в которых успешно работают ученые ОИЯИ.

Выдвинутый в ОИЯИ проект NICA, нацеленный на исследования ядро-ядерных взаимодействий в наиболее интересной с современной точки зрения области энергий, может стать достойным преемником этих славных традиций!

laboratory in 1970». Finally, in issue 7 (1631) of the newspaper of 26 January 1971, V. Moroz specified the following, giving technical details of deuteron acceleration: «After scrupulous adjustment of all systems of the Synchrophasotron, a beam of accelerated deuterons was obtained on 5 September at the end of a cycle with an intensity of  $0.9 \cdot 10^{10}$  deuterons per cycle. A month later, accelerated deuterons were extracted from the synchrophasotron chamber (I. Issinsky, E. Kulakova, et al.), and the team of K. Tolstov conducted the first irradiation of nuclear emulsions on the extracted beam».

Therefore, we celebrate today 40 years of research of relativistic nucleus–nucleus interactions at JINR and in the world! Let me congratulate heartily JINR veterans — researchers, engineers and technicians — on this outstanding date!

The first result of the study in the field of the relativistic nuclear physics was the discovery of the cumulative particles. After that there was the discovery of the collective flows of particles in collisions of heavy nuclei at the BNL (USA) and GSI (Germany) accelerators. The nuclear multifragmentation and the radial flow of fragments were also discovered. It was found out that residual nuclei created in

relativistic collisions decay into many pieces — fragment into many nuclei. The pieces fly away radially, as if explosions of the nuclear residuals take place.

Another surprising discovery was the finding of the calorimetric properties of these nuclear residuals by the ALADIN collaboration at GSI (1995). The nuclear residuals are like drops of water. Like water, the residuals have a definite «boiling» temperature of about 5 MeV, but unlike the water drops they decay into many fragments. It is possible for water under strictly specified conditions. In 2003 the quark–gluon plasma was discovered at the RHIC accelerator in BNL in collisions of nuclei with nuclei. Now it is under study by STAR, PHENIX, PHOBOS and BRAHMS collaborations where JINR scientists are successfully working.

The NICA project proposed at JINR with the aim to study nucleus–nucleus interactions in the most interesting energy region, from the modern point of view, can be a decent successor of these glorious traditions!

*Е. А. Красавин, О. В. Белов*

## **Механизмы мутационного процесса у бактериальных клеток при действии излучений с разными физическими характеристиками**

25 лет назад международной группой сотрудников ОИЯИ под руководством профессора Е. А. Красавина были начаты работы по изучению летального и мутагенного действия разных типов излучений на бактерии и предпринято исследование закономерностей и механизмов индукции прямых и обратных мутаций у клеток прокариот. В состав этой группы входили радиобиологи из разных стран-участниц ОИЯИ: С. Козубек (Чехия), М. Бонев (Болгария), Б. Токарова (Словакия). В результате исследований на базовых установках ОИЯИ было установлено, что дозовая зависимость частоты мутирования клеток при  $\gamma$ -облучении имеет линейно-квадратичный характер, который не меняется с ростом линейной передачи энергии (ЛПЭ). Показано,

что относительная генетическая эффективность излучений возрастает с увеличением ЛПЭ и описывается кривой с локальным максимумом. Положение максимума этой зависимости сдвинуто в область меньших ЛПЭ по сравнению с аналогичной зависимостью для летальных эффектов облучения. В ходе исследований было выяснено, что мутагенез, индуцированный излучениями с разной ЛПЭ, зависит от эффективности систем репарации клеток и решающая роль в нем принадлежит SOS-репарации. Показано, что повышение генетической эффективности излучений с ростом ЛПЭ обусловлено увеличением выхода поврежденных ДНК, репарируемых лишь с участием мутагенной ветви SOS-репарации. Установлено, что генные мутации у

*E. A. Krasavin, O. V. Belov*

## **Mechanisms of the Mutation Process in Bacterial Cells Induced by Radiations with Different Physical Characteristics**

Twenty-five years ago, an international group of JINR's scientists headed by Professor E. A. Krasavin started research on the lethal and mutagenic effect of different types of radiation on bacteria and undertook an investigation into the regularities and mechanisms of the induction of the forward and reverse mutations in prokaryote cells. The group consisted of radiobiologists from some JINR Member States: S. Kozubek (now the Czech Republic), M. Bonev (Bulgaria), and B. Tokarova (now Slovakia). Research carried out at JINR's basic facilities showed that the dose dependence of the frequency of cell mutations under gamma irradiation has a linear quadratic dependence, which does not change with increasing linear energy trans-

fer (LET). It was shown that the relative genetic effectiveness of radiations increases with increasing LET and is described by a curve with a local maximum. The location of the maximum is shifted to lower LET compared to a similar dependence for the lethal effects of radiation. It was found that mutagenesis induced by radiations with different LET depends on the efficiency of the cell repair systems, the decisive role being played by SOS repair. It was shown that an increase in the genetic effectiveness of radiations with an increase in LET is determined by an increase in the yield of DNA lesions that are repaired only with the involvement of the mutagenic branch of SOS repair. It was established that the gene mutations in prokaryotes are induced by the

прокариот индуцируются областью  $\delta$ -электронов треков тяжелых заряженных частиц и различия в положении максимумов зависимости относительной биологической эффективности (ОБЭ) от ЛПЭ для мутагенных и летальных эффектов облучения обусловлены разным характером повреждений ДНК. В первом случае ими являются преимущественно поврежденные основания, во втором — двунитевые разрывы. Проведенные исследования показали, что биологическая эффективность излучений с различной ЛПЭ по индукции генных мутаций определяется особенностями микрораспределения энергии в генетических структурах, состоянием генома и эффективностью систем репарации. Влияние биологического фактора на мутагенез зависит от ЛПЭ.

При решении проблемы генетических эффектов тяжелых заряженных частиц важно иметь информацию не только о суммарном выходе различного типа мутаций в облученных клетках, исключительный интерес представляют также данные о частоте образования генных и структурных мутаций. У клеток высших эукариот изучение дозовых зависимостей выхода точковых и структурных мутаций при действии ионизирующих излучений широкого диапазона ЛПЭ является весьма непростой задачей, требующей привлечения сложных молекулярно-биологических методов, выполнения

огромного объема работ. В цикле работ доктора биологических наук А. В. Борейко было проведено детальное сравнительное исследование закономерностей образования генных и структурных мутаций при действии излучений разного качества на клетках бактерий [1], поскольку у бактерий хорошо изучена структурно-функциональная организация генетического аппарата, получены различные репарационно-дефицитные мутанты.

В экспериментах на различных видах (*Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*) и штаммах бактерий показано, что ОБЭ ионизирующих излучений с разными физическими характеристиками, оцениваемая по различным критериям (летальному действию, индукции генных и делеционных мутаций, точной эксцизии транспозонов), детерминирована особенностями передачи энергии излучений, влияющими на характер индуцируемых повреждений ДНК, и эффективностью работы индуцибельных и конститутивных систем репарации клеток. Возрастание относительной биологической эффективности тяжелых заряженных частиц обусловлено увеличением выхода повреждений ДНК, участвующих в формировании радиационно-индуцированных эффектов, и повышением эффективности индуцибельных систем репарации. Было установлено, что закономерно-

delta-electron region of heavy charged particle tracks, and the differences between the locations of the maximums of the relative biological effectiveness (RBE) dependence on LET for mutagenic and lethal effects are determined by the different character of DNA lesions. In the former case, those are mainly damaged bases; in the latter, double-strand breaks. These studies showed that, as regards gene mutation induction, the biological effectiveness of radiations with different LET is determined by the specifics of the microdistribution of energy in genetic structures, the condition of the genome, and the efficiency of repair systems. The influence of the biological factor on mutagenesis depends on LET.

To study the genetic effects of heavy charged particles, it is necessary not only to have information on the total yield of the mutations of different types in irradiated cells. Also, data on the frequency of both gene and structure mutations are extremely interesting. In higher eukaryote cells, studying dose dependences of the point and structure mutation yield under ionizing radiations in a wide linear energy transfer (LET) range is a rather difficult task requiring application of complicated molecular and biological methods and a huge amount of work. In a cycle of research by Dr.

Biol. A. V. Boreyko, a detailed comparative study was performed of the regularities in the formation of gene and structure mutations in bacterial cells under radiations of different quality [1], since the structure and functional organization of the genetic apparatus of bacteria had been well studied and different repair-deficient mutants had been obtained.

In experiments on different types of bacteria (*Bacillus subtilis* and *Escherichia coli*) and bacterial strains, it was shown that the biological effectiveness of ionizing radiations with different physical characteristics on cells with different genotypes evaluated by different criteria (the lethal effect, induction of gene and deletion mutations, and precise excision of transposons) is determined by the specifics of radiation energy transfer, which influence the character of the induced DNA damage, and by the efficiency of the inducible and constitutive systems of cell repair. An increase in the RBE of heavy charged particles is caused by an increase in the yield of the DNA lesions participating in the formation of the radiation-induced effects and by an enhancement of the efficiency of the inducible systems of repair. It was found that the regularities in the induction of gene and deletion mutations in bacterial cells under radia-

сти индукции генных и делеционных мутаций в клетках *Escherichia coli* при действии излучений широкого диапазона ЛПЭ различны. Для генных мутаций характерна линейно-квадратичная дозовая зависимость, выход делеционных мутаций линейно связан с дозой облучения. Характер дозовых зависимостей для этих типов мутаций не меняется с возрастанием ЛПЭ излучений. Выявленные особенности дозовых кривых мутагенеза для генных и делеционных мутаций обусловлены разным характером повреждений ДНК, вовлекаемых в мутационный процесс, и участием разных систем репарации в образовании точковых и структурных мутаций. Установлено, что тяжелые заряженные частицы в широком диапазоне ЛПЭ индуцируют эксцизию транспозонов у клеток *Escherichia coli*. Показано, что процесс эксцизии мобильных элементов, делеционный по молекулярной природе, определяется эффективностью функционирования генов *rec*-семейства, участвующих в индуцибельной SOS-репарации. Показано, что максимальные значения относительной биологической эффективности излучений по критерию летального действия, индукции генных и делеционных мутаций не инвариантны и варьируются в пределах 20–100 кэВ/мкм. Различия в положении максимумов зависимостей для изученных радиационно-генетиче-

ских эффектов определяются различным типом повреждений ДНК, участвующих в мутационном процессе. На основе полученных экспериментальных материалов А. В. Борейко была предложена молекулярная модель образования генных мутаций в клетках *Escherichia coli* при действии излучений. Показано, что центральным механизмом в этом процессе является формирование индуцибельного мультиферментного комплекса, включающего ДНК-полимеразу V ( $UmuD'_{2}C$ ), *RecA*-протеазу, SSB-белки, субъединицы ДНК-полимеразы III, осуществляющего ошибочный синтез ДНК на поврежденной матрице.

Результаты выполненных экспериментальных исследований позволили перейти к математическому описанию индуцированного мутационного процесса в бактериальных клетках. Сотрудником ЛРБ О. В. Беловым на биологическом факультете МГУ была успешно защищена кандидатская диссертация на тему «Математическое моделирование индуцированного мутационного процесса в клетках *Escherichia coli* при действии ультрафиолетового излучения». В данной работе впервые в рамках одного модельного подхода прослежен весь путь от возникновения первичного повреждения структуры ДНК до закрепления его в мутацию [2, 3]. Описание процесса ответа клетки на повреждающее

tions in a wide LET range are different. A linear-quadratic dose dependence is typical of the gene mutations, while deletion mutation yield is linearly related to the irradiation dose. The character of the dose dependences for these types of mutations does not change with increasing LET. The observed specifics of the dose dependences of mutagenesis for the gene and deletion mutations are determined by the different character of the DNA lesions involved in the mutation process and by the participation of different repair systems in the formation of the point and structure mutations. It was established that heavy charged particles in a wide LET range induce the excision of transposons in *Escherichia coli* cells. It was shown that the process of the excision of the mobile elements, which is of the deletion type in its molecular nature, is determined by the functioning efficiency of the *rec* family genes participating in inducible SOS repair. It was shown that the maximal values of the RBE of radiations in terms of the lethal effect and induction of gene and deletion mutations are not invariant and vary in the range of 20–100 keV/ $\mu$ m. The differences in the location of the maximums of the studied radiation genetic effects are determined by different types of DNA lesions participating in the mutation process. Based on the experimen-

tal results obtained by Dr. A. V. Boreyko, a molecular model was proposed of the formation of gene mutations in *Escherichia coli* cells under radiations. It was shown that the main mechanism of this process consists in the formation of an inducible multi-enzyme complex which includes DNA polymerase V ( $UmuD'_{2}C$ ), the *RecA* protease, SSB proteins, and DNA polymerase III subunits. This complex performs an erroneous DNA synthesis on a damaged matrix.

The results of these experiments allowed a mathematical description to be developed of the induced mutation process in bacterial cells. O. V. Belov, a scientist of the Laboratory of Radiation Biology, JINR, defended at the Biology Faculty of Moscow State University a Candidate of Biological Sciences' thesis entitled «Mathematical Modeling of the Ultraviolet-Induced Mutation Process in *Escherichia coli* Bacterial Cells». In this work, the whole chain is tracked within one model approach — from the appearance of a primary DNA structure lesion to its fixation as a mutation [2, 3]. The description of the cell response to a damaging exposure is done in terms of modeling complex genetic networks. The description is based on the idea that the mutagenic branch of SOS repair, which is error-prone, plays the decisive role in fixing pre-mutational DNA le-



воздействие выполнено в терминах моделирования сложных генетических сетей. В основу положено представление о решающей роли мутагенной, склонной к ошибкам ветви SOS-репарации в фиксации премутационных повреждений ДНК в точковые мутации. Основной задачей выполненной работы являлась разработка модельных представлений, способных дать количественную оценку процесса закрепления премутационных повреждений в виде генной мутации. Цель такого подхода — понимание биологического поведения процесса мутагенной репарации на системном уровне через формализацию механизма внутриклеточных взаимодействий. В ходе исследования была построена модель, описывающая динамику концентраций продуктов генов *umuD* и *umuC*, димеризованных продуктов гена *umuD*, а также основных регуляторных комплексов SOS-системы. Получены зависимости концентраций белков LexA, RecA, RecA\*, UmuD, UmuC, UmuD' от времени и флюенса энергии ультрафиолетового излучения. Впервые предсказана динамика димеризованных продуктов гена *umuD* и двух регуляторных комплексов SOS-системы: UmuD<sub>2</sub>C и UmuDD'C. Рассчитана динамика концентрации комплекса UmuD'<sub>2</sub>C (ДНК-полимеразы V), играющего основную роль в реализации индуцированного мутационного процесса кле-

ток *Escherichia coli*. Проведено исследование полученных решений. Определены положения максимумов и минимумов концентрации, а также времена, на которых они наблюдаются. Проанализировано смещение положения максимумов и минимумов во времени в зависимости от флюенса энергии ультрафиолетового излучения. Указаны возможные механизмы, определяющие характер полученных кривых и трехмерных графиков (см. рисунок). Теоретические результаты находятся в согласии с экспериментальными данными. В ходе работы была предложена математическая модель translesion-синтеза. Проведено статистическое моделирование процесса возникновения мутаций при репликации ДНК с участием модифицированного репликационного комплекса, образующегося в ходе работы SOS-системы. Получены решения модели translesion-синтеза, представляющие собой функции распределения вероятностей, характеризующие динамику возникновения мутаций в ДНК при реализации translesion-синтеза. Получены зависимости среднего числа мутаций от времени и флюенса энергии ультрафиолетового излучения. Модель translesion-синтеза исследована при двух граничных значениях параметра, характеризующего процесс синтеза ДНК на неповрежденной матрице с участием специфического репликационного

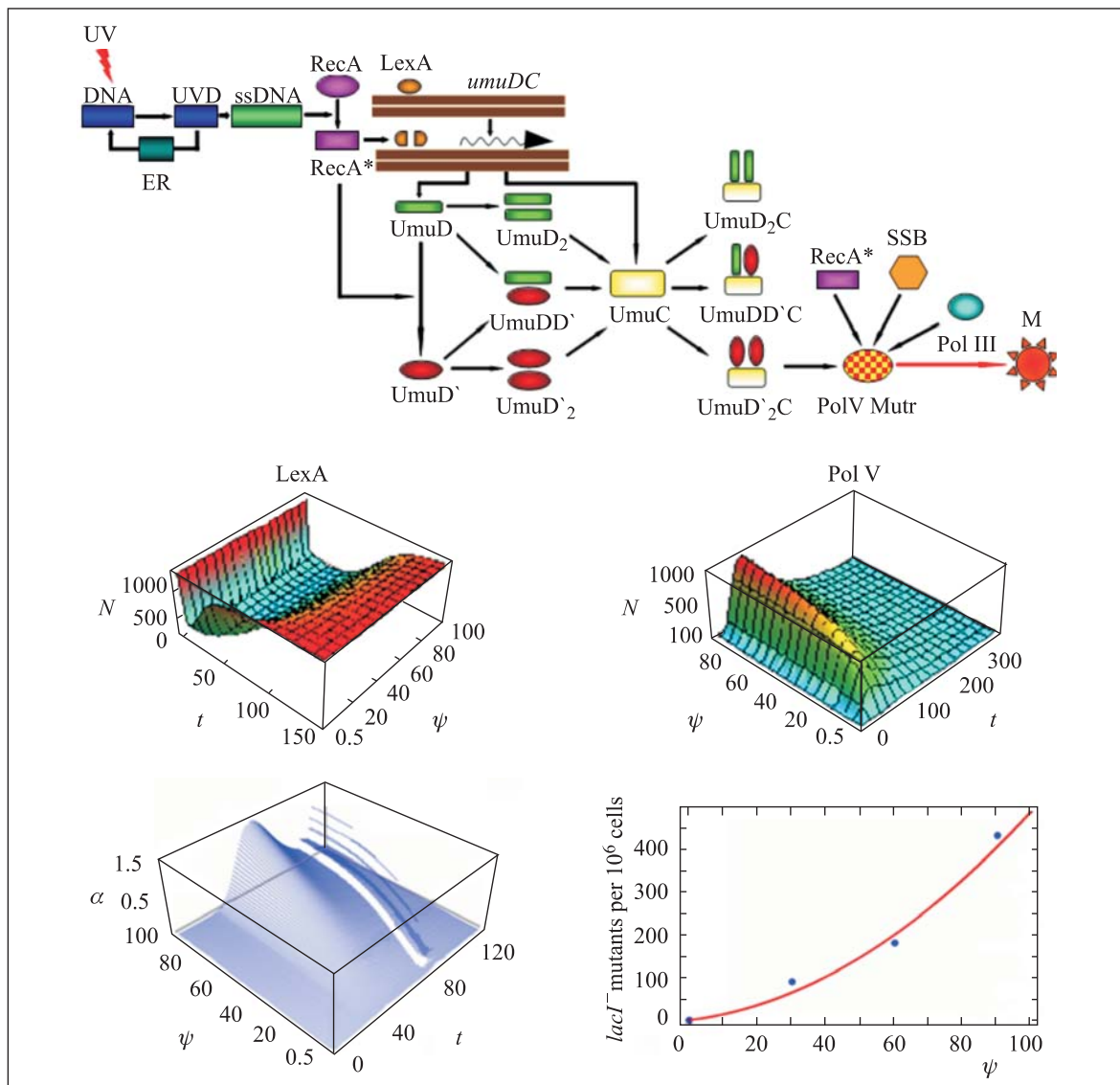
sions as point mutations. The main task of this work was to develop the model concepts that would be able to evaluate quantitatively the process of fixing pre-mutational lesions as a gene mutation. Such an approach is aimed at understanding the biological behavior of the mutagenic repair process at the system level through a formalization of the process of intracellular interactions. In this research, a model was developed that describes the dynamics of the concentrations of the *umuD* and *umuC* genes, dimerized products of the *umuD* gene, and the main regulatory complexes of the SOS system. Dependences are obtained of the concentrations of the LexA, RecA, RecA\*, UmuD, UmuC, and UmuD' proteins on the ultraviolet irradiation duration and energy fluence. For the first time, the dynamics is predicted of the dimerized products of the *umuD* gene and two regulatory complexes of the SOS system: UmuD<sub>2</sub>C and UmuDD'C. The dynamics is calculated of the UmuD'<sub>2</sub>C complex (DNA polymerase V), which plays the key role in the induced mutation process in the *Escherichia coli* cells. The obtained solutions are analyzed. The locations are determined of the concentration maximums and minimums as well as the times at which they are observed. A shift of the locations of the maximums and minimums in time is ana-

lyzed depending on ultraviolet radiation fluence. Mechanisms are suggested that underlie the character of the obtained curves and three-dimensional graphs (figure). The theoretical results are found to fit the experimental data. A mathematical model of translesion synthesis was proposed. A statistical modeling was conducted of mutation formation during DNA replication involving the modified replication complex, which is formed during the functioning of the SOS response system. Solutions are obtained of the translesion synthesis model, which are represented as probability distribution functions characterizing the dynamics of the formation of mutations in DNA during translesion synthesis. Dependences are obtained of the average number of mutations on the ultraviolet irradiation duration and energy fluence. The translesion synthesis model is studied for two boundary values of the parameter describing the process of DNA synthesis on an undamaged matrix involving the specific replication complex. A possibility is shown of using the proposed model approaches in describing the mutation frequency in isolated genes of *Escherichia coli* bacteria. Using the regulatory lacI locus of the lactose operon as an example, a method is shown of constructing the curves of ultraviolet-induced mutagenesis

комплекса. Продемонстрирована возможность применения разработанных модельных подходов к описанию частоты мутирования в отдельных генах бактерий *Escherichia coli*. На примере регуляторного *lacI*-локуса

лактозного оперона показан метод нахождения кривых мутагенеза при ультрафиолетовом облучении с помощью построенной модели. При определенных значениях входных параметров выявлено совпадение результа-

Блок-схема модели индуцированного мутационного процесса в бактериальных клетках и результаты расчетов



A block diagram of the model of the induced mutation process in bacterial cells and calculation results

on the basis of the developed model. For some certain values of the input parameters, the modeling results fit the experimental data. A series of numerical experiments were conducted to study the model sensitivity to parameter variation. The calculation results are analyzed.

Using the model to plan radiobiological experiments is of great interest. It would allow a correct choice of experi-

mental parameters and prediction of experimental results. The full cycle of experimental and theoretical research on the mutagenic effect of radiations with different physical characteristics on microorganisms repeatedly won the JINR Prize and was published in the world's leading scientific journals.

тов моделирования с экспериментальными данными. Проведена серия численных экспериментов с целью исследования чувствительности модели к вариации параметров. Проанализированы результаты расчетов.

Большой интерес представляет использование модели при планировании радиобиологических экспериментов, что позволит осуществлять корректный выбор параметров экспериментальных исследований, а также прогнозировать ожидаемые результаты проводимых работ. Весь цикл экспериментальных и теоретических исследований мутагенного действия излучений с разными физическими характеристиками на микроорганизмы был неоднократно удостоен премий ОИЯИ и опубликован в ведущих международных научных журналах.

#### Список литературы / References

1. Борейко А. В., Булах А. П., Красавин Е. А. Индукция генных и делеционных мутаций ускоренными тяжелыми заряженными частицами у *Escherichia coli* // Радиационная биология. Радиоэкология. 2004. Т. 45, № 3. С. 299–304 / Boreyko A. V., Bulah A. P., Krasavin E. A. Induction of Gene and Deletion Mutations by Accelerated Heavy Charged Particles in *Escherichia coli* Bacteria // Radiation Biology and Radioecology. 2004. V. 45, No. 3. P. 299–304.

2. Белов О. В., Красавин Е. А., Пархоменко А. Ю. Математическая модель индуцированного мутационного процесса в бактериальных клетках *Escherichia coli* при ультрафиолетовом облучении // Радиационная биология. Радиоэкология. 2009. Т. 49, № 5. С. 617–628 / Belov O. V., Krasavin E. A., Parkhomenko A. Yu. A Mathematical Model of the Ultraviolet-Induced Mutation Process in *Escherichia coli* Bacterial Cells // Radiation Biology and Radioecology. 2004. V. 49, No. 5. P. 617–628.

3. Belov O. V., Krasavin E. A., Parkhomenko A. Yu. Model of SOS-Induced Mutagenesis in Bacteria *Escherichia coli* under Ultraviolet Irradiation // Journal of Theoretical Biology. 2009. V. 261, No. 3. P. 388–395.

*Н. А. Колтовая, Х. Т. Холмуродов*

## Функциональный и структурный анализ жизненно важной киназы CDK

В группе радиационной генетики низших эукариот Лаборатории радиационной биологии ведутся работы по изучению генетического контроля чувствительности клеток дрожжей к радиации. Совместно с Институтом молекулярной генетики РАН были выделены мутации и определены гены, участвующие в регуляции радиочувствительности и генетической стабильности. Среди них наиболее важными оказались гены *CDC28*, *NET1* и *HF11*, кодирующие компоненты ферментативных комплексов (химически модифицирующие белки-субстраты), которые участвуют в жизненно важных клеточных процессах. Показано плеiotропное проявление мутаций в гене ключевого регулятора прохождения клеточного цикла циклин-зависимой протеинкиназы *CDC28*, нарушающих прохождение клеточного цикла, репарацию и чекпойнт-контроль, что ведет к повышению радиочувствительности и возрастанию мутагенеза [1]. Изучение плеiotропных проявлений дрожжевых

*N. A. Koltovaya, Kh. T. Kholmurodov*

## Functional and Structural Analysis of the Vitally Important CDK Kinase

The Group of the Radiation Genetics of Lower Eukaryotes at the Laboratory of Radiation Biology (LRB) studies the genetic control of yeast cell radiosensitivity. In collaboration with the Institute of Molecular Genetics (the Russian Academy of Sciences), mutations were isolated and genes were determined which participate in the regulation of radiosensitivity and genetic stability. Among them, the *CDC28*, *NET1*, and *HF11* genes, which encode the components of the enzymatic complexes (modifying chemically the substrate proteins), turned out to be the most important. These complexes participate in essential cellular processes. A pleiotropic manifestation of mutations was experimentally observed in the gene of the key regulator of the cell cycle progression of the cyclin-dependent protein kinase *CDC28*. These mutations disturb the cell cycle progression, repair, and checkpoint control, and, as a con-

мутаций *cdc28* актуально, поскольку в клетках человека нарушения функционирования гомологичной киназы приводят к злокачественному перерождению клеток.

Одним из перспективных направлений исследований группы является компьютерное моделирование структуры дрожжевой киназы CDC28 и гомологичной киназы человека CDK2, осуществляемое совместно с сектором компьютерного моделирования. Анализ структуры белка позволяет дополнить генетические исследования пониманием того, какие изменения структуры вызывают те или иные мутации и почему белок функционирует менее эффективно. Кроме того, поскольку получать и изучать мутантные формы киназы человека затруднительно, можно использовать в качестве модельной гомологичную киназу дрожжей. Анализ кристаллических структур каталитических субъединиц киназ показал, что они имеют схожую структуру (рис. 1).

Кристаллическая структура киназы человека CDK2 хорошо изучена и служит моделью киназ, в том числе и для дрожжевой киназы CDC28. Белковая молекула CDK2 состоит из одной полипептидной цепи (298 аминокислот), образующей компактную структуру, упакованную в два «кулака»: N-концевой (ост. 1–85),

свернутый в  $\beta$ -лист, состоящий из 5 антипараллельных  $\beta$ -нитей ( $\beta 1$ – $\beta 5$ ) и единственной большой спирали ( $\alpha 1$ ), и более крупный C-концевой (ост. 86–298), по преимуществу состоящий из  $\alpha$ -спиралей. Каталитическая активность фермента заключается в передаче фосфатной группы с молекулы АТФ на белковую молекулу субстрата. Киназный сайт связывания АТФ локализован в глубокой щели между «кулаками». Активность киназе придает связывание со специфическими белками, так называемыми циклинами. Циклин связывается с одной из сторон каталитической щели, взаимодействуя с обоими «кулаками» CDK2. Каталитическая субъединица CDK2 имеет домен вблизи amino-конца ( $\alpha_1$ -спираль), известный как мотив PSTAIRE (ост. 45–56 — CDK2, ост. 52–58 — CDC28). Мутации в этом участке нарушают связывание с циклином. Т-петля (ост. 152–170 — CDK2), блокирующая вход в каталитическую щель в мономерной неактивной форме киназы, также связана с циклином. Это взаимодействие менее сильное по сравнению с PSTAIRE, но необходимо для стабилизации комплекса. Полная активация CDK обычно требует двух событий — связывания с циклинами и последующего фосфорилирования (T160 у CDK2, T169 у CDC28). Каталитические остатки и Т-петля CDK2 подвергаются сильным конформационным

sequence, they lead to higher radiosensitivity and increased mutagenesis [1]. Research on the pleiotropic manifestations of the yeast *cdc28* mutations is topical, because disorder in the functioning of a homologous kinase in human cells results in their malignant transformation.

Modeling the structure of the yeast CDC28 kinase and human homologous CDK2 kinase, which is conducted jointly with the Computer Modeling Sector of the LRB, presents a promising field of research. The analysis of the protein structure allows genetic research to be added by understanding which kinds of structure changes lead to specific mutations and why the protein functions less efficiently. Besides, as it is rather difficult to obtain and study mutant forms of a human kinase, it is possible to use the homologous yeast kinase as a model. An analysis of the crystal structures of the catalytic subunits of kinases showed that they have a similar structure (Fig. 1).

The crystal structure of the human CDK2 kinase is well studied and used as a model of kinases, including the yeast CDC28 kinase. CDK2 consists of one polypeptide chain (298 amino acids), which forms a compact structure packed into two lobes: the N-terminal (res. 1–85), which is folded into a  $\beta$  list that consists of five anti-

parallel  $\beta$  strands ( $\beta 1$ – $\beta 5$ ) and the only large coil ( $\alpha 1$ ), and the larger C-terminal one (res. 86–298), which consists mainly of  $\alpha$  coils. The catalytic activity of a ferment consists in the transfer of the phosphate group from an ATP molecule to the protein substrate. The kinase site of ATP binding is localized in the deep cleft between the lobes. The kinase is active when it is bound with specific proteins — the so-called cyclins. A cyclin, as it is interacting with both lobes of CDK2, gets bound with one of the sides of the catalytic cleft. The CDK2 catalytic subunit has a domain near its amino end (the  $\alpha_1$  coil), which is known as the PSTAIRE motif (res. 45–56: CDK2; res. 52–58: CDC28). Mutations in this section disturb cyclin binding. The T loop (res. 152–170: CDK2), which blocks the entrance to the catalytic cleft in the non-active monomer form of the kinase, is also bound with the cyclin. This interaction is weaker than PSTAIRE but is necessary to stabilize the complex. The full activation of CDK usually requires two events: the kinase binding with cyclins followed by phosphorylation (T160 in CDK2 and T169 in CDC28). The catalytic residues and the T loop of CDK2 undergo strong conformational changes as a result of the kinase binding with a cyclin and T160 phosphorylation in the T loop. These



изменениям в результате связывания с циклином и фосфорилированием T160 в T-петле. Эти изменения ответственны за увеличение активности в 40 000 раз. Активация киназы происходит в результате конформационных изменений в PSTAIRE-спирали, приводящих к сдвигу активных остатков, одновременно со значительным продвижением T-петли, высвобождающему каталитическую щель. Взаимодействие циклин–T-петля также вызывает изменение положения T160, делая его

более доступным субстратом для фосфорилирования киназой САК. Подавление активности киназы происходит при связывании с белками-ингибиторами (СКИ) и ингибирующем фосфорилировании (T14 и Y15 у CDK2, T18 и Y19 у CDC28). Таким образом, каталитическая субъединица CDK участвует в многочисленных белок-белковых взаимодействиях: CDK–субстраты, CDK–циклины, CDK–киназы (фосфорилирующие T169 и Y19, САК и SWEI соответственно), CDK–фос-

Рис. 1. Модель киназы CDK2 и циклина А. Указаны позиции исследуемых аминокислотных остатков G16 в G-петле малого домена, R274 в большом домене и T160 в T-петле большого домена киназы

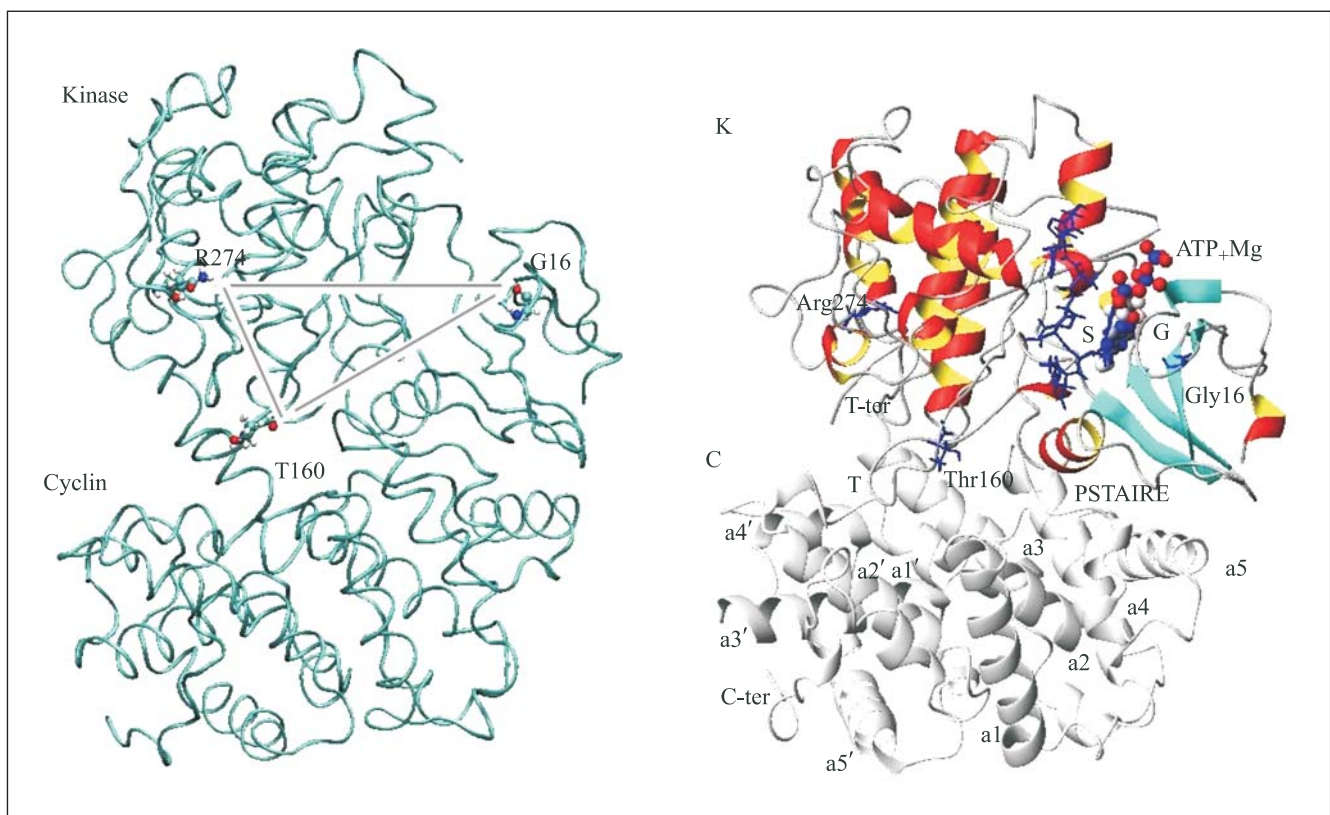


Fig. 1. A model of the CDK2 kinase and cyclin A. The positions are shown of the studied amino acid residues G16 in the G loop of the small lobe, R274 in the large lobe, and T160 in the T loop of the large lobe of the kinase

changes are responsible for a 40,000-fold increase in kinase activity. The kinase is activated as a result of conformational changes in the PSTAIRE coil, which lead to a shift in the active residues simultaneously with a significant advancement of the T loop opening the catalytic cleft. The interaction between the cyclin and T loop also leads to a change in the T160 position, making it a more available substrate for phosphorylation by the CAK kinase. Kinase activity is suppressed when it gets bound with inhibitor proteins (CKI) and under inhibiting phosphorylation (T14

and Y15 in CDK2; T18 and Y19 in CDC28). Thus, the catalytic subunit of CDK participates in numerous protein–protein interactions involving CDK substrates, CDK cyclins, CDK kinases (phosphorylating T169 and Y19: CAK and SWEI, respectively), CDK phosphatases (dephosphorylating Y19: MIH1), CDK inhibitor (CKI), and, finally, CDK–ATP. Besides, it is known that the catalytic subunit of the CDC28 kinase also interacts with *CKS1* gene product. This complex is detected in the promoter region, and CDC28 kinase activity is not needed for its functioning.

фатазы (дефосфорилирующая Y19-MIN1), CDK-ингибитор (CKI) и, наконец, CDK-АТФ. Кроме того, известно, что каталитическая субъединица киназы CDC28 взаимодействует еще с продуктом гена *CKS1*. Этот комплекс обнаруживается в промоторной области, и для его функционирования не нужна киназная активность CDC28.

В наших исследованиях использованы аминокислотные замены, имеющие плеiotропные проявления в дрожжевых клетках *cdc28-srm* [Gly20Ser] и *cdc28-13* [Arg283Gln]. Мутация *cdc28-srm* представляет собой замену третьего глицина в консервативной последовательности GxGxxG в так называемой G-богатой петле в малом домене киназной субъединицы и располагается напротив T-петли в большом домене киназной субъединицы. Мутация *cdc28-13* локализована в большом домене киназы и удалена от участка взаимодействия с

циклином и АТФ. Несмотря на установленную важность, роль G- и T-петель изучена недостаточно.

В процессе МД-моделирования структуры киназы человека CDK2 (нативный белок: модель I) с заменами соответствующих аминокислот CDK2-Gly16Ser (мутантный белок: модель II) и CDK-Arg284Gln (мутантный белок: модель III) анализировали наносекундную динамику движения комплекса CDK2/циклин А/АТФ. На рис. 2 приведены важные структурные элементы стабилизированной киназы для нативной и мутантных форм. Видно, что форма и локализация T-петли (Thr160), G-петли (Gly/Ser16) и PSTAIRE-последовательности различаются во всех трех формах. Таким образом, показано влияние исследуемых аминокислот на конформацию киназы CDK2, проявляющееся в возрастании расстояния между G- и T-петлями в соответствующих мутантных формах.

Рис. 2. Структура нативной (модель I) и мутантных (модели II и III) форм киназы

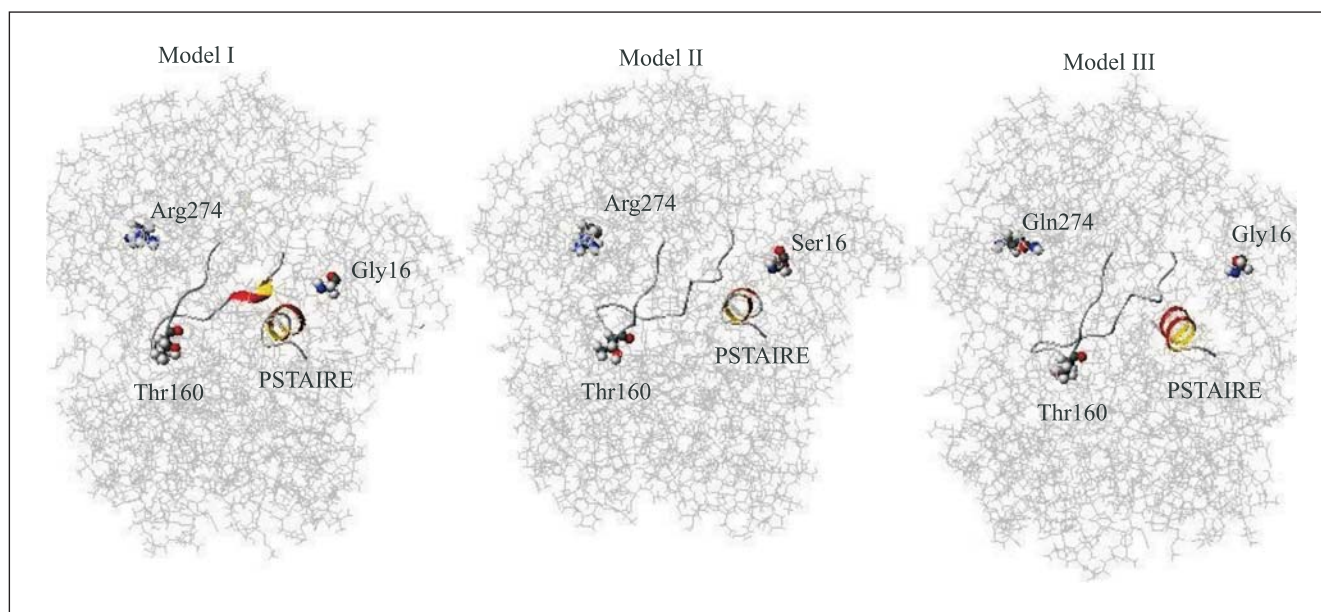


Fig. 2. The structure of the native (model I) and mutant (models II and III) kinase forms

In our research, amino acid substitutions have been used that have pleiotropic manifestations in *cdc28-srm* [Gly20Ser] and *cdc28-13* [Arg283Gln] yeast cells. The *cdc28-srm* mutation consists in replacing the third glycine in the conservative sequence GxGxxG in the so-called G-rich loop in the small domain of the kinase subunit and is located against the T loop of the large domain of the kinase subunit. The *cdc28-srm* mutation is localized in the large domain of the kinase and is held away from the site of kinase interaction with a cyclin and ATP. Despite the estab-

lished importance, the role of the G and T loops is poorly studied.

In molecular dynamics modeling of the human CDK2 kinase structure (the native protein: model I) with substitutions for the respective amino acids: CDK2-Gly16Ser (a mutant protein: model II) and CDK-Arg284Gln (a mutant protein: model III), the nanosecond dynamics was studied of the CDK2/cyclin A/ATP complex progression. Figure 2 shows important structure elements of a stabilized kinase in its native and mutant forms. It is seen that the shape and lo-

Полученные результаты показывают, что мутации дестабилизируют локальную структуру в области Т-петли. Мутация Arg284 → Gln284 в удаленной С-концевой области имеет более выраженный эффект и приводит к разрыхлению структуры киназы CDK2 и увеличению расстояния между G- и Т-петлями [2, 3]. Отметим, что исследования четвертичной структуры нативного и мутантных белковых комплексов CDK2 являются перспективными с точки зрения дизайна лекарств. Надо иметь в виду, что выявленные структурные изменения CDK2 могут иметь более выраженный характер у мутантных форм дрожжевой киназы CDC28, для которых и было показано фенотипическое проявление. Поэтому ведутся работы по прямому моделированию дрожжевой киназы и соответствующих мутантных форм.

calization of the T loop (Thr160), G loop (Gly/Ser16), and PSTAIRE sequence differ in all three forms. Thus, the influence is shown of the studied amino acid on the CDK2 kinase conformation, which is seen as an increase in the distance between the G and T loops in the corresponding mutant forms. The obtained results indicate that mutations disturb the local structure around the T loop. In the remote C-terminal area, the Arg284 → Gln284 mutation has a more pronounced effect and leads to the loosening of the CDK2 kinase structure and an increase in the distance between the G and T loops [2, 3]. It should be noted that research on the quaternary structure of the native and mutant CDK2 protein complexes is promising for the development of medicine. It should be remembered that the revealed structure changes in CDK2 can be more pronounced in mutant forms of the yeast CDC28 kinase: it is with such forms of the kinase that a phenotypic display was shown. Direct modeling of the yeast kinase and corresponding mutant forms is underway.

### Список литературы

1. Кадышевская Е. Ю., Колтовая Н. А. Участие генов *SRM5/CDC28*, *SRM8/NET1*, *SRM12/HF11* в чекпойнт-контроле у дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* // Генетика. 2009. Т. 45, № 4. С. 458–470.
2. Холмуродов Х. Т., Колтовая Н. А. МД-моделирование киназы CDK2-циклин А: влияние замены аминокислот Gly16 → Ser16 и Arg284 → Gln284 на конформацию киназной субъединицы // Биофизика. 2009. Т. 54, вып. 6. С. 999–1004.
3. Kholmurodov Kh., Koltovaya N. Molecular Dynamics Study of the CDK2-cyclin A Interface in the Kinase Gly16Ser and Arg274Gln Mutants // III Intern. Workshop «Molecular Simulation Studies in Material and Biological Sciences» (MSSMBS'2008). N.Y.: Nova Sci. Publ. Ltd., 2009.

### References

1. Kadyshvskaya E. Yu., Koltovaya N. A. Participation of *SRM5/CDC28*, *SRM8/NET1*, and *SRM12/HF11* Genes in Checkpoint Control in Yeast *Saccharomyces Cerevisiae* // Rus. J. Genetics. 2009. V. 45, No. 4. P. 397–408.
2. Kholmurodov Kh. T., Koltovaya N. A. Molecular Dynamics Modeling of the Kinase CDK2-cyclin A: The Effect of the Gly16 → Ser16 and Arg284 → Gln284 Amino Acid Substitution on the Conformation of a Kinase Subunit // Biophysics. 2009. V. 54, No. 6. P. 999–1004.
3. Kholmurodov Kh., Koltovaya N. Molecular Dynamics Study of the CDK2-cyclin A Interface in the Kinase Gly16Ser and Arg274Gln Mutants // III Intern. Workshop «Molecular Simulation Studies in Material and Biological Sciences» (MSSMBS'2008). N.Y.: Nova Sci. Publ. Ltd., 2009.



**Сергей Николаевич ВЕРНОВ**  
**(11.07.1910 – 26.09.1982)**

Вернов Сергей Николаевич (Россия) — физик, академик АН СССР (1968). Окончил Ленинградский политехнический институт им. М. И. Калинина (1931). Лауреат Государственной премии (1949), Ленинской премии (1960), Герой Социалистического Труда (1980).

Будучи студентом, С. Н. Вернов начинает работать в Радиевом институте АН СССР, куда по окончании института поступает в аспирантуру. Сфера интересов молодого сотрудника — космические лучи. Этой теме посвящены его первые научные работы. В 1935 г. он защитил кандидатскую диссертацию на тему «Изучение космических лучей в стратосфере при помощи радиозондов». Разработка С. Н. Верновым нового метода стратосферных исследований заинтересовала С. И. Вавилова, и он пригласил его в докторантуру ФИАН для продолжения исследования космических лучей. В 1935 г. молодой ученый переезжает в Москву.

Усовершенствовав метод стратосферных измерений на шарах-зондах, С. Н. Вернов провел успешные исследования широтного эффекта космических лучей (1936–1938). Эксперименты в стратосфере показали, что на экваторе поток частиц космических лучей меньше, чем на высоких широтах. Это означало, что магнитное поле Земли отклоняет космические частицы и, следовательно, они являются заряженными.

В 1943 г. С. Н. Вернов переходит на работу в Московский государственный университет (МГУ), где работает сначала в качестве профессора кафедры атомного ядра и радиоактивных излучений физического факультета, а затем заведующим кафедрой космических лучей на том же факультете. После образования в 1946 г. Научно-исследовательского института ядерной физики (НИИЯФ) он стал заместителем директора института. С 1960 г. и до последних дней своей жизни С. Н. Вернов — директор НИИЯФ МГУ.

С 1946 г. С. Н. Вернов решает задачу поглощения первичных протонов и генерации вторичной компоненты космических лучей, в частности, электронно-фотонной. Для проведения исследований под его руководством были разработаны новые уникальные приборы, и, когда в 1947 г. в России были проведены первые запуски баллистических ракет, С. Н. Вернову



**Sergei Nikolaevich VERNOV**  
**(11.07.1910 – 26.09.1982)**

Vernov Sergei Nikolaevich (Russia) — physicist, Academician of the Academy of Sciences of the USSR (1968). Graduate of the Leningrad Polytechnic Institute named after Kalinin (1931). Laureate of the State Prize (1949), the Lenin Prize (1960); Hero of the Socialist Labour (1980).

S. N. Vernov started to work at the Radium Institute of AS USSR when he was a student; he took postgraduate courses there after graduating from the Leningrad Polytechnic Institute. He became interested in the problem of cosmic radiation and devoted his first papers to this topic. S. N. Vernov defended his candidate thesis (1935)

in the theme «Studying Cosmic Rays in Stratosphere Using Radio-Probes». S. I. Vavilov was intrigued by the new method of research in stratosphere worked out by S. N. Vernov and invited the young scientist to attend PhD courses at the Lebedev Physical Institute of AS USSR and continue his studies of cosmic rays. In 1935 the young scientist moved to Moscow.

Having improved the method of stratosphere measurements in balloon probes, S. N. Vernov conducted successful research of the latitude effect of cosmic rays (1936–1938). The experiments in stratosphere showed that the particle flux of cosmic rays is smaller in the equator than in higher lines of latitude. It meant that the magnetic field of the Earth deflects cosmic particles and, consequently, that they have charge.

In 1943 S. N. Vernov started his work at Moscow State University where at first he worked as a Professor at the chair of atomic nucleus and radioactive radiation of the physics department, then as Head of the chair of cosmic rays of the same department. After the Scientific Research Institute of Nuclear Physics (SRINP) was established in 1946 he became Deputy Director of the Institute. From 1960 until his last days S. N. Vernov served as SRINP MSU Director.

In 1946 S.V.Vernov started studying the problem of primary protons absorption and generation of the secondary component of cosmic rays, in particular, the electron-photon one. Unique new devices were developed under his guidance; when in 1947 the first startups of ballistic rockets were held S. N. Vernov managed to obtain permission to install his devices in two rockets. Those startups can



удалось получить разрешение на установку своей аппаратуры на двух ракетах. Эти запуски можно рассматривать как первые в нашей стране запуски геофизических ракет.

В последующие годы пуски ракет с научным оборудованием приобрели регулярный характер. Анализ полученных при этом данных позволил С. Н. Вернову сделать фундаментальный вывод о постоянстве потока космических лучей в интервале высот 50–100 км над поверхностью Земли, указать верхний предел интенсивности космических гамма-квантов, измерить ионизирующую способность первичных частиц.

Пик творческой и научно-организационной деятельности С. Н. Вернова пришелся на 1950-е гг. Космические лучи начинают интересовать его как средство изучения других объектов: межпланетной среды, солнечной активности. С началом «спутниковой эры» эта область исследований становится для него основной. На третьем искусственном спутнике Земли (1958) был установлен прибор нового типа на основе сцинтилляционного счетчика, имевший многоцелевое назначение, что позволило обнаружить стационарную зону высокой интенсивности излучения в полярной области Земли и расшифровать ее состав: электроны с энергией, достигавшей сотен кэВ. Это было первое обнаружение внешнего радиационного пояса Земли.

Исследования радиационных поясов Земли, проводившиеся под руководством С. Н. Вернова до последних лет его жизни, позволили получить много результатов, ценных как для науки, так и для практики. Было обнаружено явление стока частиц радиационных поясов в районах планетарных магнитных аномалий в Южной Атлантике. Исследованы и выявлены детали различных процессов: захвата частиц, их ускорения, связи высыпания частиц с различными возмущениями магнитосферы и даже с искусственным воздействием человека на радиационные пояса. Результаты этих экспериментов позволили создать количественную теорию радиационных поясов Земли и вообще радиации в околоземном космическом пространстве.

Признанный лидер советской космофизической школы, крупный организатор науки, С. Н. Вернов за полвека активной творческой деятельности вписал яркие страницы в историю изучения космических лучей и освоения космического пространства.

be regarded as the first launches of geophysical rockets in our country.

Later, rockets with scientific equipment on board were launched regularly. Based on the analysis of the obtained data, S. N. Vernov could make a basic conclusion on the permanent character of the cosmic ray flux in the interval of 50–100 km above the Earth, indicate the upper limit of the cosmic gamma quanta intensity and measure the ionizing property of primary particles.

The 1950s were the years of the peak creative and scientific-organizational activities of S. N. Vernov. He became interested in cosmic radiation as a tool to study other topics: interplanetary medium, solar activity. The «sputnik» era made this field of research the main interest of the scientist. A device of a new type constructed on the basis of a scintillation counter was installed on the third man-made satellite (1958) that was of a multipurpose character. It allowed the discovery of a stationary zone of high-intensity radiation in the polar region of the Earth and deciphering its composition: electrons with the energy up to hundreds of keV. It was the first discovery of the Earth's external radiation belt.

The studies of the Earth's radiation belts conducted under the guidance of S. N. Vernov until his last days made it possible to obtain many results that were valuable both for science and for practice. Scientists discovered the phenomenon of particle outflow of radiation belts in the regions of planetary magnetic anomalies in the South Atlantic. They studied and found out the details of various processes: particle capture, particle acceleration, connection of dropout with different excitations of magnetosphere and even artificial action of man on the radiation belts. The results of those experiments made it possible to develop the quantitative theory of the Earth's radiation belts and, in general, radiation in near-Earth space.

S. N. Vernov was an acknowledged leader of the Soviet cosmological-physical school, an outstanding science organizer. In 50 years of his fruitful scientific career he made bright discoveries in the studies of cosmic radiation and space exploration.

**Михаил Григорьевич МЕЩЕРЯКОВ**  
(17.09.1910 – 24.05.1994)

Мещеряков Михаил Григорьевич (Россия) — физик, член-корреспондент АН СССР (1953). Окончил Ленинградский государственный университет (1936). Лауреат Государственных премий (1951, 1953).

Окончив с отличием Ленинградский государственный университет, М. Г. Мещеряков в течение трех лет проходил аспирантуру под руководством профессора И. В. Курчатова в Радиовом институте АН СССР. Здесь в те годы сооружался первый в СССР циклотрон, начинались пионерские исследования в области физики нейтронов и радиохимии продуктов искусственных превращений ядер. Его научные взгляды как физика-экспериментатора были сформированы в атмосфере проводившихся на высоком академическом уровне исследований, инициированных В. И. Вернадским, Л. В. Мысовским, В. Г. Хлопиным.

Аспирант М. Г. Мещеряков активно включился в работу по вводу в действие однометрового циклотрона (1938), в экспериментах после запуска которого он обнаружил сильную флуктуацию величин сечений радиационного захвата быстрых нейтронов с ростом массового числа ядра. Результаты этих исследований М. Г. Мещеряков обобщил в кандидатской диссертации, успешно защищенной им в 1940 г. В том же году он возглавил лабораторию в Радиовом институте.

В начале Великой Отечественной войны М. Г. Мещеряков добровольцем ушел на фронт. После ранения и демобилизации в июле 1942 г. он вернулся в Радиовый институт, находившийся в эвакуации в стенах Казанского университета, и сразу включился в работы по атомной проблеме.

В 1944 г., после прорыва блокады Ленинграда, М. Г. Мещеряков с сотрудниками восстанавливает циклотрон и проводит на нем облучение урановых блоков в связи с разработкой заводской технологии выделения плутония из урана. В то же время, используя циклотрон как масс-сепаратор с весьма высокой разрешающей способностью, он проводит цикл экспериментов по определению изотопного состава гелия различного происхождения.

В 1946–1947 гг. М. Г. Мещеряков в качестве научного эксперта от СССР принимает участие в работе Технического комитета Атомной комиссии ООН. По возвращении из США он назначается заместителем директора Института атомной энергии (Москва) и научным руководителем работ по проектированию и сооружению в районе

**Mikhail Grigorievich MESHCHERYAKOV**  
(17.09.1910 – 24.05.1994)



Meshcheryakov Mikhail Grigorievich (Russia) — physicist, Corresponding Member of the Academy of Sciences of the USSR (1953). Graduate of the Leningrad State University (1936). Laureate of State Prizes (1951, 1953).

Having graduated from the Leningrad State University with honours, M. G. Meshcheryakov took postgraduate courses for three years under the guidance of Professor I. V. Kurchatov at the Radium Institute of AS USSR. At that time the USSR's

first cyclotron was under construction and pioneer research in neutron physics and radiochemistry of products of the nuclei artificial transformations was started there. His scientific views as a physicist-experimenter evolved in the atmosphere of academic high-level research initiated by V. I. Vernadsky, L. V. Mysovsky, V. G. Khlopin.

The postgraduate Mikhail Meshcheryakov enthusiastically joined the work on launching the one-meter cyclotron (1938); in experiments after its startup he discovered strong fluctuation of the cross sections' values of fast neutrons radiation capture with the growth of the nucleus mass number. M. G. Meshcheryakov summed up the results of those studies in his candidate thesis which he successfully defended in 1940. The same year he became chief of a laboratory at the Radium Institute.

When the Great Patriotic War broke out M. G. Meshcheryakov volunteered to the front. In July 1942, after being injured and demobilized, he returned to the Radium Institute, which was evacuated to Kazan University at the time. He immediately joined the research on the atomic problem.

When the blockade of Leningrad was breached in 1944 M. G. Meshcheryakov and his colleagues reconstructed the cyclotron and irradiated uranium blocks at it in connection with the work-out of industrial technology of plutonium extraction from uranium. At the same time, using the cyclotron as a mass separator with a high resolution capacity, he conducted a cycle of experiments to determine the isotope composition of helium of various origins.

In 1946–1947, as a scientific expert from the USSR, M. G. Meshcheryakov took part in the work of the Technical Committee of the UN Atomic Board. On his return from the USA, he was appointed deputy director of the Atomic Energy Institute

поселка Большая Волга в будущей Дубне крупнейшего в то время ускорителя — шестиметрового синхроциклотрона (1949). М. Г. Мещеряков являлся директором организованной на базе синхроциклотрона Гидротехнической лаборатории, позже получившей название Института ядерных проблем АН СССР, до 1956 г., когда этот институт вошел в состав Объединенного института ядерных исследований.

Талантливый ученый и организатор, М. Г. Мещеряков руководил крупным научно-исследовательским институтом на территории строящегося города, вникая не только в научные проблемы, но и в проблемы градостроительства. Он был первым, кто определил социальный облик будущей Дубны — города с особой атмосферой незримой работы человеческой мысли.

С 1950 г. научные интересы М. Г. Мещерякова сосредоточены на исследовании процессов сильных взаимодействий нуклонов при высоких энергиях. Инициированный им цикл исследований структуры ядер на пучках протонов с энергией 660 МэВ привел к открытию явлений кластеризации в ядрах и оказал существенное влияние на последующее развитие релятивистской ядерной физики. Оригинальные результаты исследований М. Г. Мещерякова получили широкую известность и нашли впоследствии подтверждение в работах ученых из других научных центров.

Являясь с 1954 г. профессором Московского государственного университета, М. Г. Мещеряков большое внимание уделял подготовке научных кадров. Он был членом Научного совета по использованию вычислительной техники и средств автоматизации в экспериментальной ядерной физике при Отделении ядерной физики АН СССР, членом редколлегии журналов «Атомная энергия», «Ядерная физика», «Nuclear Instruments and Methods», «Физика элементарных частиц и атомного ядра» и др.

В 1966 г. М. Г. Мещерякову было поручено создать в ОИЯИ специальную лабораторию для разработки методов использования новейших достижений вычислительной техники и автоматизации в научных исследованиях. Новые технические средства, появившиеся благодаря этому в Институте, существенно расширили диапазон экспериментальных и теоретических исследований, способствовали развитию новых научных направлений.

Имя Михаила Григорьевича Мещерякова неразрывно связано с кругом советских ученых, которые первыми в нашей стране приступили к строительству больших ускорителей, проведению исследований по физике атомного ядра и элементарных частиц, разработке проблем автоматизации научных исследований.

(Moscow) and the scientific leader of the work to design and construct the largest at that time accelerator — the six-meter synchrocyclotron (1949) — in the future Dubna city, in the vicinity of the Bolshaya Volga settlement. M. G. Meshcheryakov was the director of the Hydrotechnical Laboratory organized on the basis of the synchrocyclotron, which was later called the Institute of Nuclear Problems, AS USSR. After 1956 this Institute became part of the Joint Institute for Nuclear Research.

A talented scientist and organizer, M. G. Meshcheryakov was the head of a large scientific research institute in the territory of the city under construction; he carefully considered not only scientific issues but the tasks of city planning as well. He was the first to define the image of the future Dubna — the city with a special atmosphere of invisible but constant work of human mind.

From 1950, scientific interests of M. G. Meshcheryakov were concentrated on the studies of processes of nucleon strong interactions at high energies. He initiated a cycle of research of nuclei structure on 660 MeV proton beams that brought about the discovery of the clusterization phenomena in nuclei and considerably influenced further development of relativistic nuclear physics. Unconventional results of research conducted by M. G. Meshcheryakov became widely known and were later proved in the studies of scientists from other scientific centres.

From 1954 M. G. Meshcheryakov was Professor of Moscow State University. He always paid much attention to training of scientific staff. He was member of the Scientific Council on application of computing techniques and automation means in experimental nuclear physics at the AS USSR department of nuclear physics, member of the editorial boards of such journals as «Atomic Energy», «Nuclear Physics», «Nuclear Instruments and Methods», «Physics of Elementary Particles and Atomic Nuclei» and others.

In 1966 M. G. Meshcheryakov received an assignment to organize a special laboratory at JINR for elaboration of methods to apply the latest achievements in computer technology and automation to scientific research. New techniques that emerged at the Institute due to this work considerably widened the range of experimental and theoretical research and facilitated the development of new scientific trends.

Mikhail Grigorievich Meshcheryakov belonged to the group of outstanding Soviet scientists who were the first in our country to start the construction of large accelerators, conduct research in physics of atomic nucleus and elementary particles, and work-out of automation of scientific research.



7 мая в Дубне под председательством полномочного представителя Правительства Словацкой Республики С. Дубнички состоялась внеочередная сессия Комитета полномочных представителей правительств государств-членов ОИЯИ.

КПП принял следующие решения:

- прекратить полномочия директора ОИЯИ академика Российской академии наук Алексея Норайровича Сисакяна в связи со смертью с 1 мая 2010 г. досрочно;
- назначить вице-директора Института Михаила Григорьевича Иткиса временно исполняющим обязанности директора ОИЯИ до выборов нового директора Института на сессии Комитета полномочных представителей правительств государств-членов Объединенного института ядерных исследований.

32-я сессия Программно-консультативного комитета по ядерной физике состоялась 17–19 июня под председательством профессора В. Грайнера.

Члены ПКК по ядерной физике почтили память директора ОИЯИ Алексея Норайровича Сисакяна, внесшего исключительный вклад в развитие ОИЯИ и его сотрудничество с научными центрами стран-участниц и других стран. ПКК глубоко скорбит и разделяет боль тяжелой утраты академика А. Н. Сисакяна для коллектива сотрудников ОИЯИ и для всего международного научного сообщества.

Председатель комитета В. Грайнер доложил о выполнении рекомендаций предыдущей сессии ПКК. И. о. директора ОИЯИ М. Г. Иткис проинформировал ПКК о резолюциях 107-й сессии Ученого совета ОИЯИ (февраль 2010 г.) и о решениях Комитета полномочных представителей ОИЯИ (март, май 2010 г.).

Заслушав доклад по прикладным исследованиям и инновационной деятельности в ОИЯИ, ПКК подчеркнул особую важность этих работ и отметил высокий потенциал ОИЯИ в широкой области прикладных исследований.

Высоко оценив результаты, полученные в рамках реализации темы «Нейтронная ядерная физика — фундаментальные и прикладные исследования», ПКК рекомендовал закрыть эту тему в конце 2010 г. и поддержал продолжение программы исследований по нейтронной физике в 2011–2013 гг. в рамках новой темы «Исследования в области нейтронной ядерной физики» с первым приоритетом.

An extraordinary session of the Committee of Plenipotentiaries of the Governments of the JINR Member States was held in Dubna on 7 May. It was chaired by the Plenipotentiary of the Government of the Slovak Republic to JINR, S. Dubnička.

The CP took the following decisions:

- To terminate prematurely, as of 1 May 2010, the powers of the Director of JINR, Alexei Sissakian, due to his death.
- To appoint JINR Vice-Director Mikhail Itkis as Acting Director of JINR until the election of a new Director of JINR at a session of the Committee of Plenipotentiaries of the Governments of the Member States of the Joint Institute for Nuclear Research.

The 32nd meeting of the Programme Advisory Committee for Nuclear Physics was held on 17–19 June. It was chaired by Professor W. Greiner.

The members of the PAC for Nuclear Physics commemorated the Director of JINR, Alexei Sissakian, who has made outstanding contributions to the development of JINR and of its cooperation with research centres of the Member States and other partners. The PAC deeply regrets the sad loss of Academician A. Sissakian. He will be sorely missed by the scientific community at Dubna and worldwide.

The Chairperson of the PAC, W. Greiner, presented the implementation of the recommendations taken at the previous meeting. JINR Acting Director M. Itkis informed the PAC about the Resolution of the 107th session of the Scientific Council (February 2010) and about the decisions of the Committee of Plenipotentiaries (March, May 2010).

Concerning the report «Applied Research and Innovative Activities at JINR» presented at the meeting, the PAC emphasized the considerable importance and impact of this area of JINR work and highly appreciated JINR's experience and potential in a wide range of applied fields.

The PAC appreciated the results obtained within the framework of the theme «Nuclear Physics with Neutrons — Fundamental and Applied Investigations». It recommended completion of this theme by the end of 2010 and supported continuation of the research programme in neutron nuclear physics



Заслушав информацию по проекту SPRING, ПКК рекомендовал продолжить работу по исследованию реакций с образованием пионных пар, включая поляризационные эксперименты.

ПКК отметил результаты, полученные в течение последних трех лет в рамках проекта «Мюон», в частности, по исследованию феррожидкостей с магнитными наночастицами с применением  $\mu^+$ SR-метода и изучению магнитных свойств в полупроводниках (Si, Ge) и алмазах с использованием  $\mu^-$ SR-метода. Новый проект «Мюон» представляет собой программу, полностью относящуюся к физике твердого тела, и поэтому должен рассматриваться ПКК по физике конденсированных сред. В то же время, учитывая высокую международную репутацию коллаборации «Мюон», ПКК рекомендовал продолжить эти эксперименты и их финансирование.

ПКК детально проанализировал работу над проектами двух новых установок ЛЯР, рассматриваемых в рамках программы DRIBs-III. Были рассмотрены научные и технические аспекты создания установок нового поколения: фрагмент-сепаратора АКУЛИНА-2 и газонаполненного сепаратора тяжелых ядер. ПКК отметил, что дальнейший прогресс в экспериментальных исследова-

ниях реакций с радиоактивными пучками и свойств сверхтяжелых элементов в ЛЯР зависит от параметров сепараторов, которые, в соответствии с семилетним планом развития ОИЯИ, должны удовлетворять современным экспериментальным требованиям.

Коллаборация АКУЛИНА успешно и продуктивно работает в течение последних 15 лет. В частности, на установке получены интересные данные по свойствам протонно-избыточных ядер  ${}^6\text{Be}$  и  ${}^{26}\text{S}$ . Принимая во внимание финансовые ограничения ЛЯР, ПКК предложил сфокусировать научную программу АКУЛИНА-2 на нескольких уникальных экспериментах в области низких энергий, а также рекомендовал начать техническое проектирование сепаратора с уточнением научной программы.

Новый газонаполненный on-line электромагнитный сепаратор ядер отдачи предназначен для исследования реакций на тяжелых ионах. ПКК отметил высокую эффективность сепаратора (как для симметричного, так и асимметричного входных каналов), простоту его конструкции, относительно низкую стоимость выбранного варианта и рекомендовал продолжить обсуждение проекта на следующей сессии.

Члены ПКК с интересом заслушали доклад по теоретическому описанию долин при симметричном и

under a new theme «Investigations in the Field of Nuclear Physics with Neutrons» during 2011–2013 with first priority.

Based on the information presented on the SPRING project, the PAC recommended continuation of the investigations of reactions with proton pair formation, including experiments with polarization.

The PAC noted the new results obtained in the MUON project during the last three years, particularly in investigations of ferrofluids with magnetic nanoparticles with the  $\mu^+$ SR method and in the study of magnetic properties in semiconductors (Si, Ge) and in diamonds using the  $\mu^-$ SR method. According to this PAC, the new project MUON is an almost pure solid-state physics programme that should be addressed by the PAC for Condensed Matter Physics. For the meantime, given the high international reputation of the MUON collaboration, continuation of this project and its financing was recommended.

The PAC discussed the projects of two new facilities proposed within the framework of the DRIBs-III programme. Scientific plans and technical details of the next generations of both in-flight fragment-separator

ACCULINNA-2 and gas-filled separator for heavy nuclei were examined. The PAC stated that further progress in experimental studies of reactions with radioactive beams and properties of superheavy elements depended on the chosen parameters of both separators at the Flerov Laboratory that should meet modern requirements in accordance with the JINR seven-year plan.

The ACCULINNA collaboration has been quite successful and productive for the last 15 years. In particular, its physicists obtained high-quality results on the proton-rich  ${}^6\text{Be}$  and  ${}^{26}\text{S}$  nuclei. Due to the financial restrictions of FLNR, the PAC would appreciate a scientific programme more focused on a couple of experiments to be unique around the world and possible in the low-energy domain. It also recommended starting a more detailed technical design of the separator by reconsidering its initial broad scientific programme at its next meeting.

The new multipurpose gas-filled on-line electromagnetic recoil separator is designed for investigation of heavy-ion induced reactions. The PAC appreciated the high efficiency of the separator (for both symmetric and asymmetric entrance channels), its simplicity and the relatively



Дубна, июнь.  
Сессии программно-консультативных  
комитетов

Dubna, June.  
Meetings of the Programme Advisory  
Committees



асимметричном делении  $^{226}\text{Th}$ . Это теоретическое исследование тесно связано с экспериментальным изучением массового распределения осколков деления, проводимым в ЛЯР.

**33-я сессия Программно-консультативного комитета по физике частиц состоялась 21–22 июня под председательством профессора Э. Томази-Густафсона.**

Члены ПКК по физике частиц почтили память Алексея Норайровича Сисакяна, который внес неоценимый вклад в развитие ОИЯИ как крупного международного центра фундаментальных исследований, играя лидирующую роль в формировании текущей и перспективной научных программ Института, образовательной и инновационной деятельности, основанных на «дорожной карте» стратегического развития ОИЯИ. Он, в частности, инициировал и возглавил проект по созданию в ОИЯИ коллайдера тяжелых ионов NICA. ПКК также отметил огромную заслугу А. Н. Сисакяна в укреплении международного сотрудничества и повышении привлекательности ОИЯИ для стран-участниц и других партнеров. С момента создания ПКК по физике частиц в 1994 г. и до 2006 г. А. Н. Сисакян координиро-

вал его работу в качестве вице-директора ОИЯИ и впоследствии, будучи директором, продолжал уделять работе этого комитета особое внимание. ПКК глубоко скорбит в связи с кончиной академика А. Н. Сисакяна.

ПКК принял к сведению информацию, представленную вице-директором ОИЯИ Р. Ледницким, о резолюции 107-й сессии Ученого совета ОИЯИ (февраль 2010 г.) и решениях Комитета полномочных представителей (КПП) правительств государств-членов ОИЯИ (март, май 2010 г.).

ПКК с удовлетворением отметил, что КПП высоко оценил значительный прогресс в модернизации ускорительного комплекса нуклотрон-М/NICA, констатируя, что в ходе 40-го и 41-го сеансов работы нуклотрона-М (2009–2010 гг.) была полностью выполнена физическая программа и продемонстрирована стабильная работа ускорительного комплекса при высокой интенсивности пучка. Впервые на нуклотроне проведено ускорение ионов с  $q/A \sim 1/3$ , а ионы ксенона ( $A = 124$ ) ускорены до энергии 1,5 ГэВ/нукл.; показана устойчивая работа магнитной системы при поле 1,8 Тл; успешно опробован и испытан новый режим работы кольца, позволяющий проводить длительные сеансы с технологическими перерывами без потерь гелия и увеличения потребления жидкого азота.

low costs of the chosen design, and recommended continuation of discussions on the final project at its next meeting.

The PAC heard with interest a scientific report on the description of the symmetric and asymmetric fission valleys in  $^{226}\text{Th}$ . This theoretical study is closely connected with the experimental research of the mass distribution of fission fragments performed at FLNR.

**The 33rd meeting of Programme Advisory Committee for Particle Physics was held on 21–22 June. It was chaired by Professor E. Tomasi-Gustafsson.**

The members of the PAC for Particle Physics commemorated Alexei Sissakian, who has made an outstanding contribution to the development of JINR as a large international centre for fundamental research, education of young scientists and innovative activities, and has played a leading role in the formulation of the JINR current and future research programmes based on the road map for JINR strategic development. In particular, he initiated and headed the largest project of JINR for the construction of the NICA heavy-ion collider. A. Sissakian has also greatly contributed to the promotion of the international coopera-

tion of JINR and of its attractiveness for the Member States and other partners. Since the establishment of the PAC for Particle Physics in 1994 up to 2006, as Vice-Director of JINR A. Sissakian coordinated the activity of this PAC and afterwards as Director he continued to take a keen interest in its work. The PAC deeply regrets the sad loss of Academician A. Sissakian.

The PAC was informed by JINR Vice-Director R. Lednický about the Resolution of the 107th session of JINR Scientific Council (February 2010) and about the decisions of the JINR Committee of Plenipotentiaries (March, May 2010).

The PAC was pleased to note that the Committee of Plenipotentiaries (CP) appreciated the significant progress in upgrading the Nuclotron-M/NICA accelerator complex. In particular, the CP stated that during the 40th and 41st runs of the Nuclotron-M (2009–2010) the physics research programme was fulfilled completely and stable operation of the accelerator complex at high intensity was demonstrated. For the first time at the Nuclotron, the acceleration of ions with  $q/A \sim 1/3$  was accomplished, and xenon ions ( $A = 124$ ) were accelerated up to the energy 1.5 GeV/nucleon. Stable work of the magnetic system at 1.8 T was



ПКК приветствовал подписание протоколов и соглашений с ЦЕРН, ИЯФ им. Г. И. Будкера и GSI о сотрудничестве по проекту NICA.

ПКК согласился с мнением экспертного комитета по ускорительному комплексу нуклотрон-M/NICA о значительном продвижении в разработке технического проекта коллайдера NICA, отметив важность дальнейшей работы для начала инфраструктурных преобразований в 2011 г., и ожидает представления предложения о следующем этапе реализации проекта «Нуклотрон-M/NICA» на следующей сессии. ПКК предложил руководству ОИЯИ опубликовать международное объявление о приеме предложений по проведению экспериментов на нуклотроне-M. ПКК выразил благодарность дирекции ЛФВЭ за организацию посещения нуклотрона-M и высоко оценил подробные пояснения, сделанные Г. В. Трубниковым.

ПКК принял к сведению доклад о ходе подготовки «белой книги», посвященной научной программе проекта NICA по изучению смешанной фазы и спиновой физики, отметил прогресс, достигнутый в данном направлении, и рекомендовал продолжить работу по формированию конкурентоспособной физической программы исследований с учетом ее комплементарности

с исследованиями, планируемыми в ЦЕРН, на RHIC и FAIR.

Высоко оценив усилия дирекции ОИЯИ по дальнейшему развитию партнерских программ, ПКК отметил, в частности, двусторонние соглашения ОИЯИ, подписанные в январе–марте 2010 г. с ЦЕРН, ИЯФ им. Г. И. Будкера, BNL, FNAL и с НИЯУ «МИФИ».

ПКК принял к сведению доклад о ходе работ по ILC, ведущихся в ОИЯИ, и рекомендовал продолжить участие в этих работах.

Заслушав доклады групп ОИЯИ о первых научных результатах в экспериментах ALICE, ATLAS и CMS, ПКК высоко оценил полученные результаты и ожидает на будущих сессиях регулярных сообщений об участии в анализе данных, основное внимание в которых следует уделить вкладу и деятельности физиков ОИЯИ.

Отметив решение КПП относительно участия ОИЯИ в наборе данных в экспериментах LHC (ATLAS, ALICE и CMS), ПКК присоединился к поздравлению КПП в адрес коллективов ОИЯИ с успешным выполнением обязательств по созданию и вводу в действие этих детекторов и одобрил активное участие сотрудников ОИЯИ в проведении анализа первых данных.

Заслушав предложение проекта «Многоцелевой детектор для изучения свойств горячей и плотной бари-

shown. Also for the first time a new operation mode for the ring was successfully tried and tested to allow long runs with routine breaks to be carried out without helium losses and without increasing liquid nitrogen consumption.

The PAC welcomed the recent signature of the protocols and agreements with CERN, the Budker INP, and GSI concerning collaboration on the NICA project.

The PAC concurred with the Nuclotron-M/NICA MAC about essential advancement in the Technical Design Report for the NICA and noted the importance of further work to start infrastructure upgrade in 2011. At its future meeting, it looks forward to being presented a proposal for the next step of realization of the Nuclotron-M/NICA project. The PAC encouraged the JINR management to publish an international call for experiments at the Nuclotron-M as soon as reliable performance figures can be presented qualifying for an outstanding physics programme. The PAC thanked the VBLHEP Directorate for the organization of the visit to the Nuclotron-M and appreciated the detailed explanations given by G. Trubnikov.

Concerning the report on the ongoing preparation of the white paper for the NICA programme on the mixed phase and spin physics, the PAC noted the progress

achieved in this field and recommended continuation of the work to elaborate a competitive research programme in view of its complementarity with studies planned at CERN, RHIC, and FAIR.

The PAC highly appreciated the new efforts of the Directorate towards further development of the JINR partnership programmes, noting, in particular, the bilateral agreements signed by JINR in January–March 2010 with CERN, the Budker INP, BNL, FNAL, and MEPI.

The PAC took note of the report on the progress for ongoing developments at JINR related to the ILC and recommended further participation in this work.

The PAC took note of the reports by JINR groups on the first scientific results in the ALICE, ATLAS, and CMS experiments and highly appreciated the obtained results. It looks forward at its future meetings to regular presentations of JINR's participation in data analysis focusing on JINR physicists' contributions and activities.

Noting the decision of the Committee of Plenipotentiaries concerning JINR's participation in data taking in the LHC experiments (ATLAS, ALICE and CMS), the PAC joined the CP in recognizing the successful fulfillment of the obligations in the construction and the commissioning



онной материи на коллайдерном комплексе NICA (MPD)», ПКК рекомендовал одобрить его для выполнения до конца 2015 г., отметив важность предлагаемой научной программы, прогресс в формировании международной коллаборации и большой интерес со стороны научной общественности. ПКК выразил удовлетворение в связи с публикацией первой версии всестороннего концептуального проекта MPD.

Заслушав предложение об участии ОИЯИ в проекте СВМ, ПКК рекомендовал одобрить его для выполнения до конца 2015 г., предложив группе ОИЯИ сосредоточиться на конкретных научно-исследовательских работах и провести их в тесной связи с проектом MPD.

ПКК принял к сведению предложение проекта «Трансмутация» и рекомендовал одобрить его для выполнения до конца 2013 г., отметив практическую значимость предлагаемых исследований.

ПКК заслушал отчеты по темам «Математическая поддержка экспериментальных и теоретических исследований, проводимых ОИЯИ» и «Информационное, компьютерное и сетевое обеспечение деятельности ОИЯИ», отметил высокий уровень, востребованность и перспективность проводимых исследований и рекомендовал продолжить их до конца 2013 г. ПКК рекомендовал ЛИТ, при поддержке руководства Института,

подготовить предложение о создании вычислительного центра большой мощности, который обеспечил бы ученых ОИЯИ адекватными вычислительными возможностями в будущем.

Заслушав отчет об участии ОИЯИ в проекте BES-III, ПКК высоко оценил полученные результаты, важность этих работ и рекомендовал продолжить их до конца 2013 г.

С интересом ознакомившись со стендовыми сообщениями в области физики частиц, представленными молодыми учеными из ЛФВЭ и ЛТФ, ПКК рекомендовал продолжить включение такой формы презентаций в программу будущих сессий, а также поддержал предложение о публикации в «Письмах в ЭЧАЯ» докладов, представленных на этой сессии в виде стендовых сообщений.

ПКК с интересом заслушал научные доклады: «Наблюдение в эксперименте OPERA первого события — кандидата на появление тау-нейтрино в пучке CNGS» (Ю. А. Горнушкин), «Спиновая структура нуклона» (Г. Маллот), «Эксперимент NA61/SHINE на SPS ЦЕРН» (М. Газдицкий).

of these detectors, as well as the active involvement of JINR staff members in the first data analysis.

The PAC considered the proposal of the project «MultiPurpose Detector to Study Properties of Hot and Dense Baryonic Matter at the NICA Collider (MPD)» and recommended its approval until the end of 2015. It noted the importance of the proposed scientific programme, the progress in the organization of the international collaboration, and the great interest from a wide scientific community. The PAC was pleased to see the first version of a comprehensive CDR.

The PAC considered the proposal for JINR's participation in the CBM project and recommended its approval until the end of 2015. It encouraged the JINR group to select and focus on specific R&D applications to be developed in close connection with MPD.

The PAC considered the proposal of the TRANSMUTATION project and recommended its approval until the end of 2013, noting the practical importance of the proposed studies.

The PAC reviewed the reports on the themes «Mathematical Support of Experimental and Theoretical Studies Conducted by JINR» and «Information, Computer and Net-

work Support of JINR's Activity», noted the high level, the necessity, and the good prospects of the ongoing research and recommended continuation of these activities until the end of 2013. The PAC also recommended that LIT, with the support of the JINR management, prepare a proposal for a High Power Computing Centre at JINR which would provide the JINR scientists with adequate computational capacity in the future.

The PAC took note of the report on JINR's participation in the BES-III project, highly appreciated the received results and the importance of this work, and recommended continuation of this activity until the end of 2013.

The PAC appreciated the poster presentations in particle physics prepared by young scientists from VBLHEP and BLTP and recommended that this form of presentations be included in the agenda of its future meetings. It encouraged the publication of the reports delivered at this session as poster presentations in the journal «Physics of Elementary Particles and Atomic Nuclei, Letters».

The PAC noted with interest the scientific reports: «Observation of a First Tau Neutrino Candidate Event in the OPERA Experiment in the CNGS Beam» (by Yu. Gor-

**32-я сессия Программно-консультативного комитета по физике конденсированных сред состоялась 24–25 июня под председательством профессора В. Канцера.**

Члены ПКК по физике конденсированных сред почтили память Алексея Норайровича Сисакяна, внесшего выдающийся вклад в развитие ОИЯИ как международного центра фундаментальных физических исследований. ПКК также почтил память Франтишека Спурны, члена ПКК по физике конденсированных сред в период с 2005 по 2010 г., внесшего значительный вклад в укрепление сотрудничества между ОИЯИ и исследовательскими центрами Чешской Республики. ПКК глубоко скорбит в связи с кончиной академика А. Н. Сисакяна и профессора Ф. Спурны.

Председатель ПКК В. Канцер представил краткий обзор доклада, сделанного на сессии Ученого совета Института (февраль 2010 г.), а также информацию о выполнении рекомендаций предыдущей сессии ПКК.

Главный ученый секретарь ОИЯИ Н. А. Русакович проинформировал ПКК о резолюции 107-й сессии Ученого совета Института (февраль 2010 г.) и решениях Комитета полномочных представителей (март, май 2010 г.). Члены ПКК с удовлетворением отметили, что большинство рекомендаций предыдущей сессии ПКК,

касающихся исследований ОИЯИ в области конденсированных сред, были приняты Ученым советом и дирекцией ОИЯИ.

Заслушав сообщение по завершающейся теме «Информационное, компьютерное и сетевое обеспечение деятельности ОИЯИ», ПКК рекомендовал продолжать и развивать исследования в рамках этой темы на период 2011–2013 гг., уделяя особое внимание вопросам защиты данных в грид-среде.

ПКК принял к сведению информацию о последних работах по модернизации реактора ИБР-2 и с удовлетворением отметил, что модернизация подходит к завершению в соответствии с графиком работ. ПКК поддержал план подготовки реактора к физическому пуску, отметив, что своевременное и полное финансирование запланированной деятельности является решающим для успешного завершения его модернизации, и рекомендовал продолжить работы по установке, наладке и настройке нового оборудования реактора, а также по проекту криогенных замедлителей.

ПКК принял к сведению обзор относительно исследований в области нанофизики и наноматериалов с помощью методов нейтронного рассеяния, выполненных в ЛНФ совместно с институтами стран-участниц ОИЯИ. Высоко оценив широкий спектр исследований,

nushkin), «Spin Structure of the Nucleon» (by G. Mallot), and «NA61/SHINE at the CERN SPS» (by M. Gazdzicki).

**The 32nd meeting of the Programme Advisory Committee for Condensed Matter Physics was held on 24–25 June. It was chaired by Professor V. Kantser.**

The members of the PAC for Condensed Matter Physics commemorated Alexei Sissakian, who has made an outstanding contribution to the development of JINR as an international centre of excellence for fundamental physics research. The PAC also commemorated František Špurný, a member of this PAC during 2005–2010, who has significantly contributed to the strengthening of collaboration between JINR and Czech research centres. The PAC deeply regrets the sad loss of Academician A. Sissakian and Professor F. Špurný.

The Chairperson of the PAC presented a short overview of the PAC report delivered at the session of the JINR Scientific Council in February 2010 and information about the implementation of the recommendations of the previous PAC meeting.

JINR Chief Scientific Secretary N. Russakovich informed the PAC about the Resolution of the 107th session of the JINR Scientific Council (February 2010) and about the decisions of the JINR Committee of Plenipotentiaries (March, May 2010). The PAC was pleased to note that most of the recommendations of the previous PAC meeting concerning JINR research in the areas of condensed matter physics had been accepted by the JINR Scientific Council and Directorate.

Concerning the report on the closing theme «Information, Computer and Network Support of JINR's Activity», the PAC recommended the extension of this theme in 2011–2013 with special emphasis on data protection in the Grid environment.

The PAC took note of the report about the latest work on modernization of the IBR-2 reactor and noted that it was nearing completion in accordance with schedule. It also supported the plan concerning the preparation of the reactor for the physical start-up and noted that timely and full financing of the planned activities has crucial importance for successful completion of the reactor modernization. The PAC recommended continuation of efforts for the installa-

значимость научных результатов и эффективное сотрудничество в этих направлениях, ПКК выразил надежду, что перезапуск реактора ИБР-2 после модернизации и реализация политики пользователей спектрометрического комплекса обеспечат дальнейшее развитие и расширение совместных исследований в области нанофизики, наноматериалов и в других направлениях физики конденсированных сред с университетами и научными центрами стран-участниц и других стран.

Заслушав обзор текущих работ ЛТФ в области физики наносистем, ПКК высоко оценил последние результаты исследований углеродных наноструктур, атомных кластеров, квантовых точек и переходов Джозефсона и рекомендовал продолжить теоретические исследования процессов в наноструктурах и новых материалах, включая работы, связанные с экспериментальными исследованиями на базовых установках ОИЯИ.

ПКК отметил доклад о текущем состоянии работ по созданию дифрактометра ДН-6 и высоко оценил прогресс, достигнутый при реализации данного проекта, который выполняется с первым приоритетом в соответствии с планом работ. ПКК рекомендовал завершить формирование основной конфигурации дифрактометра ДН-6 к концу 2011 г., считая эту работу основной задачей в развитии комплекса спектрометров ИБР-2М.

Приняв к сведению информацию о текущем состоянии спектрометра НЕРА-ПР, ПКК поддержал все планируемые работы по его модернизации и отметил исключительную важность финансовой поддержки за счет грантов полномочного представителя Правительства Республики Польша для полной замены зеркального нейтроновода НЕРА-ПР в 2010–2011 гг. ПКК одобрил программу первых экспериментов на реакторе ИБР-2М с использованием спектрометра НЕРА-ПР и рекомендовал установить высокий приоритет для выполнения данного проекта, поскольку замена зеркального нейтроновода спектрометра НЕРА-ПР после сентября 2010 г. потребует остановки экспериментов.

ПКК с большим интересом заслушал научные доклады: «Торможение и пробеги медленных тяжелых ионов в легких мишенях» (В. А. Кузьмин), «Изучение свойств и модификация многослойных наноструктур при облучении тяжелыми ионами высоких энергий» (А. Ю. Дидык), «Компьютерный анализ динамики низкоразмерных наноструктур во внешних полях» (А. А. Гусев), «Резонансные механизмы генерации терагерцового излучения и их связь с биологическими системами» (А. Н. Бугай), «Рассеяние на фрактальных системах на малые углы» (Э. Анитас) и «Исследования внутренней динамики некоторых стероидных гормо-

tion, adjustment and alignment of the new reactor equipment as well as for the project of cryogenic moderators.

The PAC heard an overview of research in the area of nanoscale physics and nanomaterials performed by FLNP in collaboration with research institutes of the JINR Member States by neutron scattering methods. Appreciating the wide range of activities, the importance of scientific results and effective collaboration in this research area, the PAC expressed hope that the re-start of the IBR-2 reactor after modernization and realization of the user policy at the spectrometer complex would promote further development and extension of the collaborative research in nanoscale physics, nanomaterials and other condensed matter physics fields with universities and research centres in the Member States and other countries.

The PAC heard an overview of the current research at BLTP concerning the physics of nanosystems. It was impressed by recent results in the field of carbon nanostructures, atomic clusters, quantum dots, Josephson junctions, and recommended continuation of theoretical studies in the field of physical processes in nanostructures and new materials, including those related to experimental work at JINR basic facilities.

The PAC was informed about the status of the DN-6 diffractometer and appreciated the progress in the realization of this first-priority project that is under way according to planned schedule. It recommended completion of the basic configuration of DN-6 by the end of 2011, and regards this work as a major task in the development of the IBR-2M spectrometer complex.

The PAC took note of the information about the current status of the NERA-PR spectrometer and supported all the activities planned for modernization of the NERA-PR spectrometer. The PAC considered the financial support within the framework of grants of Poland's Plenipotentiary to be very important for the full replacement of the NERA-PR neutron mirror guide in 2010–2011. Since the replacement of the NERA-PR neutron mirror guide after September 2010 will require stopping of the experiments, the PAC recommended high priority for this project.

The PAC heard with much interest the scientific reports on various fields of condensed matter physics: «The Stopping and Range of Slow Heavy Ions in Light Targets» (by V. Kuzmin), «Studies of Properties and Modification of Multilayered Nanostructures by Swift Heavy Ions» (by A. Didyk), «Computer Analysis of Dynamics of Low-Di-

нов» (Д. Новак), отметив широкий спектр представленных научных направлений и высокий уровень исследований, проводимых в ОИЯИ. ПКК рекомендовал авторам докладов на будущих сессиях уделять основное внимание полученным результатам, а не детальным методологическим аспектам исследований.

ПКК с интересом заслушал информацию о рабочем совещании «Использование ускорителей заряженных частиц для изучения радиационных повреждений в системах высокого уровня организации (космические, медико-биологические и технические аспекты)» (29–30 марта 2010 г., Дубна) и подчеркнул важность использования потенциала ОИЯИ в исследованиях, отражающих различные аспекты биологического действия тяжелых заряженных частиц высоких энергий, применения ядерно-физических методов в исследовании планет и физической калибровке космической аппаратуры, изучении радиационных сбоев электроники космических аппаратов. ПКК рекомендовал ЛФВЭ представить на следующей сессии информацию относительно специального канала пучка на нуклотроне-М для медицин-

ских и радиобиологических экспериментов, а также поддержал инициативу дирекции ОИЯИ о создании Международного объединенного научного совета РАН по проблемам общей и космической радиобиологии, ориентированного на реализацию крупных исследовательских проектов по данной проблеме с использованием ускорителей заряженных частиц.

С удовлетворением отметив стендовые сообщения ученых ЛРБ в различных областях радиобиологии, ПКК избрал лучшей работой стендовое сообщение М. С. Ляшко «Стохастический подход к математическому моделированию SOS-системы в бактериальных клетках *Escherichia coli* при ультрафиолетовом облучении». Был отмечен высокий уровень сообщений М. Деперас-Каминьской «Создание калибровочных кривых для излучений с различной ЛПЭ с целью ретроспективной оценки дозы» и А. Н. Кокоревой «Влияние мутаций *rad53* на возникновение делеций под действием УФ- и  $\gamma$ -облучения у дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*». ПКК рекомендовал дирекции ОИЯИ наградить авторов этих работ на следующей сессии.

mensional Nanostructures in External Fields» (by A. Gusev), «Resonant Mechanisms of Optical Generation of Terahertz Radiation and Their Relation to Biological Systems» (by A. Bugay), «Small-Angle Scattering from Deterministic Fractal Systems» (by E. Anitas), and «Internal Dynamics Studies in Selected Steroid Hormones» (by D. Nowak). The PAC noted the wide spectrum of the scientific directions presented and high quality of research at JINR. At its future meetings the Committee wishes to hear new reports to be delivered by JINR scientists with emphasis on the obtained results rather than on detailed methodological aspects.

The PAC heard with interest the information about the workshop «Application of Charged Particle Accelerators in Studying Radiation Damage in Systems with a High Level of Organization (Space, Medical, Biological, and Technical Aspects)» (29–30 March 2010, Dubna). The PAC emphasized the importance of taking advantage of JINR's potential for the research focusing on different aspects of the biological effect of high-energy heavy charged particles, the use of nuclear physics methods in investigations of planets and physical calibration of space instruments, and radiation-caused failures of spacecraft electronics. It also rec-

ommended that VBLHEP present at its next meeting information concerning a special beam channel at the Nuclotron-M for medical and radiobiological experiments. The PAC supported the JINR Directorate's initiative to establish an International Joint Scientific Council of the Russian Academy of Sciences on the issues of general and space radiobiology, which would focus on realizing major research projects in this area using charged particle accelerators.

The PAC was pleased with the poster presentations by LRB young scientists in the various fields of radiobiology. The poster «A Stochastic Approach to the Mathematical Modeling of the SOS System in *Escherichia coli* Bacterial Cells under Ultraviolet Irradiation», presented by M. Lyashko, was selected as the best poster at the session. The PAC also noted two other high-quality posters: «Established Calibration Curves for Radiation of Different LET for Potential Retrospective Dose Estimation», presented by M. Deperas-Kamińska, and «Effects of *rad53* Mutation on Deletion Induction in Haploid Yeast *Saccharomyces cerevisiae* after UV- and  $\gamma$ -Irradiation», presented by A. Kokoreva. The PAC asked the JINR Directorate to award the authors of these papers at its next meeting.



**13 апреля** ОИЯИ посетил Государственный секретарь Союзного государства Белоруссии и России П. П. Бородин — для детального ознакомления с Институтом и ходом реализации проекта «Центр фундаментальных исследований и инновационных разработок на основе ускорительного комплекса NICA».

Во время посещения Лаборатории физики высоких энергий П. П. Бородин и сопровождавшие его лица ознакомились с ходом работ по модернизации нуклотрона, на базе которого планируется создать коллайдер NICA. Об одном из прикладных направлений — технологиях сверхпроводящих магнитов, разработанных в Дубне и применяющихся сегодня при создании ускорителей

в ведущих научных центрах мира, рассказал директор ЛФВЭ профессор В. Д. Кекелидзе. Заместитель директора Лаборатории информационных технологий профессор В. В. Кореньков продемонстрировал гостям работу системы грид, которая позволяет вести обработку данных с большого адронного коллайдера (LHC, ЦЕРН) непосредственно в Дубне. Профессор Ю. А. Панебратцев представил он-лайн-разработки в образовательной сфере.

П. П. Бородин и сопровождавшие его лица посетили также Лабораторию ядерных реакций, где осмотрели ускорительный комплекс циклотронов У-400—У-400М и созданные здесь уникальные физические установки.

Лаборатория физики высоких энергий им. В. И. Векслера и А. М. Балдина, 13 апреля.  
Визит в ОИЯИ Государственного секретаря Союзного государства Белоруссии и России П. П. Бородина (в центре)



Veksler and Baldin Laboratory of High Energy Physics, 13 April.  
State Secretary of the Union State of Belarus and Russia P. Borodin (centre) on a visit to JINR

State Secretary of the Belarus—Russia Union State P. Borodin visited JINR **on 13 April** for getting acquainted in detail with the Institute and status of the implementation of the project «Centre for Fundamental Research and Innovations on the Basis of the NICA Accelerator Complex».

P. Borodin and the accompanying persons visited the Veksler and Baldin Laboratory of High Energy Physics and saw the upgrading process at the Nuclotron around which the NICA collider is planned to be developed. VBLHEP Director Professor V. Kekelidze told the guests about a trend of applied research — the technology of supercon-

ducting magnets — developed in Dubna and used today in the construction of accelerators in leading scientific centres of the world. Deputy Director of the Laboratory of Information Technologies Professor V. Korenkov showed the guests the grid system in action that allows data processing from the Large Hadron Collider (LHC, CERN) directly in Dubna. Professor Yu. Panebrattsev presented on-line work-outs in education.

P. Borodin and the accompanying persons also visited the Flerov Laboratory of Nuclear Reactions where they saw the accelerator complex of the cyclotrons

О лидерских работах дубненских ученых по синтезу сверхтяжелых элементов и инновационных разработках лаборатории рассказал директор ЛЯР профессор С. Н. Дмитриев. В ходе визита состоялось обсуждение дальнейших планов по участию Союзного государства в проекте NICA.

**16 апреля** выпускникам кафедры информационных технологий Дубненского филиала МИРЭА были вручены дипломы. С отличием кафедру закончили Д. Баранов и А. Сичевой, с хорошими успехами — Н. Волнухин, М. Дмитриев, С. Дозоров, М. Зуев, Д. Мажарцев, С. Нечитайло, А. Поляков, И. Попов, А. Потемкин. Выпускников поздравили председатель Государственной экзаменационной комиссии академик А. Н. Сисакян, директор филиала М. А. Назаренко, заведующий кафедрой информационных технологий Э. Г. Никонов, а также профессорско-преподавательский состав кафедры.



Дубна, 16 апреля.  
Вручение дипломов  
выпускникам кафедры  
информационных  
технологий Дубненского  
филиала МИРЭА

Dubna, 16 April.  
The ceremony of handing the  
diplomas to the graduates of  
the chair of information  
technology of the Dubna  
department of MIREA

U400—U400M and other unique facilities developed there. FLNR Director Professor S. Dmitriev spoke to the guests about leading research of Dubna scientists in the synthesis of superheavy elements and innovative elaborations at the laboratory. Further plans for the involvement of the Union State in the NICA project were discussed.

**On 16 April**, graduates of the chair of information technology of the Dubna department of MIREA were presented their Diplomas. D. Baranov and A. Sichevoj graduated from the chair with honours; N. Volnukhin, M. Dmitriev, S. Dozorov, M. Zuev, D. Mazhartsev, S. Nechitajlo, A. Polyakov, I. Popov, and A. Potemkin showed good results of their studies. Chairman of the state examination board Academician A. Sissakian, the department director M. Nazarenko, head of the chair of information technology Eh. Nikonov and the chair teaching staff congratulated the graduates.

**24 апреля** ОИЯИ и ОЭЗ «Дубна» посетила делегация группы компаний «Ренова» во главе с председателем наблюдательного комитета В. Ф. Вексельбергом — координатором российской части проекта по созданию Центра исследований и разработок в подмосковном Сколково.

Гости побывали в Лаборатории физики высоких энергий, где познакомились с проектом создания ускорительного комплекса нуклотрон-М/NICA, предназначенного для проведения фундаментальных и прикладных исследований, а также с некоторыми из инновационных проектов, которые уже реализуются в Институте, в том числе с использованием возможностей особой экономической зоны «Дубна».

В. Ф. Вексельберг и сопровождавшие его лица посетили НПК «Альфа», созданный российской компанией «Треппор Технолоджи» на основе разработок ученых ОИЯИ. О новом масштабном проекте по созданию

A delegation of the Renova group headed by chairman of the supervisory committee V. Vekselberg visited JINR and SEZ «Dubna» **on 24 April**. V. Vekselberg is also a coordinator of the Russian part of the project to establish a research centre in Skolkovo near Moscow.

The guests visited the Veksler and Baldin Laboratory of High Energy Physics where they got acquainted with the project to develop the accelerator complex NICA/Nuclotron-M for fundamental and applied research and a number of innovation projects that are already implemented at the Institute, including those that use opportunities of the special economic zone «Dubna».

V. Vekselberg and the accompanying persons visited the Alfa Research and Production Centre established by the Russian Trackpore Technology company based on the elaborations of JINR scientists. Chairman of the Council of the Konkor group directors V. Kononov spoke to the guests about a new large-scale project to build modern



современного производства медицинской техники для каскадной фильтрации плазмы крови на правобережной площадке ОЭЗ «Дубна» в сотрудничестве с корпорацией РОСНАНО рассказал председатель совета директоров группы компаний «Конкор» В. М. Кононов. Гости осмотрели правобережную площадку особой экономической зоны в конгресс-центре ОЭЗ «Дубна».

**28 апреля** ОИЯИ посетили президент Российской академии медицинских наук (РАМН) М. И. Давыдов, руководители и ведущие специалисты Российского онкологического научного центра им. Н. Н. Блохина Б. И. Долгушин, С. И. Ткачев, Д. Г. Мацука и концерна «Алмаз Антей» Г. В. Козлов, В. Ф. Шевченко. В дирекции ОИЯИ делегацию встретили А. Н. Сисакян,

Г. Д. Ширков, А. Г. Ольшевский, Е. А. Красавин, Г. В. Трубников, Е. М. Сыресин, Г. В. Мицын, Е. И. Лучин. Во время беседы были затронуты вопросы совместной работы над проектом протонно-ионного комплекса для лечения онкологических заболеваний.

Делегация посетила Лабораторию ядерных проблем, где совместно со специалистами бельгийской фирмы IBA ведутся работы по созданию нового специализированного протонно-ионного циклотрона, а также Лабораторию физики высоких энергий.

**15–17 мая** проходил визит в ОИЯИ делегации Республики Кубы в составе директора Института научно-технической информации (ИДИКТ) К. Санчес и начальника департамента международных связей ИДИКТ Л. Мачадо.

Дубна, 24 апреля.  
Председатель наблюдательного комитета группы компаний «Ренова» В. Ф. Вексельберг (второй справа) знакомится с ходом работ по проекту NICA

Dubna, 24 April.  
Chairman of the supervisory committee of the Renova companies V. Vekselberg (second from right) is acquainted with the activities on the NICA project



production lines of medical equipment for cascade filtration of the blood plasma in the right-bank part of SEZ «Dubna» in collaboration with the ROSNANO corporation. The guests also visited the right-bank site of the special economic zone and an exhibition of innovative projects of the companies — SEZ residents displayed at the SEZ Congress Centre.

**On 28 April**, President of the Russian Academy of Medical Sciences (RAMS) M. Davydov, directors and leading specialists of the Blokhin Russian Oncological Scientific

Centre B. Dolgushin, S. Tkachev, D. Matsuka and representatives of the Almaz Antej corporate group G. Kozlov, and V. Shevchenko visited JINR. A. Sissakian, G. Shirkov, A. Olshevsky, E. Krasavin, G. Trubnikov, E. Syresin, G. Mitsyn, and E. Luchin received the guests at the JINR Directorate. Issues of joint work in the project of the proton-ion complex for oncological diseases treatment were discussed.

The delegation visited the Dzhelepov Laboratory of Nuclear Problems where a new specialized proton-ion cyclotron is being developed in collaboration with specialists

Гости посетили Учебно-научный центр ОИЯИ, где присутствовали на открытии практики для студентов из Египта. И. о. директора УНЦ С. З. Пакуляк рассказал о программах школ и стажировок для студентов и молодых специалистов из стран-участниц. В Лаборатории информационных технологий П. В. Зрелов, В. В. Кореньков, Т. А. Стриж, Ж. Ж. Мусульманбеков познакомили кубинских гостей с основными направлениями деятельности лаборатории, широкой областью применения грид-технологий. В Лаборатории ядерных реакций о программе научных исследований рассказал С. И. Си-

дорчук, в Лаборатории физики высоких энергий — П. И. Зарубин.

Визит завершила беседа в дирекции ОИЯИ, главной темой которой было выраженное гостями стремление восстановить научно-технические контакты Республики Кубы с Объединенным институтом.

**7 июня** в ДМС проходило очередное заседание НТС ОИЯИ под председательством И. Н. Мешкова.

С докладом «Основные этапы проекта DRIBs-III (2010–2011): модернизация ускорительного комплекса

Дубна, 28 апреля. Визит в ОИЯИ президента Российской академии медицинских наук М. И. Давыдова (в центре)



Dubna, 28 April. President of the Russian Academy of Medical Sciences M. Davydov (centre) on a visit to Dubna

of the Belgian company IBA. The guests also had an excursion to the Veksler and Baldin Laboratory of High Energy Physics.

**On 15–17 May** a delegation from the Republic of Cuba visited JINR. It included Director of the Institute of Scientific and Technical Information (IDIKT) C. Sanchez and Chief of IDIKT Department of International Contacts L. Machado.

The guests visited the JINR University Centre where they attended the opening ceremony of practice courses for students from Egypt. Interim Director of the UC S. Pakulyak spoke to them about programmes of schools and training courses for students and young specialists from JINR Member States. At the Laboratory of Information Technologies P. Zrelov, V. Korenkov, T. Strizh, and Zh. Musulmanbekov acquainted the Cuban guests with the

main trends of research at the laboratory and a wide range of application of grid technology. S. Sidorchuk spoke to the guests about the research programme at the Flerov Laboratory of Nuclear Reactions; P. Zarubin met the guests at the Veksler and Baldin Laboratory of High Energy Physics.

The visit was concluded with a talk at the JINR Directorate. The main topic of the discussions was the intention expressed by the guests to restore scientific and technical contacts of the Republic of Cuba with the Joint Institute.

A regular meeting of JINR STC was held **on 7 June** under the chairmanship of I. Meshkov.

Chief Engineer of the Flerov Laboratory of Nuclear Reactions G. Gulbekian made a report «Main Milestones of the DRIBs-III Project (2010–2011): Upgrading of the FLNR Accelerator Complex». As a leading project of the sev-



ЛЯР» выступил главный инженер ЛЯР им. Г. Н. Флерова Г. Г. Гульбемян. Развитие циклотронного комплекса ЛЯР как один из ведущих проектов Семилетнего плана развития ОИЯИ включает радикальное расширение экспериментальной базы лаборатории, развитие систем ускорителей с целью увеличения интенсивности и улучшения качества пучков ионов стабильных и радиоактивных нуклидов в диапазоне энергии от 5 до 100 МэВ/нуклон, а также повышение стабильности работы ускорителей и снижение их энергопотребления. В дискуссии по докладу приняли участие М. Г. Иткис, Ю. Ц. Оганесян, С. Н. Дмитриев, В. Д. Кекелидзе, И. А. Голутвин, А. Д. Коваленко, И. Н. Мешков. Высоко оценив представленные в докладе технические решения и параметры обновляющегося комплекса, участники дискуссии обра-

тили внимание на стратегические проблемы развития исследований в области физики тяжелых ионов и новые шаги в синтезе сверхтяжелых элементов, а также на тактические задачи, связанные с развитием экспериментальной базы, инфраструктуры лаборатории, взаимодействие с другими лабораториями Института и ведущими научными центрами мира.

На заседании были вручены дипломы молодым сотрудникам Института — победителям конкурса научных работ, который проводился на конференции молодых ученых и специалистов ОИЯИ (ОМУС-2010) в феврале 2010 г.

Победителями конкурса докладов на соискание премии для молодых ученых и специалистов ОИЯИ стали: в номинации «Научно-исследовательские теоретиче-

Дубна, 7 июня. Вручение дипломов молодым ученым и специалистам — победителям конкурса научных работ на заседании Научно-технического совета ОИЯИ



Dubna, 7 June. Diplomas are handed to young scientists and specialists — winners of the competition of scientific papers at the JINR Scientific and Technical Council meeting

en-year plan of JINR development, upgrading of the cyclotron complex of the laboratory includes a radical extension of the laboratory experimental base, accelerators system development to increase intensity and improve the quality of beams of stable and radioactive nuclides' ions in the energy range from 5 to 100 MeV/nucleon, as well as improving the stability of the accelerators operation and lowering their energy consumption. M. Itkis, Yu. Oganessian, S. Dmitriev, V. Kekelidze, I. Golutvin, A. Kovalenko, and I. Meshkov took part in the discussion. The participants of the discussion highly appreciated the technical approaches and parameters of the renovated complex; they also spoke about the strategic problems of the studies in heavy-ion physics and new achievements in the synthesis of superheavy elements and tactical tasks related to the experimental basis development, the laboratory in-

frastructure, interactions with other laboratories of the Institute and leading scientific centres of the world.

At the meeting, diplomas were handed to the young JINR staff members — winners of the scientific papers competition held at the conference of young scientists and specialists of JINR (AYSS 2010) in February 2010.

The winners of the competition of reports nominated for the award for JINR young scientists and specialists were the following persons: T. Shneidman (BLTP), E. Uglov (DLNP), A. Andreev (BLTP) in the nomination «Papers on Theoretical Scientific Research»; D. Medvedev (DLNP), A. Lubashevsky (DLNP), E. Zemlyanichkina (VBLHEP), E. Kuznetsova (FLNR), O. Samojlov (DLNP) in the nomination «Papers on Experimental Scientific Research»; V. Zager (FLNR), N. Anfimov (DLNP), A. Isaev (FLNR) in the nomination «Papers on Scientific and Techni-

ские работы» Т. М. Шнейдман (ЛТФ), Е. Д. Углов (ЛЯП), А. В. Андреев (ЛТФ); в номинации «Научно-исследовательские экспериментальные работы» — Д. В. Медведев (ЛЯП), А. В. Лубашевский (ЛЯП), Е. В. Земляничкина (ЛФВЭ), Е. А. Кузнецова (ЛЯР), О. Б. Самойлов (ЛЯП); в номинации «Научно-методические и научно-технические работы» — В. Б. Загер (ЛЯР), Н. В. Анфилов (ЛЯП), А. В. Исаев (ЛЯР); в номинации «Научно-технические прикладные работы» — А. В. Рогачев (ЛНФ), К. С. Панферов (ЛФВЭ), О. В. Белов (ЛРБ).

Победителями конкурса научных докладов стали: в секции «Теоретическая физика» А. Г. Семенов (ФИАН); в секции «Информационные технологии» — Н. А. Кутковский (ЛИТ); в секции «Релятивистская ядерная физика» — В. В. Леонтьев (НИИЯФ МГУ), Ю. В. Гурчин (ЛФВЭ); в секции «Физика элементарных частиц» — Н. С. Российская (ЛФВЭ); в секции «Физика конденсированных сред» — А. Б. Рубцов (ЛНФ); в секции «Экспериментальная ядерная физика» — Р. В. Ревенко (ЛЯР); в секции «Радиационные и радиобиологические исследования» — К. П. Афанасьева (ЛРБ); в секции «Современные методы ускорения заряженных частиц и ускорительная техника» — А. В. Филиппов (ЛФВЭ).

НТС ОИЯИ поддержал выдвижение кандидатуры профессора Д. И. Овсянникова (Санкт-Петербургский госуниверситет), известного специалиста в области ма-

тематического моделирования и оптимизации управляемых динамических процессов, на присвоение звания «Заслуженный деятель науки РФ». Кандидатура выдвинута СПбГУ.

И. о. директора ОИЯИ М. Г. Иткис сообщил, что в дирекции ведется юридическая проработка вопросов, связанных с реструктуризацией инфраструктуры ОИЯИ. Цель реструктуризации — уменьшить нагрузку на бюджет, освободить Институт от исполнения функций, не свойственных международному научному центру. Выборы нового директора ОИЯИ состоятся в марте 2011 г. на очередной сессии КПП, который своим решением определит и процедуру вступления нового директора в должность. На ноябрьской (2010 г.) сессии КПП будет объявлено о выборах директора ОИЯИ, после чего в месячный срок в соответствии с Уставом ОИЯИ состоится выдвижение кандидатур на должность директора Института.

На заседании НТС состоялись выборы директора УНЦ. На эту должность был избран С. З. Пакуляк, исполнявший обязанности директора УНЦ.

**25 июня** ОИЯИ посетила делегация Института физики (Ханой, Вьетнам). В Лаборатории ядерных реакций гости осмотрели микротрон МТ-25 и изохронный циклотрон ИЦ-100, обсудили с директором ЛЯР С. Н. Дмит-

cal Methods»; A. Rogachev (FLNP), K. Panferov (VBLHEP), O. Belov (LRB) in the nomination «Papers on Scientific and Technical Applications».

The winners of the competition of scientific reports were: A. Semenov (IPAS), «Theoretical Physics» section; N. Kutovsky (LIT), «Information Technologies» section; V. Leontiev (SRINP, MSU), Yu. Gurchin (VBLHEP) «Relativistic Nuclear Physics» section; N. Rossijskaya (VBLHEP), «Elementary Particle Physics» section; A. Rubtsov (FLNP), «Condensed Matter Physics» section; R. Revenko (FLNR), «Experimental Nuclear Physics» section; K. Afanasieva (LRB), «Radiation and Radiobiological Research» section; A. Filippov (VBLHEP), «Modern Methods of Acceleration of Charged Particles and Accelerator Technology» section.

JINR STC expressed its support for the nomination of Professor D. Ovsyannikov (St. Petersburg State University), a famous specialist in the field of mathematical simulation and optimization of dynamic processes, to be conferred the title «Honoured Science Worker of RF». He was nominated by SPSU.

JINR Acting Director M. Itkis informed the participants that issues related to restructuring the JINR infrastructure were under juridical discussion at the Direc-

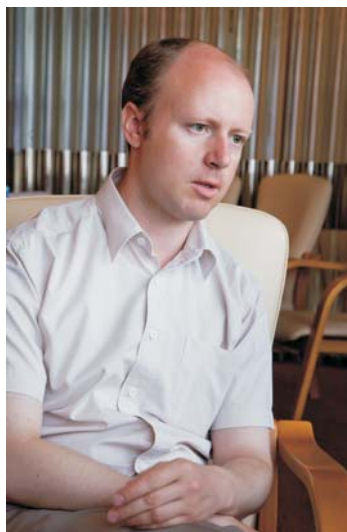
torate. The aim of restructuring is to diminish charges for the budget and unburden the Institute of the functions that are not appropriate of the international scientific centre status. The elections of a new JINR Director will be held in March 2011 at a regular session of CP that will determine by its decision the procedure of the new Director inauguration. The November 2010 CP session will announce the elections, then during a month term candidates for the position of JINR Director will be nominated according to the JINR Charter.

The JINR UC Director was elected at the STC meeting. This position was taken by S. Pakulyak who had served as Acting Director of the UC.

**On 25 June**, a delegation from the Hanoi Institute of Physics (Vietnam) visited JINR. The guests saw the MT-25 microtron and the IC-100 isochronous cyclotron at the Flerov Laboratory of Nuclear Reactions, and discussed with FLNR Director S. Dmitriev issues of upgrading of the less powerful microtron purchased in St. Petersburg. At the JINR Directorate, the delegation was received by Vice-Director R. Lednický, Chief Scientific Secretary N. Russakovich, head of the international cooperation department D. Kamanin and leader of the Vietnamese nation-

риевым вопросы модернизации приобретенного в Санкт-Петербурге менее мощного микротрона. В дирекции ОИЯИ делегацию принимали вице-директор Р. Ледницки, главный ученый секретарь Н. А. Русакович, руководитель отдела международного сотрудничества Д. В. Каманин и руководитель вьетнамской национальной группы Нгуен Мань Шат. Директор Института физики профессор Нгуен Дай Хынг пригласил руководителей ОИЯИ в Ханой осенью этого года на конференцию, посвященную 1000-летию столицы Вьетнама.

**27 июня** с визитом в ОИЯИ побывали проректор МГУ, заведующий кафедрой ускорителей высоких энергий профессор А. П. Черняев и начальник отдела экспериментальной физики высоких энергий профессор Э. Э. Боос. Гости с большим интересом познакомились с ходом физических исследований и ускорительными установками лабораторий ОИЯИ, в частности, с опытом лечения онкологических заболеваний протонными пучками, проектами DRIBs и NICA/MPD. Главной темой беседы в дирекции было обсуждение программ подготовки студентов и магистров МГУ по ускорительной тематике в Дубне — в УНЦ и филиале НИИЯФ МГУ.



По итогам конкурсов 2010 г. на право получения грантов Президента РФ по государственной поддержке научных исследований молодых ученых — докторов наук одним из победителей конкурса по физике и астрономии стал **Денис Петрович Козленко** — начальник отдела нейтронных исследований конденсированных сред Лаборатории нейтронной физики им. И. М. Франка ОИЯИ, представивший на конкурс проект «Структурная и магнитная нейтронография сложных оксидов переходных металлов в широком диапазоне термодинамических параметров».

В качестве организатора конкурса выступает Министерство образования и науки РФ. Гранты выделяются на двухлетний срок для финансирования расходов на проведение фундаментальных и прикладных научных исследований по приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники Российской Федерации.



al group Nguyen Manh Shat. Director of the Institute of Physics Professor Nguyen Dai Hyng invited JINR leaders to Hanoi in autumn, to attend the conference dedicated to the millennium anniversary of the capital of Vietnam.

MSU Prorector, head of the high energy accelerators chair Professor A. Chernyaev and head of the experimental high energy physics department Professor Eh. Boos visited JINR **on 27 June**. The guests got with great interest acquainted with physics research and accelerator facilities at JINR laboratories, in particular, with the experience in the treatment of oncoligical diseases with proton beams, the DRIBs and NICA/MPD projects. The main topic of the discussion at the Directorate was the training programme for MSU students and masters in accelerator topics in Dubna — at the UC and MSU SRINP department.

Following the results of the 2010 contests for the right to obtain grants of the RF President for state support of scientific research of young Russian scientists — Doctors of Science, one of the winners in the field of physics and astronomy was **Denis Petrovich Kozlenko**, the head of the Department of Neutron Scattering Investigations of Condensed Matter of the Frank Laboratory of Neutron Physics, JINR. He presented the project «Structural and Magnetic Neutronography of Complex Transition Metal Oxides in a Wide Range of Thermodynamic Parameters».

The organizer of the contests is the RF Ministry of Education and Science. Grants are given for a two-year term to cover expenses for fundamental and applied scientific research in priority directions of science, technology and engineering development of the Russian Federation.



С 12 по 21 апреля директор ЛНФ профессор А. В. Белушкин и заместитель директора лаборатории Д. Сангаа посетили ведущие университеты, научно-исследовательские нейтронные и синхротронные центры в Южной Корее и Тайване.

На встрече с сотрудниками Национального университета Сеула (Южная Корея) А. В. Белушкин представил доклад о научных направлениях ЛНФ ОИЯИ и о спектрометрах, созданных для исследований на ИБР-2. Директор Центра исследований ядерных материалов Национального университета Сеула профессор Ил Хван рассказал представителям ОИЯИ о последних научных результатах, организовал экскурсию в исследовательские лаборатории. Состоялись интересные беседы о потенциальном сотрудничестве по изучению трансмутации ядер и исследованию конденсированных сред, в том числе внутренней напряженности материалов для атомной промышленности, а также о возможностях краткосрочного обучения и стажировки корейских студентов в ОИЯИ и на реакторе ИБР-2.

В ходе визита в Центр нанофизики Университета Йонсей (Сеул, Южная Корея) состоялась встреча с профессорами и исследователями центра, в котором разрабатываются новые наномagne-

тики и наноматериалы с особыми свойствами для водородной энергетики. А. В. Белушкин и Д. Сангаа осмотрели энергетический генератор, работающий на твердом топливе (fuel cell), лабораторные помещения, оснащенные современным оборудованием для получения различных образцов с наноструктурами, исследовательские электронные и оптические микроскопы, фотоэлектронные и рентгеновские спектрометры. Корейские коллеги выразили заинтересованность в экспериментальных возможностях дифрактометров и спектрометров на реакторе ИБР-2, а также желание участвовать в совместных проектах по исследованию наноматериалов с использованием метода нейтронного рассеяния.

Об успешном сотрудничестве с дубненскими теоретиками представителям ОИЯИ рассказал заведующий Исследовательским центром квантового пространства и времени Университета Соганга профессор Бун Ли.

В Национальном университете в Тайпее (Тайвань) гостей принимали председатель Тайваньского физического общества профессор Чао Фу и профессор Иее Синг, с которыми обсуждалось развитие более тесных контактов в области изучения

From 12 to 21 April, FLNP Director Professor A. Belushkin and Deputy Director of the laboratory D. Sangaa visited universities, neutron scientific research and synchrotron centres in South Korea and Taiwan.

At the National University of Seoul (South Korea) A. Belushkin made a report on scientific trends of the JINR Frank Laboratory of Neutron Physics and spectrometers developed for research at the IBR-2 reactor. Director of the Centre for Research of Nuclear Materials of the National University of Seoul Professor Il Hvan spoke to the guests from JINR about latest scientific results. He also organized an excursion to the research laboratories of the University. Interesting discussions were held on the potential cooperation in the studies of nuclei transmutation and condensed matter research, including the topic of internal tension of materials for atomic industry. The guests also talked to their Korean colleagues about short-term training courses and practice for Korean students at JINR and at the IBR-2 reactor.

During the visit to the Centre of Nanophysics of Yonsei University (Seoul, South Korea), the guests

from JINR had meetings with Professors and researchers of the Centre. New nanomagnetics and nanomaterials with specific properties for hydrogen energy industry are developed at the Centre. A. Belushkin and D. Sangaa were shown an electric generator that works on fuel cell, laboratory rooms equipped with modern facilities to obtain various samples with nanostructures, research electronic and optical microscopes, photoelectronic and X-ray spectrometers. Korean colleagues showed their interest in experimental capacity of diffractometers and spectrometers at the IBR-2 reactor and expressed their wish to take part in joint projects on studies of nanomaterials with the neutron scattering method.

Head of the Research Centre of Quantum Space and Time of Sogang University Professor Bun Li told the representative of JINR about their successful cooperation with theoreticians from Dubna.

In the National University of Taipei (Taiwan) a talk was held with Chairman of the Taiwan Physics Society Professor Chao Fu and Professor Iee Sing. The development of closer contacts in the studies of magnetic liquids with neutrons was discussed.



магнитных жидкостей с использованием нейтронов.

А. В. Белушкин и Д. Сангаа побывали в наукограде Хчин Чу (Hsinchu), где расположены многие университеты, а также научный парк, интегрирующий университетские научные результаты с инновационными применениями, и посетили Национальный университет Цинхуа, в котором находится исследовательский нейтронный реактор мощностью 2 МВт, и Национальный синхротронный исследовательский центр с энергией пучков 1,5 ГэВ, имеющий 25 исследовательских станций. В синхротронном центре дубненские ученые осмотрели все исследовательские пучковые станции, которые используются в материаловедении, биологии и других областях. Лекция А. В. Белушкина «Самоорганизующие объекты и их нейтронные исследования» была продолжена дискуссией с участием специалистов по разным научным направлениям. Тайваньские коллеги выразили готовность сотрудничать в области образования нанокластеров в биообъектах под высоким давлением и в усовершенствовании экспериментальной техники.

A. Belushkin and D. Sangaa visited the Hsinchu science city where many universities and a science park that integrates university research results with innovative applications are located. They also visited the National Tsinghua University, where a 2 MW research neutron reactor is installed, and the National Synchrotron Research Centre of 25 research stations with a beam energy of 1.5 GeV. Scientists from Dubna saw all the beam stations at the Synchrotron Centre as they are used in material science, biology and other fields of research. A. Belushkin gave a lecture «Self-organizing Objects and Neutron Research to Study Them»; it was followed by a discussion with specialists in various scientific trends. Scientists from Taiwan expressed their intention to cooperate with JINR in producing nanoclusters in bio-objects under high pressure and upgrading of experimental equipment.

A joint meeting of the chair of experimental methods in nuclear physics of MEPI and leading scientists and specialists of JINR was held on 16 April at the International Conference Hall.

In his report, Academician A. Sissakian marked the main milestones in the development of the Insti-

16 апреля в Доме международных совещаний прошло совместное заседание кафедры экспериментальных методов ядерной физики МИФИ с ведущими учеными и специалистами ОИЯИ.

Выступая с докладом, академик А. Н. Сисакян обозначил основные вехи в развитии Института и выразил заинтересованность в партнерстве по проектам создания новых ускорительных комплексов, в том числе в сооружении ускорительного комплекса тяжелых ионов для МИФИ.

Научный руководитель Лаборатории ядерных реакций академик Ю. Ц. Оганесян свой доклад «Тяжелые ионы и сверхтяжелые элементы» начал с воспоминаний о проведенных в Москве студенческих годах. Рассказывая о последних результатах работ по синтезу 117-го элемента, Ю. Ц. Оганесян заметил, что многие ведущие ускорительщики ЛЯР, занятые в этих работах, — выпускники МИФИ. Ректор МИФИ профессор М. Н. Стриханов вручил академику Ю. Ц. Оганесяну диплом почетного профессора Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ» и «красный пропуск» на право посещать в любое время любую лабораторию или аудиторию.

tute and spoke about his interest in partnership relations in projects to develop new accelerator complexes, including the construction of a heavy ion accelerator complex for MEPI.

Scientific Leader of the Flerov Laboratory of Nuclear Reactions Academician Yu. Oganessian started his report «Heavy Ions and Superheavy Elements» with reminiscences about his student life in Moscow. Speaking about the latest results in the research in the synthesis of element 117, he stressed that many leading accelerator specialists involved in this study had graduated from MEPI. MEPI Rector Professor M. Strikhanov presented Academician Yu. Oganessian a Diploma of Professor Emeritus of the National Research Nuclear University MEPI and the «red pass» that gives the right to visit any laboratory or any hall at any time.

Professor V. Grigoriev, who has been head of the chair in the recent years, spoke about his predecessors — leaders of the chair, students and postgraduates, scientific research and contacts of the chair with leading nuclear physics centres of Russia and the world.

Профессор В. А. Григорьев, возглавлявший коллектив кафедры на протяжении последних лет, рассказал о своих предшественниках — руководителях кафедры, о студентах и аспирантах, о научной работе и сотрудничестве кафедры с ведущими ядерно-физическими центрами России и мира.

Участники заседания посетили Лабораторию ядерных реакций. О применении тяжелых ионов в современных технологиях им рассказал директор ЛЯР профессор С. Н. Дмитриев, об ускорителях

тяжелых ионов — Б. Н. Гикал. Для гостей были организованы экскурсии на ускорители ЛЯР и ускорительный комплекс Лаборатории физики высоких энергий нуклотрон-М/НИСА. Доклад «Физика тяжелых ионов высоких энергий и проект НИСА» представил профессор А. С. Сорин. По отзывам участников встречи, знакомство с образовательными и исследовательскими программами Института и обсуждение планов подготовки для ОИЯИ молодых специалистов в области физики



Дубна, 16 апреля.  
Ректор МИФИ профессор М. Н. Стриханов вручает академику Ю. Ц. Оганесяну диплом почетного профессора Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ»

Dubna, 16 April.  
MEPI Rector Professor M. Strikhanov hands a Diploma of Professor Emeritus of the National Research Nuclear University MEPI to Academician Yu. Oganessian

The participants of the meeting visited the Flerov Laboratory of Nuclear Reactions. FLNR Director Professor S. Dmitriev told them about applications of heavy ions in modern technology; B. Gikal spoke about heavy ion accelerators. Excursions were organized for the guests to the FLNR accelerators and the accelerator complex of the Veksler and Baldin Laboratory of High Energy Physics Nuclotron-M/NICA. Professor A. Sorin made a report «Heavy Ion Physics at High Energies and the NICA Project». As the participants of the meeting said, their acquaintance with the Institute programmes of education and research and discussions of the plans to train young specialists for JINR in the field of heavy ion physics and application of nuclear physics methods in high technology will play an important role in the development of JINR–MEPI partnership.

**On 24 June**, a joint delegation of CERN technological services, NPO Geliymash and Messer, a German company, visited JINR. Negotiations were held at the JINR Directorate, including the representatives of the Moscow Region government. The guests visited the Veksler and Baldin Laboratory of High Energy Physics, saw the upgraded superconducting accelerator Nuclotron and got acquainted with a project to develop on its basis the NICA collider. According to

previous agreements, CERN and NPO Geliymash will participate in the latter. The day finished with a press conference in the hotel «Dubna» held by General Director of NPO Geliymash V. Udut.

Messer produces cryogenic products, but it buys a considerable amount of liquid helium in Russia and provides its deliveries for the LHC in CERN. Strong partnership ties have been established between JINR and NPO Geliymash. The latter delivers cryogenic equipment to Dubna while one of its enterprises produces liquid helium. The new screw compressor delivered to JINR by Geliymash for compressed helium with a capacity of 6 thousand cubic meters per hour permitted one to double cryogenic capacity of the VBLHEP accelerator complex. This equipment has been purchased for the NICA project provision.

The CERN delegation headed by chief of the technological department F. Borderie included chief of the cryogenic group L. Taviani, chief of a sector C. Bart, deputy chief of a group responsible for cryogenic liquids D. Delikaris, and chief of a group A. Unerwik. F. Borderie marked that there are 130 t of liquid helium in the LHC cryogenic provision system half of which originates from Orenburg, Russia. Vice-President of Messer U. Schlegel said that NPO Geliymash fulfilled its obligations in a very responsible and accu-

тяжелых ионов и применения ядерно-физических методов в развитии высоких технологий сыграют важную роль в развитии партнерства ОИЯИ с НИЯУ МИФИ.

24 июня ОИЯИ посетила объединенная делегация технологических служб ЦЕРН, НПО «Гелиймаш» и немецкой компании «Мессер». В дирекции Института состоялись переговоры с участием представителей правительства Московской области. Гости посетили Лабораторию физики высоких энергий, осмотрели модернизируемый сверхпроводящий ускоритель нуклотрон и познакомились с проектом создания на его базе коллайдера NICA, участие в котором, в соответствии с достигнутыми ранее договоренностями, примут ЦЕРН и НПО «Гелиймаш». Вечером того же дня в гостинице «Дубна» состоялась пресс-конференция, которую вел генеральный директор НПО «Гелиймаш» В. Н. Удуг.

Фирма «Мессер» производит ряд криогенных продуктов, но значительную часть жидкого гелия закупает в России, обеспечивая, в свою очередь,

его поставки для ЛНС в ЦЕРН. Устойчивое партнерство сложилось между ОИЯИ и НПО «Гелиймаш», который поставляет в Дубну криогенную технику, а одно из его предприятий — жидкий гелий. Поставленный «Гелиймашем» в ОИЯИ новый винтовой компрессор для сжатого гелия производительностью 6 тысяч кубометров в час позволил фактически удвоить криогенные мощности ускорительного комплекса ЛФВЭ. Это оборудование приобретено в обеспечение проекта NICA.

В состав делегации ЦЕРН, возглавляемой начальником Технологического отдела Ф. Бордри, входили начальник криогенной группы Л. Тавиан, начальник сектора К. Барт, заместитель начальника группы, ответственный за контракты по криогенным жидкостям, Д. Деликарис, начальник группы поставок А. Уннервик. Ф. Бордри отметил, что в системе криообеспечения ЛНС 130 т жидкого гелия, половина которого имеет происхождение в России, в Оренбурге.

Вице-президент компании «Мессер» У. Шлегель сказал, что НПО «Гелиймаш» очень ответственно и четко исполнил свои обязательства по



Дубна, 24 июня. Объединенная делегация технологических служб ЦЕРН, НПО «Гелиймаш» и немецкой компании «Мессер» в ОИЯИ

Dubna, 24 June. Joint delegation of CERN technological services, NPO Geliymash and Messer, a German company, on a visit to JINR



доставке огромного количества гелия во время запуска ЛНС в строгом соответствии графику.

Г. В. Трубников отметил, что в ОИЯИ есть интересные решения по системе детектирования срыва сверхпроводимости, уже используемые в проекте FAIR (Дармштадт, Германия), которые могут быть интересны и для ЦЕРН. Среди прикладных работ, планируемых на ускорительном комплексе нуклотрон-М/NICA, особое внимание будет уделяться исследованиям по созданию новых альтернативных источников энергии.

Подводя итоги визита, генеральный директор НПО «Гелиймаш» В. Н. Удут сказал: «Гелиевая тематика, гелиевые установки, научные исследования физиков направлены на главное — на то, чтобы обеспечить энергией будущие поколения людей, причем энергией чистой и дешевой. Чтобы наши потомки смотрели дальше нас, они должны опираться на наше точное знание и на тот базис, который мы вместе создаем сейчас».

14-е Международное рабочее совещание «*Теория нуклеации и ее применения*» проходило в Лаборатории теоретической физики им. Н. Н. Боголюбова с 1 по 30 апреля. В его работе приняли участие около 50 ученых из научных центров Белоруссии, Болгарии, Венгрии, Германии, России, США, Украины, Японии и ОИЯИ.

Характерной особенностью этого ежегодного рабочего совещания является работа над совместными проектами в группах, образовавшихся в результате многолетнего сотрудничества. Представители таких групп выступили с докладами об исследованиях, выполненных за прошедший год. В частности, были подробно обсуждены методы экспериментального анализа стеклования и нуклеации с помощью калориметрии, выполненного группой профессора К. Шика в Институте физики Университета г. Ростока (Германия), а также их теоретическая интерпретация.

Совещание и на этот раз было очень успешным и проходило в атмосфере тесного научного сотрудничества. По единодушному мнению участников, необходимо продолжить такую эффективную форму совместной научной работы. Совещание было организовано ЛТФ совместно с Университетом г. Ростока при финансовой поддержке ОИЯИ, программы «Гейзенберг–Ландау», РФФИ и Немецкого научно-исследовательского сообщества (DFG).

rate manner to deliver such an immense amount of helium during the launch of the LHC, strictly according to the schedule.

G. Trubnikov marked that there are interesting approaches at JINR in the detection of a superconductivity slip that are used in the FAIR project (Darmstadt, Germany) and can be of interest to CERN. In applied research planned at the accelerator complex Nuclotron-M/NICA, special attention will be paid to the studies to develop new alternative energy sources.

Summing up the results of the visit, General Director of NPO Geliymash V. Udut said: «Helium topics, helium facilities, scientific research, all of them are aimed at the main purpose — to provide future generations with energy that will be pure and cheap. To provide further progress for them, we must leave them accurate knowledge and the basis we are developing today together».

On 1–30 April, the *14th International Research Workshop on Nucleation Theory and Applications* took place at the Bogoliubov Laboratory of Theoretical Physics of the Joint Institute for Nuclear Research. It was attended by about 50 participants from Russia, Ukraine, Germany, Belarus, Bulgaria, Hungary, Japan and the United States.

In the workshop, the representatives of different groups presented their results obtained in close cooperation among the participating colleagues in the course of the year. Of particular interest were the discussions on the methods of experimental analysis of glass transition and nucleation phenomena by calorimetry and their theoretical interpretation performed by the group of Professor C. Schick at the Institute of Physics of Rostock University.

Summarizing, one can state that the research workshop proved again to be a very fruitful form of scientific cooperation. In the opinion of the participants it is highly desirable to continue this very effective form of scientific work and cooperation in future. The workshop was organized by the Bogoliubov Laboratory jointly with Rostock University and supported by JINR, DFG, the Heisenberg–Landau Programme and RFBR.



Традиционное двухдневное *рабочее совещание по компьютерной алгебре* проходило в Лаборатории информационных технологий 24–25 мая. В нем приняли участие более 40 ученых, представляющих университеты и научные центры Софии (Болгария), Бухареста (Румыния), Киева (Украина), Турку (Финляндия), а также российские научные центры Москвы, Санкт-Петербурга, Саратова и Дубны. Было представлено 24 доклада.

Это 13-е по счету рабочее совещание из серии совместных совещаний, проводимых с 1997 г. ОИЯИ, факультетом ВМК МГУ и НИИЯФ им. Д. В. Скобельцына МГУ. Основная цель совещаний — обсуждение современных методов, алгоритмов и систем компьютерной алгебры как специалистами в области информатики, так и математиками и физиками, успешно применяющими компьютерно-алгебраические методы в своих

Дубна, 29 марта. Рабочее совещание «Использование ускорителей заряженных частиц для изучения радиационных повреждений в системах высокого уровня организации (космические, медико-биологические и технические аспекты)»



Dubna, 29 March. Workshop «Application of Charged Particle Accelerators for Studies of Radiation Damage in Systems of High Level Organization (Space, Medical-Biological and Technical Aspects)»

A traditional two-day *Workshop on Computer Algebra* was held at the Laboratory of Information Technologies, JINR, on 24–25 May. More than 40 scientists from universities and scientific institutes of Sofia (Bulgaria), Turku (Finland), Bucharest (Romania), Kiev (Ukraine), and Russian scientific centres of Moscow, St. Petersburg, Saratov and Dubna attended this workshop. Twenty-four reports were presented.

This workshop was the 13th in a series of workshops which were started in 1997 by the Joint Institute for Nuclear Research, the Computer Science Department and the Skobel'syn Institute of Nuclear Physics of Moscow State

University. The main goal of these workshops is to provide a forum for researchers on computer algebra methods, algorithms and software and for those who use this tool in theoretical, mathematical and experimental physics. A number of new promising results were reported on increasing the computing efficiency of algorithms for solving the systems of algebraic, differential and difference equations; the dynamic data transfer systems simulations; parallel computations; quantum description of finite dynamical systems; solutions to the boundary-value problems arising in nuclear physics and quantum chromodynamics.



Лаборатория нейтронной физики им. И. М. Франка, 6 апреля.  
Общелабораторный семинар, посвященный 95-летию  
со дня рождения Ф. Л. Шапиро (1915–1973)



Frank Laboratory of Neutron Physics, 6 April.  
Laboratory seminar dedicated to the 95th anniversary  
of Fedor Lvovich Shapiro's birth (1915–1973)

исследованиях. На совещании этого года был представлен ряд новых многообещающих результатов по повышению вычислительной эффективности алгоритмов решения систем алгебраических, дифференциальных и разностных уравнений; по моделированию динамических систем передачи данных; по распараллеливанию вычислений; по квантовому описанию конечных динамических систем; по решению краевых задач, возникающих в атомной физике и квантовой хромодинамике.

Наибольший интерес вызвали доклады В. П. Гердта (ОИЯИ), Д. Робертца (Технический университет, Ахен, Германия) — об алгоритмической проверке со-

гласованности дискретных разностных аппроксимаций для систем линейных уравнений в частных производных; С. А. Абрамова (Вычислительный центр РАН, МГУ, Москва) — о некоторых разрешимых и неразрешимых проблемах, связанных с  $q$ -разностными уравнениями с параметрами; М. Н. Геворкяна, Д. С. Кулябова (РУДН, Москва) — об использовании операционного подхода для описания квантовой фазы; И. Димовски, М. Спиридоновой (Институт математики и информатики БАН, София) — о резонансах в колебательных системах с интегральным краевым условием.

*В. П. Гердт, А. А. Боголюбская*



Дубна, 11–13 мая.  
Совещание рабочей группы коллаборации ATLAS  
по физике на LHC (ЦЕРН)

Dubna, 11–13 May.  
Meeting of the ATLAS collaboration working group  
on physics at the LHC (CERN)



*Международный семинар по взаимодействию нейтронов с ядрами (ISINN-18)*, ежегодно организуемый Лабораторией нейтронной физики им. И. М. Франка, проходил с 26 по 29 мая в гостеприимных стенах НИИЯФ МГУ. В этом году он был посвящен 95-летию со дня рождения Ф. Л. Шапиро — одного из создателей и многолетнего научного лидера лаборатории. Более 100 человек из ведущих ядерно-физических центров России — ПИЯФ и ИЯИ РАН, ФЭИ, НИИЯФ МГУ, Радиевого института, ЦФТП «Атомэнергомаш», а также из исследовательских институтов Белоруссии, Болгарии, Германии, Египта, Китая, Республики Кореи, Ру-

мынии, Сербии, Украины, США, Франции и Швейцарии приняли участие в работе семинара.

Тематика докладов и постеров, представленных на семинаре, включала исследования в области фундаментальных свойств нейтрона и фундаментальных симметрий, физики ультрахолодных нейтронов, деления ядер и ядерной структуры, ядерных данных для технологии и ядерно-аналитических методов в науках о жизни, прикладные исследования. Прогресс в создании и развитии нейтронных источников в институтах Пауля Шеррера и Лауэ–Ланжевена, а также в исследовательском центре в Россендорфе вызвал большой интерес участников семинара.

Лаборатория теоретической физики им. Н. Н. Боголюбова, 14 апреля.  
Общеинститутский семинар «Синтез нового 117-го элемента»



Bogoliubov Laboratory of Theoretical Physics, 14 April. All-Institute seminar «The Synthesis of New Element 117»

The greatest interest was aroused by the talks delivered by V. P. Gerdt (LIT, JINR) and D. Robertz (RWTH, Aachen, Germany) on the algorithmic consistency check of difference approximations to the systems of linear partial differential equations; S. A. Abramov (CC, RAS, MSU) who spoke about some solvable and unsolvable problems related to the  $q$ -difference equations with parameters. M. N. Gevorkyan and D. S. Kulyabov (PFUR, Moscow) presented an operational approach to the quantum phase problem; I. Dimovski and M. Spiridonova (IMI, BAS, Sofia, Bulgaria) reported on resonances in vibrating systems, due to the integral boundary-value condition.

*V. P. Gerdt, A. A. Bogolubskaya*

The *International Seminar on Interaction of Neutrons with Nuclei (ISINN-18)*, organized annually by the Frank Laboratory of Neutron Physics was hospitably held from 26 to 29 May in the Scientific Research Institute of Nuclear Physics, MSU (NIIYaF). This year it was dedicated to the 95th anniversary of the birthday of F. L. Shapiro, one of the founders and long-standing scientific leader of the laboratory. More than a hundred people from leading nuclear physics centres of Russia — PINP and INR of RAS, IPPE, NIIYaF of MSU, the Radium Institute, CPTP Atomenergomash, and also from research institutes of Belarus, Bulgaria, Germany, Egypt, China, Republic of Korea, Ro-

Традиционно неформальная атмосфера семинара способствовала образованию новых и укреплению существующих внутрироссийских и международных коллабораций.

С 31 мая по 6 июня в Улан-Баторе (Монголия) проходило международное совещание «*Новые перспективы сотрудничества с ОИЯИ — от физики элементарных частиц до нанотехнологий*», в котором принимала участие представительная делегация ученых ОИЯИ под руководством и. о. директора Института М. Г. Иткиса. Совещание было организовано ОИЯИ совместно с Агентством по ядерной энергии Правительства Монголии. В составе делегации ОИЯИ — главный ученый секретарь Института Н. А. Русакович, директора лабораторий А. Г. Ольшевский (ЛЯП), А. В. Белушкин (ЛНФ), Е. А. Красавин (ЛРБ), и. о. директора УНЦ С. З. Пакуляк, заместители директоров: ЛТФ — А. С. Сорин, ЛНФ — Д. Сангаа, ЛИТ — В. В. Кореньков, старший научный сотрудник ЛИТ О. Чулуунбаатар, ведущий сотрудник отдела международных связей М. Г. Лоцилов. Монгольские ученые, принимавшие участие в совещании, представляли Агентство по ядерной энергии Правительства Монголии, Академию наук,

университеты и научно-исследовательские институты. В работе совещания также принимали участие российские ученые из Института физики земной коры Сибирского отделения РАН (Иркутск) во главе с директором профессором А. Г. Ревенко.

Открыли совещание в Монгольском государственном университете заместитель председателя Агентства по ядерной энергии Правительства Монголии профессор Ц. Дамдинсурэн и главный ученый секретарь ОИЯИ Н. А. Русакович. Участники совещания почтили минутой молчания память директора ОИЯИ академика Алексея Норайровича Сисакяна, внесшего огромный вклад в развитие ОИЯИ. Собравшихся приветствовали руководитель Агентства по ядерной энергии Правительства Монголии, полномочный представитель Правительства Монголии в ОИЯИ профессор С. Энхбат, и. о. директора ОИЯИ профессор М. Г. Иткис, президент АН Монголии академик Б. Энхтувшин, ректор Монгольского государственного университета профессор С. Тумур-Очир. Было зачитано приветственное послание премьер-министра Монголии, председателя Комиссии по ядерной энергии С. Батболда.

На первом заседании с докладами выступили: профессор С. Энхбат («Перспективы развития сотрудничества Монголии с ОИЯИ»), профессор М. Г. Иткис



Дубна, 26 мая. Участники 18-го Международного семинара по взаимодействию нейтронов с ядрами (ISINN-18)

Dubna, 26 May. Participants of the 18th International Seminar on Interaction of Neutrons with Nuclei (ISINN-18)





Улан-Батор (Монголия), 31 мая – 6 июня.  
Участники международного совещания  
«Новые перспективы сотрудничества с ОИЯИ — от физики  
элементарных частиц до нанотехнологий»

Ulaanbaatar (Mongolia), 31 May – 6 June.  
Participants of the international meeting  
«New Prospects of Cooperation with JINR:  
From Elementary Particle Physics to Nanotechnology»

mania, Serbia, Ukraine, the USA, France and Switzerland participated in the work of the seminar.

The reports and posters presented included studies in the field of fundamental properties of the neutron and fundamental symmetries, physics of ultracold neutrons, nuclear fission and nuclear structure, nuclear data for technology and nuclear analytical methods in life sciences and related applications. The progress in creation and development of neutron sources in the Paul Scherrer Institute and the Laue–Langevin Institute, as well as in the research centre in Rossendorf, aroused great interest of the seminar participants.

The traditionally informal atmosphere of the seminar was favorable for formation of new and strengthening the existing Russian and international collaborations.

The International meeting «*New Prospects of Cooperation with JINR: From Elementary Particle Physics to Nanotechnology*» was held on 31 May – 6 June in Ulaan-

baatar (Mongolia). It was attended by a representative delegation of JINR scientists headed by JINR Acting Director M. Itkis. The meeting was organized by JINR in cooperation with the Agency on Nuclear Energy of the Government of Mongolia. The JINR delegation included JINR Chief Scientific Secretary N. Russakovich, laboratory directors A. Olshevsky (DLNP), A. Belushkin (FLNP), E. Krasavin (LRB), UC Acting Director S. Pakulyak, laboratory deputy directors A. Sorin (LTP), D. Sangaa (FLNP), V. Korenkov (LIT), LIT senior researcher O. Chuluunbaatar, leading staff member of the Department of International Relations M. Loshchilov. Mongolian scientists who took part in the meeting represented the Agency on Nuclear Energy of the Government of Mongolia, the Academy of Sciences, universities and scientific research institutes. Russian scientists from the Institute of the Earth Crust Physics of the Siberian Branch of RAS (Irkutsk) headed by Director Professor A. Revenko also took part in the meeting.

Deputy Chairman of the Agency on Nuclear Energy of the Government of Mongolia Professor Ts. Damdinsurehn

(«ОИЯИ: взгляд в будущее» и «Актуальные направления исследований в ядерной физике»), академик Б. Чадраа («Роль ОИЯИ в физических науках в Монголии») и профессор А. Г. Ревенко (Институт физики земной коры СО РАН, Иркутск).

Второй день совещания совпал с монгольским национальным праздником — Днем матери и ребенка, и для участников совещания, а также монгольских сотрудников, ранее работавших в ОИЯИ, и членов их семей был организован выезд в Астрономический центр Хурэлтогoot. Из обсерватории, которая находится в заповедных горах, окружающих Улан-Батор, открывался неповторимый вид на зеленые горные склоны.

Последующие заседания проходили в конференц-зале гостиницы «Улаанбаатар». Дубненской делегацией были представлены доклады об участии ОИЯИ в экспериментах на ЛНС, радиобиологических исследованиях, исследованиях по нейтронной физике, фундаментальных и прикладных исследованиях в ЛЯП ОИЯИ, о построении грид-инфраструктуры стран-участниц, статусе проекта NICA, а также об учебных программах Института. Ученые ОИЯИ ответили на множество вопросов, связанных с фундаментальными и прикладными исследованиями, с развитием образовательной деятельности ОИЯИ.

Доклады монгольских коллег были посвящены роли Дубны в развитии физических наук в Монголии, состоянию физики высоких энергий, развитию нанотехнологий, освоению урановых месторождений Монголии и развитию атомной энергетики, а также вопросам подготовки национальных кадров.

В Монгольском государственном университете, а затем в гостинице «Улаанбаатар» для гостей и участников совещания была развернута постерная выставка, посвященная многолетнему сотрудничеству Монголии и ОИЯИ, участию видных монгольских ученых в деятельности Объединенного института, совместным научным достижениям фундаментального и прикладного характера. Выставка, подготовленная сотрудниками научно-информационного отдела ОИЯИ, привлекла всеобщее внимание и вызвала интерес не только у монгольских участников совещания старшего поколения, но и у молодых ученых, а также бывших сотрудников ОИЯИ.

Представители делегации ОИЯИ побывали в Институте перспективных исследований при Правительстве Монголии, обсудив перспективы участия Монголии в грид-инфраструктуре с директором института Б. Цогоо и начальником отделения математического моделирования С. Буднямом. В Институте физики и

and JINR Chief Scientific Secretary N. Russakovich opened the meeting at the Mongolian State University. With a one-minute silence, the participants of the meeting paid the tribute to the memory of JINR Director Academician Alexei Norairovich Sissakian who made a tremendous contribution to the development of JINR. Head of the Agency on Nuclear Energy of the Government of Mongolia, Plenipotentiary of the Government of Mongolia to JINR Professor S. Ehnkhat, JINR Acting Director Professor M. Itkis, President of the Academy of Sciences of Mongolia Academician B. Ehnkhtuvshin, and Rector of the Mongolian State University Professor S. Tumur-Ochir greeted the participants. The greeting address by Prime-Minister of Mongolia, Chairman of the Board on Nuclear Energy S. Batbold was announced to the audience.

The following scientists made reports on the first day of the meeting: Professor S. Ehnkhat («Prospects for Mongolia–JINR Cooperation»), Professor M. Itkis («JINR: Looking into the Future» and «Urgent Trends of Research in Nuclear Physics»), Academician B. Chadraa («JINR’s Role in Physical Sciences in Mongolia») and Professor A. Revenko.

The second day of the meeting coincided with the national Mongolian holiday — the Day of Mother and Child; for the occasion, a visit to the Astronomical Centre Khurehltogoot was organized for the meeting participants, former JINR staff members from Mongolia and their families. A marvellous view on the green hillsides opens from the observatory which is situated in the reserved mountains around Ulaanbaatar.

The subsequent meetings were held in the conference hall of the hotel «Ulaanbaatar». The delegates from Dubna presented reports on the participation of JINR in experiments at the LHC, radiobiological research, neutron physics studies, fundamental and applied research at JINR DLNP, construction of the grid infrastructure of JINR Member States, the status of the NICA project, and education programmes of the Institute. JINR scientists answered numerous questions related to fundamental and applied research and educational activities at JINR.

The reports made by Mongolian colleagues were devoted to the role of Dubna in the development of physical sciences in Mongolia, the status of high energy physics, the development of nanotechnology, uranium deposits in Mon-



технологий с лекцией на эту тему выступил В. В. Кореньков. Здесь же совместно с профессором Б. Нэргуем были намечены первые конкретные шаги вхождения Монголии в грид-инфраструктуру.

Программой совещания были предусмотрены визиты в Агентство по ядерной энергии, Монгольский государственный университет, Академию наук и Монгольский государственный университет науки и технологий. В Агентстве по ядерной энергии С. Энхбат и М. Г. Иткис подписали протокол о сотрудничестве в области подготовки монгольских специалистов по направлению «Ядерная физика и технология». В ходе ви-

зитов была выработана общая стратегия развития научно-технического сотрудничества и привлечения в Дубну монгольской научной молодежи.

В Монгольском государственном университете науки и технологий представители ОИЯИ встречали вице-президент Р. Самьяа, ректор профессор Б. Дамдинсүрэн, профессора Ш. Чадраабал, Б. Тумэндэмбэрэл, Ч. Гульнар и студенты в красных майках с надписью «Время говорить по-русски!». Была достигнута договоренность об обмене информацией и о том, чтобы этот университет активно подключился к сотрудничеству между научными центрами Монголии и ОИЯИ.

Лаборатория теоретической физики им. Н. Н. Боголюбова, 28 июня. Двустороннее совещание ОИЯИ–КНР по ядерной физике



Bogoliubov Laboratory of Theoretical Physics, 28 June. Bilateral JINR–China meeting on nuclear physics

golia and atomic energy, and issues of training national staff.

A poster exhibition about the long-standing cooperation of Mongolia and JINR, involvement of outstanding Mongolian scientists in JINR activities, joint achievements in fundamental and applied science was opened at the Mongolian State University and the hotel «Ulaanbaatar» for guests and participants of the meeting. The exhibition was prepared by the staff members of the JINR department of scientific information. It attracted the participants' attention and aroused interest among not only elder Mongolian scientists and former JINR staff members but young researchers as well.

Members of the delegation from JINR visited the Institute of Advanced Research of the Government of Mongolia

and discussed prospects for Mongolia's participation in the grid infrastructure with the Institute Director B. Tsogoo and head of department of mathematical simulation S. Budnyam. V. Korenkov gave a lecture on this topic at the Institute of Physics and Technology. In the discussion with Professor B. Nehrguj, first steps of Mongolian participation in the grid infrastructure were pointed out.

The programme of the meeting included visits to the Agency on Nuclear Energy, the Mongolian State University, the Academy of Sciences and the Mongolian State University of Science and Technology. At the Agency on Nuclear Energy, S. Ehnkhbat and M. Itkis signed a protocol on cooperation in training Mongolian specialists in the topic «Nuclear Physics and Technology». A common strategy of the development of scientific and technical cooperation and



Заключительные дни совещания проходили в живописном местечке Тэлэрж, недалеко от которого, в Цонжин Болдоге, расположен монументальный комплекс Чингисхана. С высокого холма тридцатиметровый всадник — основатель Монголии смотрит на восток, в сторону своего дома.

В мероприятиях совещания участвовал полномочный представитель Правительства Монголии в ОИЯИ профессор С. Энхбат, сын академика Н. Соднома. Мно-

го внимания переговорам о сотрудничестве уделит главный ученый секретарь Монгольской академии академик Т. Галбаатар. Делегацию ОИЯИ сопровождали вице-директор Агентства по ядерной энергии Ц. Дамдинсурэн, сотрудники агентства Ш. Мунх-Очир, З. Дамдинсурэн, Г. Манлайжав. По мнению С. Энхбата, совещание дало импульс продолжению и дальнейшему развитию сотрудничества Монголии и ОИЯИ.

---

attracting of young Mongolian scientists to Dubna was worked out during the visits.

At the Mongolian State University of Science and Technology, JINR representatives were received by University Vice-President R. Samiyaa, Rector Professor B. Damdinsurehn, Professors Sh. Chadraabal, B. Tumehndebehrehl, Ch. Gulnar and students. The latter were dressed in red T-shirts with a caption «Time to Speak Russian!». The sides agreed on the information exchange and on the issue to include this university into cooperation of scientific centres of Mongolia with JINR.

The final days of the meeting passed in a picturesque place Tehlehrzh. Not far from it, in Tsonzhin Boldog, the

monument complex of Genghis Khan is situated. The thirty-meter monument of the rider, the founder of Mongolia, faces the East, where he was born.

Professor S. Ehnkhbat, the son of Academician N. Sodnom, took part in the events. Chief Scientific Secretary of the Mongolian Academy of Sciences Academician T. Galbaatar paid much attention to the negotiations on cooperation. Vice-Director of the Agency on Nuclear Energy Ts. Damdinsurehn, staff members of the Agency Sh. Munkh-Ochir, Z. Damdinsurehn, and G. Manlaizhav escorted the JINR delegation during their visit. As S. Ehnkhbat marked, the meeting gave a new impetus to further development of Mongolia–JINR cooperation.

**Заместитель директора  
Лаборатории физики высоких энергий  
по научной работе  
А. С. ВОДОПЬЯНОВ**

Александр Сергеевич Водопьянов — доктор физико-математических наук.

*Дата и место рождения:*

15 октября 1946 г., Целиноград, СССР

*Образование:*

- 1970 Томский политехнический институт, физико-технический факультет
- 1981 Кандидат физико-математических наук («Исследование электромагнитных формфакторов пиона и каона при энергиях 100 и 250 ГэВ»)
- 1993 Доктор физико-математических наук («Исследование структуры адронов и каналирования частиц с помощью прецизионных дрейфовых камер»)

*Профессиональная деятельность:*

- 1970–1984 Стажер-исследователь, младший научный сотрудник, научный сотрудник Лаборатории высоких энергий ОИЯИ
  - 1984–1986 Научная деятельность в ЦЕРН
  - 1986–1990 Старший научный сотрудник ЛВЭ ОИЯИ
  - 1990–1992 Начальник сектора ЛВЭ ОИЯИ
  - 1992–2008 Начальник отдела ЛВЭ ОИЯИ
  - 2008–2009 И. о. начальника отдела, Лаборатория физики высоких энергий ОИЯИ
  - С 2009 Начальник отдела ЛФВЭ ОИЯИ
  - С 2010 Начальник отделения физики тяжелых ионов ЛФВЭ ОИЯИ
  - С 2010 Заместитель директора ЛФВЭ ОИЯИ
- Научно-организационная деятельность:*
- 1983–1984 Ученый секретарь комитета по электронным экспериментам ОИЯИ
  - С 1983 Член оргкомитетов ряда международных совещаний и конференций
  - 1992–1996 Руководитель группы ОИЯИ в эксперименте WA98 (SPS, ЦЕРН)
  - С 1992 Руководитель группы ОИЯИ в эксперименте ALICE (LHC, ЦЕРН)
  - С 1993 Член диссертационного совета при ОИЯИ
  - 1994–2006 Член Научно-технического совета ЛВЭ ОИЯИ
  - 1998 Член-корреспондент Российской академии естественных наук
  - 2007 Академик РАЕН
  - С 2008 Заместитель председателя Дубненского отделения РАЕН
  - С 2008 Член Научно-технического совета ЛФВЭ ОИЯИ

*Научные интересы:*

Экспериментальная физика высоких энергий: электромагнитные взаимодействия частиц, черенковское излучение, исследование взаимодействий тяжелых ионов, детекторы частиц

*Научные труды:*

Автор и соавтор более 300 публикаций



**A. S. VODOPYANOV  
Deputy Director for Science  
Laboratory of High Energy Physics**

Alexander Sergeevich Vodopyanov — Doctor of Physics and Mathematics.

*Date and place of birth:*

15 October 1946, Tselinograd, USSR

*Education:*

- 1970 Tomsk Polytechnic Institute
- 1981 Candidate of Physics and Mathematics («Study of Electromagnetic Form Factors of Pions and Kaons at 100 and 250 GeV»)
- 1993 Doctor of Physics and Mathematics («Investigation of Hadron Structure and Particle Channelling with Precision Drift Chambers»)

*Professional career:*

- 1970–1984 Probationer-researcher, junior researcher, researcher of the Laboratory of High Energies (LHE), JINR
- 1984–1986 Scientific activity at CERN
- 1986–1990 Senior researcher of LHE, JINR
- 1990–1992 Head of Sector, LHE, JINR
- 1992–2008 Head of Department, LHE, JINR
- 2008–2009 Acting Head of Department, Laboratory of High Energy Physics (LHEP), JINR
- Since 2009 Head of Department, LHEP, JINR
- Since 2010 Head of Division, LHEP, JINR

*Memberships:*

- 1983–1984 Scientific secretary of JINR Committee on Electronic Experiments
- Since 1983 Member of organizing committees of international workshops and conferences
- 1992–1996 JINR contact person and group leader in WA98 CERN (SPS) experiment
- Since 1992 JINR contact person and group leader in ALICE CERN (LHC) experiment
- Since 1993 Member of JINR Dissertation Council
- 1994–2006 Member of JINR LHE Scientific and Technical Council
- 1998 Corresponding Member, Russian Academy of Natural Sciences
- Since 2007 Academician (Full Member), Russian Academy of Natural Sciences
- Since 2008 Deputy Chairman, Dubna Division of Russian Academy of Natural Sciences
- Since 2008 Member of JINR LHEP Scientific and Technical Council

*Scientific interests:*

Experimental high-energy physics: electromagnetic interactions, Cherenkov radiation, high-energy heavy ion interactions. Particle detectors

*Scientific publications:*

Author of more than 300 papers

**Заместитель директора  
Лаборатории физики высоких энергий  
по научной работе  
Г. В. ТРУБНИКОВ**

Григорий Владимирович Трубников — кандидат физико-математических наук.

*Дата и место рождения:*

17 апреля 1976 г., Братск, Иркутская обл.

*Образование:*

1992–1998 Липецкий государственный технический университет, факультет автоматизации и информатики  
1998–2001 Аспирантура УНЦ ОИЯИ («Физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника»)  
2005 Кандидат физико-математических наук («Динамика частиц в циклических ускорителях с фокусировкой продольным магнитным полем»)

*Профессиональная деятельность:*

1996–2001 Стажер, аспирант, младший научный сотрудник Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ  
2001–2005 Научный сотрудник, и. о. начальника сектора ЛЯП ОИЯИ  
С 2006 Заместитель главного инженера ОИЯИ  
С 2007 Начальник ускорительного отделения Лаборатории высоких энергий ОИЯИ  
2008–2010 И. о. заместителя директора Лаборатории физики высоких энергий ОИЯИ  
С 2010 Заместитель директора Лаборатории физики высоких энергий ОИЯИ

*Научно-организационная деятельность:*

С 2006 Член технического совета ОИЯИ, заместитель руководителя научной темы по участию ОИЯИ в проекте «Международный линейный коллайдер (ILC)»  
С 2007 Член научно-технического совета ЛФВЭ ОИЯИ, член координационного комитета по проекту NICA, соруководитель работ по ускорительному комплексу ЛФВЭ ОИЯИ  
С 2010 Член научно-технического комитета при Росатоме по проекту FAIR  
С 2004 Ученый секретарь, член программных комитетов и оргкомитетов ряда международных совещаний и конференций

*Педагогическая деятельность:*

2003–2007 Старший преподаватель, доцент МИФИ (кафедра 2, факультет «А»)  
С 2001 Старший преподаватель, доцент МИРЭА (кафедра «Электроника физических установок»)  
С 2003 Руководство дипломными работами и студенческими практиками, активное участие в проведении лекционных курсов на международных школах по ускорительной тематике

*Научные интересы:*

Физика и техника ускорителей заряженных частиц, динамика пучков в накопительных кольцах, методы охлаждения пучков, генерация интенсивных пучков

*Научные труды:*

Автор около 90 научных работ и обзоров



**G. V. TRUBNIKOV  
Deputy Director for Science  
Laboratory of High Energy Physics**

Grigory Vladimirovich Trubnikov — Candidate of Science (Physics and Mathematics).

*Date and place of birth:*

17 April 1976, Bratsk, Irkutsk Region

*Education:*

1992–1998 Lipetsk State Technical University, Department of Automation and Information Technologies  
1998–2001 PhD study at JINR UC («Physics of Charged Particle Beams and Accelerator Technique»)  
2005 Candidate of Science («Particle Dynamics in Cyclic Accelerators with Guiding Magnetic Field»)

*Professional career:*

1996–2001 Trainee researcher, junior researcher of the Dzhelapov Laboratory of Nuclear Physics (DLNP), JINR  
2001–2005 Researcher, acting sector chief of DLNP, JINR  
Since 2006 Deputy Chief Engineer of JINR  
Since 2007 Chief of Accelerator Division of the Laboratory of High Energy, JINR  
2008–2010 Acting Deputy Director of LHEP, JINR  
Since 2010 Deputy Director of LHEP, JINR

*Scientific and organizational activities:*

Since 2006 Member of JINR Technical Council, Deputy Leader of scientific theme «Participation of JINR in International Linear Collider (ILC) Project»  
Since 2007 Member of LHEP Scientific and Technical Council, member of Coordinating Committee of the NICA project, co-leader of the accelerator part of the NICA project  
Since 2010 Member of the Scientific and Technical Council at ROSATOM corporation for the FAIR project  
Since 2004 Scientific secretary, member of programme and organizing committees of several international workshops and conferences

*Educational activities:*

2003–2007 Associate professor at MEPI (Moscow Engineering Physics Institute)  
Since 2001 Associate professor at MIREA (Moscow Institute of Radioengineering, Electronics and Automation)  
Since 2003 Leader of diplomas and student practices, active lecturer on accelerator physics in several international schools

*Scientific interests:*

Physics and techniques of charged particle accelerators, beam particle dynamics in storage rings, beam cooling R&D, generation of intense particle beams, beam control and automation

*Scientific publications:*

Author and co-author of more than 90 papers and reviews



**Заместитель директора  
Лаборатории радиационной биологии  
по научной работе  
Г. Н. ТИМОШЕНКО**

Геннадий Николаевич Тимошенко — доктор физико-математических наук.

*Дата и место рождения:*

27 октября 1946 г., Пятигорск, Ставропольский край

*Образование:*

- 1971 Московский инженерно-физический институт  
1986 Кандидат физико-математических наук («Экспериментальные исследования дифференциальных характеристик полей нуклонов высокой энергии на синхрофазотроне и синхроциклотроне ОИЯИ»)  
2005 Доктор физико-математических наук («Радиометрия нуклонов в полях излучений, генерируемых ускорителями тяжелых заряженных частиц»)

*Профессиональная деятельность:*

- 1970–1996 Инженер, старший инженер, научный сотрудник Отдела радиационной безопасности и радиационных исследований ОИЯИ  
1996–2005 Научный сотрудник, и. о. ученого секретаря, ученый секретарь ОРРИ ОИЯИ  
С 2005 И. о. заместителя директора по научным вопросам, заместитель директора по научной работе Лаборатории радиационной биологии ОИЯИ

*Научно-организационная деятельность:*

- С 2006 Член диссертационного совета ЛФВЭ ОИЯИ

*Педагогическая деятельность:*

- С 2005 Профессор кафедры «Биофизика» Международного университета «Дубна». Чтение лекций, руководство дипломными работами и диссертациями

*Научные интересы:*

Экспериментальная физика, физика защиты от излучений, дозиметрия, спектрометрия нейтронов широкого диапазона энергий, проектирование систем радиационной безопасности на ядерно-физических установках

*Научные труды:*

Автор и соавтор 90 научных работ



**G. N. TIMOSHENKO  
Deputy Director for Science  
Laboratory of Radiation Biology**

Gennady Nikolaevich Timoshenko — Doctor of Physics and Mathematics.

*Date and place of birth:*

27 October 1946, Pyatigorsk, Stavropol Krai

*Education:*

- 1971 Moscow Engineering Physics Institute  
1986 Candidate of Physics and Mathematics («Experimental Research on the Differential Characteristics of High-Energy Nucleon Fields at the JINR Synchrotron and Synchrocyclotron»)  
2005 Doctor of Physics and Mathematics («Nucleon Radiometry in Radiation Fields Generated by Heavy Charged Particle Accelerators»)

*Professional career:*

- 1970–1996 Engineer; senior engineer; scientist of the JINR Department of Radiation Safety and Research  
1996–2005 Scientist; Deputy Scientific Secretary; Scientific Secretary of the JINR Division of Radiation and Radiobiological Research  
Since 2005 Deputy Director for Science, Director for Science of the JINR Laboratory of Radiation Biology

*Administrative activity:*

- Since 2006 Member of the Dissertation Council of the JINR Laboratory of High Energy Physics

*Educational activity:*

- Since 2005 Professor at the Department of Biophysics of the Dubna University. Lecturing, supervision of diploma theses and dissertations

*Scientific interests:*

Experimental physics, radiation protection physics, dosimetry, neutron spectroscopy in a wide energy range, design of radiation safety systems for nuclear physics facilities

*Scientific publications:*

Author and co-author of 90 papers

**Заместитель директора  
Лаборатории радиационной биологии  
Атанаска Христова ЯГОВА**

Атанаска Христова Ягова — кандидат медицинских наук.

*Дата и место рождения:*

1 января 1948 г., София, Болгария

*Образование:*

1973 Санкт-Петербургская государственная медицинская академия им. И. И. Мечникова

1979 Кандидат медицинских наук («Изучение мутагенного и тератогенного действия трития (тритиевой воды) у крыс»)

1980 Специальность «Радиобиология»

2001 Специальность «Радиационная гигиена»

*Профессиональная деятельность:*

1973–1976 Врач СЭС

1976–1992 Аспирант, научный сотрудник Лаборатории радиационной генетики Национального центра радиобиологии и радиационной гигиены (София)

1992–2008 Научный сотрудник, старший научный сотрудник, заведующий Лабораторией радиационной эпидемиологии Национального центра радиобиологии и радиационной гигиены (София)

2009–2010 Старший научный сотрудник, заведующий отделом специализированного обучения медиков работе с источниками ионизирующего излучения Национального центра радиобиологии и радиационной гигиены (София)

С 2010 Заместитель директора Лаборатории радиационной биологии

*Научно-организационная деятельность:*

С 1973 Член Болгарского научного общества рентгенологов, радиологов и радиобиологов

С 1992 Член Болгарского научного общества эпидемиологов

С 2005 Член Международной ассоциации по исследованиям малых доз радиации

С 2008 Член Международной ассоциации радиационной защиты

*Педагогическая работа:*

С 1997 Преподаватель в Медицинском колледже радиационной гигиены Медицинского университета (София) — лектор спецкурсов, руководитель учащихся специалистов

*Научные интересы:*

Радиобиология и радиационная эпидемиология

*Научные труды:*

57 статей в специализированных журналах, 103 доклада на симпозиумах



**Atanaska Khristova YAGOVA  
Deputy Director  
Laboratory of Radiation Biology**

Atanaska Khristova Yagova — Candidate of Medical Science.

*Date and place of birth:*

1 January 1948, Sofia (Bulgaria)

*Education:*

1973 Mechnikov State Medical Academy, St. Petersburg, USSR

1979 Candidate of Medical Science («A Study of the Mutagenic and Teratogenic Effects of Tritium (Tritium Water) in Rats»)

1980 Specialty «Radiobiology»

2001 Specialty «Radiation Hygiene»

*Professional career:*

1973–1976 Doctor at a Sanitary-and-Epidemiologic Station

1976–1992 Postgraduate student, scientist of the Laboratory of Radiation Genetics, National Center for Radiobiology and Radiation Hygiene, Sofia, Bulgaria

1992–2008 Scientist, senior scientist, Head of the Laboratory of Radiation Epidemiology, National Center for Radiobiology and Radiation Hygiene, Sofia, Bulgaria

2009–2010 Senior scientist, Head of the Department of Specialized Medical Staff Training to Operate Ionizing Radiation Sources, National Center for Radiobiology and Radiation Hygiene, Sofia, Bulgaria

Since 2010 Deputy Director of the Laboratory of Radiation Biology

*Administrative experience:*

Since 1973 Member of the Bulgarian Scientific Society of Radiologists and Radiobiologists

Since 1992 Member of the Bulgarian Scientific Society of Epidemiologists

Since 2005 Member of the International Low Radiation Association

Since 2008 Member of the International Radiation Protection Association

*Teaching experience:*

Since 1997 Lecturing; specialized training of medical staff and supervision over trainee specialists in Medical College for Radiation Hygiene, Medical University, Sofia, Bulgaria

*Scientific interests:*

Radiobiology; radiation epidemiology

*Scientific publications:*

57 papers in specialized journals; 103 reports to symposia

**Директор  
Учебно-научного центра  
С. З. ПАКУЛЯК**

Станислав Здиславович Пакуляк — доктор физико-математических наук.

*Дата и место рождения:*

4 мая 1964 г., Горловка, Донецкая обл., Украина

*Образование:*

1985 Киевский государственный университет им. Т. Г. Шевченко, физический факультет

1991 Кандидат физико-математических наук («Конечно-зонные решения суперсимметричных нелинейных уравнений и представления супергрупп Ли»)

2007 Доктор физико-математических наук («Симметрии пространства состояний в квантовых интегрируемых моделях»)

*Профессиональная деятельность:*

1985–1988 Аспирантура Института теоретической физики АН Украины

1988–1995 Младший научный сотрудник, научный сотрудник отдела математических методов в теоретической физике ИТФ АН Украины

1992–1993 Стажировка в Математическом институте Университета Киото (Япония)

1994–1995 Стажировка в отделе теоретической физики Университета Сарагосы (Испания)

С 1995 Старший научный сотрудник, ведущий научный сотрудник Лаборатории теоретической физики ОИЯИ

2008–2009 Заместитель директора Учебно-научного центра ОИЯИ

2009–2010 И. о. директора УНЦ ОИЯИ

С 2010 Директор УНЦ ОИЯИ

*Научно-организационная деятельность:*

1987–2004 Организатор более 10 школ для молодых ученых в ИТФ АН Украины и ЛТФ ОИЯИ

С 2010 Член Научно-технического совета ОИЯИ

*Педагогическая работа:*

Руководство дипломными работами и диссертациями

*Научные интересы:*

Математическая физика, применение теории представлений в точно решаемых моделях квантовой теории поля и статистической физики, интегрируемые модели в квантовой теории поля

*Научные труды:*

Автор более 50 работ по теории классических и квантовых интегрируемых систем



**S. Z. PAKULYAK  
Director  
University Centre**

Stanislav Zdislavovich Pakulyak — Doctor of Physics and Mathematics.

*Date and place of birth:*

4 May 1964, Gorlovka, Donetsk Region, Ukraine

*Education:*

1985 Physics Department, Shevchenko State University, Kiev

1991 Candidate of Physics and Mathematics («Finite-Gap Solutions of the Super-symmetric Equations and Representation Theory of Lie Supergroup»)

2007 Doctor of Physics and Mathematics («Symmetries of the Space of States in the Quantum Integrable Models»)

*Professional career:*

1985–1988 PhD student of the Institute for Theoretical Physics, AS of Ukraine

1988–1995 Junior researcher, researcher of the Department «Mathematical Methods in Theoretical Physics», ITP, AS of Ukraine

1992–1993 Visiting position at Research Institute for Mathematical Sciences, Kyoto University (Japan)

1994–1995 Visiting position at Departamento de Física Teórica, Zaragoza University (Spain)

Since 1995 Senior researcher, leading researcher at LTP, JINR

2008–2009 Vice-Director of JINR University Centre

2009–2010 Acting Director of JINR UC

Since 2010 Director of JINR UC

*Scientific and organizational activities:*

1987–2004 Organizer of more than 10 schools for young scientists at ITP, AS, Ukraine, and JINR LTP

Since 2010 Member of JINR Scientific and Technical Council

*Pedagogical activity:*

Management of students' diploma and thesis work

*Scientific interests:*

Mathematical physics, application of the representation theory in the exactly solvable models of the quantum field theory and statistical physics, integrable models of the quantum field theory

*Scientific publications:*

Author of more than 50 research papers in the theory of classical and quantum integrable systems



**Академик А. Н. Сисакян**  
**14.10.1944 – 01.05.2010**

*Дирекция Объединенного института ядерных исследований с глубоким прискорбием сообщает, что 1 мая 2010 г. на 66-м году жизни скончался академик Алексей Норайрович Сисакян, директор Объединенного института ядерных исследований в Дубне, член Президиума Российской академии наук, известный физик-теоретик, крупный организатор науки и международного научного сотрудничества.*

Алексей Норайрович Сисакян родился 14 октября 1944 г. в Москве. В 1968 г. окончил физический факультет Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова и начал работать в Лаборатории теоретической физики Объединенного института ядерных исследований под руководством академика Н. Н. Боголюбова.

Основным направлением научной деятельности А. Н. Сисакяна была физика элементарных частиц, приближенные методы и уравнения квантовой теории поля, проблема квантования систем с нетривиальной геометрией, симметрией и топологией, физика сильных взаимодействий при высоких температурах и плотностях.

В квантовой теории поля А. Н. Сисакяном с соавторами впервые предложено и разработано приближение прямолинейных путей — эффективный метод континуального интегрирования, который нашел широкое применение в теоретической физике. А. Н. Сисакяном с сотрудниками было предложено новое описание процессов с большими переданными импульсами в рамках трехмерного формализма квантовой теории поля, развит многокомпонентный подход в теории множественного рождения частиц. На основе этого подхода предсказан ряд новых эффектов, подтвержденных в опытах на крупнейших ускорителях элементарных частиц.

В области математической физики под руководством А. Н. Сисакяна выполнен цикл основополагающих работ по классическим и квантовым суперинтегрируемым системам в пространстве постоянной кривизны, а также по проблеме генерации топологически нетривиальных объектов в моделях с осцилляторным взаимодействием и в суперсимметричной одномерной квантовой механике. В последние годы А. Н. Сисакян с коллегами развивал метод контракций алгебр Ли применительно к задачам теоретической физики.

Широкую известность получили работы научной группы академика А. Н. Сисакяна, посвященные одной из актуальнейших задач физики элементарных частиц — разработке и применению непертурбативных методов квантовой теории поля, развитию новых подходов к процессам с очень большой множественностью. Под руководством академика А. Н. Сисакяна проведены новые перспективные исследования, направленные на поиски процессов образования смешанной кварк-адронной фазы ядерной материи в со-



**Academician A. N. Sissakian**  
**14.10.1944 – 01.05.2010**

*The Directorate of the Joint Institute for Nuclear Research (JINR, Dubna) deeply regrets to announce that Academician Alexei Norairovich Sissakian, the Director of JINR, a member of the Presidium of the Russian Academy of Sciences, a distinguished theoretical physicist and organizer of scientific research based on broad international cooperation, passed away on 1 May 2010 in his 66th year of life.*

Alexei Norairovich Sissakian was born on 14 October 1944 in Moscow. In 1968 he graduated from the Physics Faculty of the Lomonosov Moscow State University and started work at the JINR Laboratory of Theoretical Physics under the guidance of Academician N. N. Bogoliubov.

The main scientific activities of A. N. Sissakian concerned elementary particle physics, approximation methods and equations of quantum field theory, the quantization problem of systems with nontrivial geometry, symmetry and topology, and the physics of strong interactions at high temperatures and densities.

In quantum field theory A. N. Sissakian with co-authors were the first to propose and develop the straight-line path approximation — an effective method of continual integration, which has found wide application in theoretical physics. A. N. Sissakian and colleagues offered a new description of processes with large momentum transfers within the three-dimensional formalism of quantum field theory and developed a multicomponent approach in the theory of multiple particle production. Based on this approach, several new effects were predicted and later were confirmed in experiments at the largest particle accelerators.

In the field of mathematical physics, under the guidance of A. N. Sissakian, a series of seminal investigations was carried out on classical and quantum superintegrable systems in the constant curvature space, as well as on the generation of topologically nontrivial objects in models with oscillatory interaction and in supersymmetric one-dimensional quantum mechanics. In recent years, A. N. Sissakian and co-workers dealt with further development of the method of contraction of Lie algebras applicable to theoretical physics problems.

Of wide recognition were the studies conducted by the research group of Academician A. N. Sissakian on one of the most topical problems of particle physics — the development and application of nonperturbative methods in quantum field theory and the development of new approaches to very high multiplicity processes. Under the leadership of A. N. Sissakian, novel and promising investigations aimed at searching for processes of the formation of a mixed quark-hadron phase of nuclear matter in

ударениях тяжелых ионов. Им был инициирован и возглавлен крупнейший проект ОИЯИ по созданию коллайдера тяжелых ионов NICA для исследования фазовых переходов и критических явлений в ядерной материи.

Активную научную деятельность академик А. Н. Сисакян всегда сочетал с педагогической и научно-организационной работой. Под его руководством защищено 15 диссертаций, он возглавлял кафедры в Московском физико-техническом институте, Московском инженерно-физическом институте, был профессором Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова, вице-президентом и заведующим кафедрой теоретической физики Международного университета «Дубна», руководителем научного семинара «Симметрии и интегрируемые системы» в ОИЯИ.

Академик А. Н. Сисакян являлся главным редактором журнала «Письма в ЭЧАЯ», заместителем главного редактора журнала «Физика элементарных частиц и атомного ядра», входил в состав редколлегий ряда научных изданий, специализированных советов и программных комитетов международных конференций и симпозиумов, являлся организатором крупных международных конференций и школ по физике элементарных частиц.

Будучи вице-директором в 1989–2005 гг. и директором ОИЯИ с 2006 г., академик А. Н. Сисакян внес неоценимый вклад в сохранение и увеличение потенциала Института, в определение его перспективных научных задач, совершенствование научной и производственной базы ОИЯИ, обновление Института как открытого международного ядерно-физического центра, развитие широкого сотрудничества с национальными и мировыми научными и образовательными центрами, подготовку квалифицированных научных кадров.

А. Н. Сисакян был избран членом-корреспондентом Российской академии наук в 2006 г., а в 2008 г. — ее действительным членом и членом Президиума РАН.

Академик А. Н. Сисакян активно участвовал в становлении наукоградов, являясь президентом Союза развития наукоградов Российской Федерации. Он был первым заместителем председателя Российского Пагуошского комитета при Президиуме РАН.

Академик А. Н. Сисакян награжден десятью российскими и зарубежными орденами и медалями, в том числе орденами Почета и Дружбы (Российская Федерация), удостоен звания лауреата премии Ленинского комсомола в области науки и техники (1973), премии губернатора Московской области (2007), являлся иностранным членом Национальной академии наук Армении, почетным доктором ряда зарубежных университетов, членом ряда академий и научных обществ.

Со школьного возраста его любимым увлечением была поэзия. Алексей Норайрович Сисакян был автором нескольких сборников прекрасных стихов.

Алексей Норайровича всегда отличала преданность науке, делу, удивительное сочетание огромной силы воли с добротой и отзывчивостью к близким, друзьям, коллегам, людям.

Светлая и добрая память об Алексее Норайровиче Сисакяне навсегда сохранится в наших сердцах.

heavy-ion collisions were carried out. He initiated and headed the largest project of JINR towards the construction of a heavy-ion collider, NICA, to study phase transitions and critical phenomena in nuclear matter.

A. N. Sissakian always combined his active research work with pedagogical and science-organization activities. He supervised 15 theses, headed chairs at Moscow Institute of Physics and Technology and Moscow Engineering Physics Institute, was a professor at the Lomonosov Moscow State University, the vice-president of the International University «Dubna» and the head of its Theoretical Physics Chair, he also led the scientific seminar «Symmetries and Integrable Systems» at JINR.

Academician A. N. Sissakian was the editor-in-chief of the journal «Particles and Nuclei, Letters», a deputy editor-in-chief of the journal «Particles and Nuclei», a member of the editorial boards of several scientific publications, a member of specialized scientific councils and programme committees of international conferences and symposia, and was the organizer of major international conferences and schools on particle physics.

As Vice-Director during 1989–2005 and Director of JINR since 2006, Academician A. N. Sissakian made invaluable contributions towards maintaining and enhancing the potential of JINR, determining its future scientific prospects, improving its research and production capacity, renovating the Institute as an open international nuclear physics laboratory, promoting broad cooperation with national and international research and educational centres, and towards training qualified scientific personnel.

A. N. Sissakian was elected a corresponding member of the Russian Academy of Sciences in 2006, and in 2008 a full member of the Academy and a member of its Presidium.

As President of the Union of Russian Science Cities, Academician A. N. Sissakian actively participated in the establishment of science cities. He was also first deputy chairman of the Russian Pugwash Committee under the Presidium of the Russian Academy of Sciences.

Academician A. N. Sissakian was awarded ten Russian and foreign orders and medals, including the Orders of Honor and Friendship (Russian Federation), was a laureate of the Lenin Komsomol Prize in Science and Technology (1973) and a recipient of the Prize of the Governor of the Moscow Region (2007), was a foreign member of the National Academy of Sciences of Armenia, an honorary doctor of many foreign universities, and a member of several academies and scientific societies.

Since school age his favorite hobby had been poetry. Alexei Norairovich Sissakian was the author of several collections of fine poems.

Alexei Norairovich was always distinguished by his dedication to science, by a wonderful combination of great will power with kindness and sympathy to his relatives, friends, colleagues, to all people. The fond memory of Alexei Norairovich Sissakian will remain forever in our hearts.

В Музее истории науки и техники ОИЯИ был проведен семинар из цикла «Личности научной Дубны», посвященный 85-летию Г. И. Копылова и подготовленный совместно с художественной библиотекой ОИЯИ; а также семинар из цикла «Новое в науке и технике» о результатах экспедиции 2009 г. на Тунгуску, который провел сотрудник ГНЦ РФ ТРИНИТИ В. А. Алексеев.

Семинар «Древнерусская Дубна» из цикла «История открытий» был посвящен находкам, обнаруженным на раскопках в Ратмино дубненскими краоведами из фонда «Наследие» летом прошлого года. В марте проходила выставка под тем же названием, организованная фондом «Наследие».

В апреле состоялась выставка работ учащихся детской художественной школы. В мае прошла выставка «Семейный альбом», посвященная 65-летию Победы в

Великой Отечественной войне. В июне в музее были выставлены работы детского творческого коллектива «Сфера».

В начале мая в музее прошел вечер памяти, собравший ветеранов Великой Отечественной войны, работавших в ОИЯИ. 14 ветеранов предоставили для музейной экспозиции фотографии военных лет. Всего на вечере памяти присутствовали 25 ветеранов, которые рассказали о самых ярких, запомнившихся на всю жизнь военных эпизодах.

В апреле–июне в музее побывали группы туристов из Москвы, дубненские школьники и студенты, гости города. В июне был показан сюжет о Музее истории науки и техники ОИЯИ, снятый телеканалом «Подмосковье».

---

Seminars of the cycles «Personalities of Scientific Dubna» were held at the JINR Museum of Science and Technology History: on the 85th anniversary of G. I. Kopylov prepared together with the JINR fiction literature library; «News in Science and Technology» where staff member of SSC RF TRINITY V. Alekseev gave a review report on the results of an expedition to the Tunguska region in 2009.

The seminar «Old Russian Dubna» from the cycle «The History of Discoveries» was devoted to the troves discovered last summer by Dubna ethnographers from the «Heritage» foundation in the diggings near Ratmino. An exhibition was held in March under the same title. It was organized by the «Heritage» foundation.

An exhibition of paintings and crafts of students from the local art school for children was held in April; in May it

was an exhibition «Family Album» devoted to the 65th anniversary of the Victory in the Great Patriotic War. In June, the museum displayed articles and souvenirs produced by children from the creative team «Sfera».

In early May, the museum organized a memorial meeting devoted to the veterans of the Great Patriotic War who had worked at JINR. Fourteen veterans gave their photographs of the war years for the museum exposition. A total of 25 veterans attended the meeting; they spoke about the brightest war episodes in their memory.

In April–June, groups of tourists from Moscow, Dubna schoolchildren and students, other city guests visited the museum. In June the TV channel «Podmoskovie» made a cover about the JINR Museum of Science and Technology History and showed it in one of its programmes.



## ЕВРОПА

**Великобритания.** Тысячи студентов выстраивались в очереди, чтобы попасть на Научную ярмарку рождения Вселенной и узнать о новинках в науке и приборостроении. Ярмарка, наряду с другими мероприятиями, проходила во время Недели национальной науки и приборостроения в Манчестере, Эдинбурге и Суиндоне, в Лаборатории им. Э. Резерфорда и Э. Эплтона (графство Оксфордшир) и Лаборатории Дарсбери (графство Чешир).

На ярмарке состоялся также финал национального научно-технического конкурса, целью которого было напомнить о достижениях науки и техники и привлечь к этим отраслям знания молодежь путем участия в интерактивных экспериментах и образовательных программах.

Во время Недели науки и приборостроения более 600 студентов-отличников и их преподавателей посетили ежегодные мастер-классы по физике частиц, проводимые в Лаборатории Дарсбери и Лаборатории им. Э. Резерфорда и Э. Эплтона. В Суиндоне профессор Б. Кокс прочитал лекцию «Исследования Вселенной — от корабля «Вояджер» до большого адронного коллайдера»; состоялись экскурсии в планетарий Старлаба и на другие установки. В Дидкоте на улице Корнерстоунс открылось «Научное кафе» — национальный проект по популяризации научных исследо-

ваний в виде коротких сообщений и дебатов в неформальной обстановке.

**Франция.** 1 апреля 2010 г. пост директора французского Национального института ядерной физики и физики частиц (IN2P3) занял Жак Мартино, назначенный на эту должность президентом Национального центра научных исследований (CNRS) Аленом Фуком. С 2001 г. д-р Ж. Мартино возглавлял лабораторию Subatech (CNRS/Университет Нанта), а также был директором группы общественного мнения по работе циклотрона Арноах в Нанте. Он стал директором IN2P3, сменив на этом посту Мишеля Спиро, который в декабре 2009 г. был избран президентом совета ЦЕРН.

**Италия.** Лаборатории Национального института ядерной физики (INFN) Италии, которые расположены в Гран-Сассо, получили в свое распоряжение 120 свинцовых слитков, поднятых с древнеримского корабля, затонувшего 2000 лет назад у берегов Сардинии. Слитки используются для завершения строительства защиты в эксперименте CUORE, который проводится с целью поиска чрезвычайно редких событий с участием нейтрино. Кроме того, в INFN планируются важные прецизионные измерения найденных на корабле материалов из свинца (и, возможно, меди), которые использовались в бронзовом веке.

«Капитан, конечно, не мог себе даже представить, что свинец с его корабля будет использован спустя

## EUROPE

**The UK.** Thousands of students excited to find out more about science and engineering queued up to take part in activities at the Big Bang Science Fair. STFC's four main UK sites were all actively involved in the week, with events in Edinburgh and Swindon, and at the Rutherford Appleton Laboratory (RAL) in Oxfordshire and the Daresbury Laboratory in Cheshire.

The Big Bang Fair also hosted the final of the National Science and Engineering competition which aims to celebrate achievement in science and engineering whilst inspiring young people through interactive experiences and educational programmes.

Also during Science and Engineering Week over six hundred A-level students and teachers attended the annual Particle Physics Master classes held over five days at STFC's Daresbury and Rutherford Appleton Laboratories. Other events to take place across the week were a lecture in Swindon by Professor Brian Cox on 'Exploring the Universe — from Voyager to the Large Hadron Collider'; visits to the Starlab planetarium, and other facilities. In Didcot, the venue Cornerstones hosted 'Cafe Scientifique', a national project that brings science to the public in an informal mixture of short talks and debate.

**France.** Jacques Martino has been appointed director of CNRS's National Institute of Nuclear and Particle Physics (IN2P3) by CNRS president Alain Fuchs. Dr. Martino had been director of the Subatech laboratory (CNRS/Ecole des Mines de Nantes/Université de Nantes) since 2001, and director of the Arnoax cyclotron public interest group in Nantes. He will take up his new post on April 1st, 2010, replacing Michel Spiro who was elected president of the CERN council last December.

**Italy.** Italy's National Institute of Nuclear Physics, at its laboratories in Gran Sasso, has received 120 lead bricks from an ancient Roman ship that sank off of the coast of Sardinia 2,000 years ago. The INFN is now receiving additional bricks to complete the shield for the CUORE experiment, which is being conducted to study extremely rare events involving neutrinos.

Moreover, the INFN will perform important precise measures on the lead (and possibly on the copper found on the ship), to study the materials used in the Bronze Age.

«The commander of that ship would certainly never have imagined that the lead would be used 2,000 years later for something that had to do with the Universe and the stars,» comments INFN President Roberto Petronzio; «History and Science can now speak to one another

2000 лет для исследований, связанных со Вселенной и звездами, — заметил президент INFN Р. Петронцио. — Благодаря исследованиям в физике высоких энергий История и Наука могут разговаривать друг с другом через века».

#### Швейцария, ЦЕРН.

**3 июня.** Вслед за прошедшим в ЦЕРН рабочим совещанием по физике частиц врачи и физики опубликовали программу использования физики в целях охраны здоровья. Многие методики, разработанные для исследований по физике, уже давно применяются в медицине.

Впервые по этой тематике прошло рабочее совещание, собравшее 400 работников здравоохранения, биологов и физиков. Дискуссии были посвящены все возрастающему значению физики в решении проблем здравоохранения. В последние десятилетия многие важные диагностические и терапевтические методики были разработаны на основе классических физических принципов или инструментов, созданных для физических экспериментов. Например, известная методика томографии с помощью позитронного излучения (PET) появилась в медицине во многом благодаря исследованиям в области физики частиц.

**15 июня.** Один из самых сложных приборов, когда-либо созданных для исследования новых областей знаний, ускоритель LHC успешно запущен в ЦЕРН. Для того чтобы новые волнующие эксперименты стали ближе и понятнее широкой публике, ЦЕРН открыл ин-

формационный центр — такой же высокотехнологичный и футуристический, как и сам ускоритель.

25 июня представители средств массовой информации были приглашены на открытие выставки «Вселенная частиц», расположившейся в Куполе Науки и Инноваций. Генеральный директор ЦЕРН Р.-Д. Хойер подчеркнул: «Для нас чрезвычайно важно стать ближе к общественности и объяснить наши цели и, если такое случается, повторные запуски. Информационный центр, построенный благодаря щедрой поддержке компании «Rolex», является составной частью нашей политики связей с общественностью и образовательной программы».

#### АМЕРИКА

**FNAL (Батавия, Иллинойс).** Ученые из коллаборации D0 Национальной ускорительной лаборатории им. Э. Ферми 14 мая объявили об обнаружении свидетельства заметного нарушения симметрии материи-антиматерии в поведении частиц, содержащих нижние кварки, за пределами стандартной модели. Новый результат, который ученые отправили для публикации в журнал «Physical Review D», показывает разницу в один процент между получением пар мюонов и пар антимюонов в распаде B-мезонов в столкновениях частиц высоких энергий на тэватроне.

Используя уникальные свойства своего прецизионного детектора и новые методы анализа, ученые коллаборации D0 показали, что вероятность совпаде-

across the centuries, thanks to the research in High-Energy Physics.»

#### Switzerland, CERN.

**3 June.** Following a workshop hosted by the CERN European particle physics laboratory in February, doctors and physicists today published a strategy for harnessing physics for health. Techniques developed for physics research have a long history of application in medicine.

The workshop, which was the first of its kind, brought together some 400 healthcare professionals, biologists and physicists to examine the increasingly important interface between physics and health. Over recent decades, many important diagnostic and therapeutic techniques have been built on either basic physics principles, or the tools developed to conduct physics research. Notable examples are the technique of positron emission tomography (PET), which emerged in the medical community, but whose technology owes much to research in particle physics.

**15 June.** CERN has recently started operating the LHC, one of the most sophisticated scientific tools ever built to explore new territories of knowledge. To share this exciting adventure with the general public, CERN is open-

ing a visitor centre that is as high-tech and futuristic as its accelerator.

The «Universe of Particles» exhibition, installed in the Globe of Science and Innovation, will be previewed to the media on 25 June. CERN Director-General Rolf Heuer underlines: «It's vital for us to reach out to society and explain our research aims and the associated spinoffs. This visitor centre, built with the generous support of Rolex, is an essential part of our outreach and education strategy.»

#### AMERICA

**Fermilab, Batavia, Ill.** Scientists of the DZero collaboration at the Department of Energy's Fermi National Accelerator Laboratory announced Friday, May 14, that they have found evidence for significant violation of matter-antimatter symmetry in the behavior of particles containing bottom quarks beyond what is expected in the current theory, the Standard Model of particle physics. The new result, submitted for publication in «Physical Review D» by the DZero collaboration, indicates a one percent difference between the production of pairs of muons and pairs of antimuons in the decay of B mesons produced in high-energy collisions at Fermilab's Tevatron particle collider.

ния данных этого измерения с каким-либо известным эффектом составляет менее 0,1 процента (стандартные отклонения 3,2).

«Этот новый интересный результат свидетельствует об отклонениях от современной теории в распадах В-мезонов, в соответствии с догадками, возникшими ранее», — сказал один из руководителей эксперимента D0 Д. Денисов. В прошлом году физики, участвующие в экспериментах D0 и CDF на тэватроне, наблюдали похожие явления во время изучения частиц, полученных из нижнего и странного кварков.

При получении нового результата физики коллаборации D0 проводили анализ данных «вслепую», чтобы избежать любых искажений того, что они наблюдали. И только после долгого периода проверки всех методов анализа физиками коллаборации D0 начато обсуждение всего комплекта данных.

Точность измерений D0 по-прежнему ограничена количеством столкновений, зарегистрированных на сегодня в эксперименте. Поэтому группы CDF и D0 продолжают собирать данные и совершенствовать аналитические методы для решения этих и многих других фундаментальных задач.

Комментарий прессы (журнал «Discover», 15 июня 2010 г.):

**Физики Фермилаба поражены: хиггс-бозоны на самом деле 5?**

В прошлом месяце мы обсуждали любопытный эксперимент на ускорителе частиц тэватроне в Лабо-

ратории им. Э. Ферми около Чикаго. Группа D0 обнаружила больше материи, чем антиматерии, в столкновениях протонов и антипротонов.

Это лучше согласуется со здравым смыслом: если бы в результате Большого взрыва действительно образовалось одинаковое количество материи и антиматерии, частицы бы уничтожили друг друга и нас бы тут сейчас не было. К сожалению, физика, отражающая это пристрастное предпочтение материи, не имеет смысла.

Для тех, кто полагает, что стандартная модель близка к завершению, открытие хиггс-бозона — теоретической частицы, которая сообщает массу всем другим частицам, поставило бы точку в последней главе этих изысканий.

Но для тех, кто думает, что существуют еще не открытые аспекты физики — так называемая новая физика, потребуется «съемка» следующего сиквела сериала «Стандартная модель».

И как же он будет выглядеть, этот сиквел «Стандартной модели»? «Хиггс наносит ответный удар» (по аналогии с известным сериалом «Звездные войны», эпизод 5 «Империя наносит ответный удар». — Примеч. переводчика), возможно, будет включать пять хиггсов, как полагают физики из коллаборации D0: все с одинаковой массой, три не имеющих заряда, один положительно заряженный и один отрицательно заряженный. Физики-теоретики уже продумали такую возможность, назвав ее «модель двуххиггсовых дуплетов».

Using unique features of their precision detector and newly developed analysis methods, the DZero scientists have shown that the probability that this measurement is consistent with any known effect is below 0.1 percent (3.2 standard deviations).

«This exciting new result provides evidence of deviations from the present theory in the decays of B mesons, in agreement with earlier hints,» said Dmitri Denisov, co-spokesperson of the DZero experiment, one of two collider experiments at the Tevatron collider. Last year, physicists at both Tevatron experiments, DZero and CDF, observed such hints in studying particles made of a bottom quark and a strange quark.

To obtain the new result, the DZero physicists performed the data analysis «blind,» to avoid any bias based on what they observe. Only after a long period of verification of the analysis tools, did the DZero physicists look at the full data set.

The precision of the DZero measurements is still limited by the number of collisions recorded so far by the experiment. Both CDF and DZero therefore continue to collect data and refine analyses to address this and many other fundamental questions.

**Fermilab particle physicists wonder: Are there 5 Higgs bosons?**

From Discover magazine blog, June 15, 2010:

Last month, we discussed a curious experiment at the Tevatron particle accelerator at Fermilab near Chicago. Colliding protons and antiprotons, the Tevatron's DZero group found more matter than antimatter.

This agrees well with common sense — if the Big Bang had really churned out equal amounts of matter and antimatter, the particles would have annihilated each other, and we wouldn't be here. Unfortunately, the physics for this matter favoritism doesn't make sense.

For those who believe the Standard Model is nearly complete, the discovery of the Higgs boson — a theoretical particle that imparts mass to all the other particles — would close out the final chapter.

But for others who think that undiscovered physics properties exist — so-called new physics — a sequel to the Standard Model is needed.

What would a sequel to the Standard Model look like? The Higgs Strikes Back might include five Higgses, particle physicists at the DZero group speculate: all with the same mass, three uncharged, one with a positive charge, and one with a negative charge. Theoretical physicists have already dreamt up this possibility, calling it the «two-Higgs doublet model.»



- *Ахмедов А. И., Кураев Э. А., Быстрицкий Ю. М., Кокорулина Е. С.* Уравнения в частных производных и методы математической физики: Учеб. пособие. — Дубна: ОИЯИ, 2009. — 148 с. — (Учебно-методические пособия Учебно-научного центра ОИЯИ. УНЦ; 2009-40). — Библиогр.: с. 147–148.  
*Akhmedov A. I., Kuraev E. A., Bystritsky Yu., Kokoulina E.* Equations in Partial Derivatives and Methods of Mathematical Physics: Manual. — Dubna: JINR, 2009. — 148 p. — (Study Guide, the JINR University Centre. UC; 2009-40). — Bibliogr.: pp. 147–148.
- *Калинников В. А.* Разработка Windows-приложений с помощью API-функций на основе объектно-ориентированного языка C++: Учеб. пособие. — Дубна: ОИЯИ, 2009. — 99 с.: ил. — (Учебно-методические пособия Учебно-научного центра ОИЯИ; УНЦ; 2009-41). — Библиогр.: с. 99.  
*Kalinnikov V. A.* The Programming Windows Applications with the API Functions on the Basis of Object-Oriented Implementation of C++: Manual. — Dubna: JINR, 2009. — 99 p.: ill. — (Study Guides of the JINR University Centre. UC; 2009-41). — Bibliogr.: p. 99.
- Nuclear Structure and Related Topics: Proceedings of the International Conference, Dubna, June 30 – July 4, 2009 / Eds.: A. Vdovin, V. Voronov, and R. Jolos. — Dubna: JINR, 2009. — (JINR; E4-2009-191). — Spread head: JINR, Bogoliubov Lab. of Theoretical Physics.  
V. 1. — 2009. — 252 p.: ill. — Bibliogr.: end of papers.  
V. 2. — 2009. — 320 p.: ill. — Bibliogr.: end of papers.
- Объединенный институт ядерных исследований. Лаборатория информационных технологий: Информационный бюллетень ЛИТ / Ред.-сост.: Л. А. Калмыкова; Отв. ред.: В. П. Шириков. — Дубна: ОИЯИ, 2010. — 52 с.: ил. — (ОИЯИ; 4-8458).  
Joint Institute for Nuclear Research. Laboratory of Information Technologies: LIT Information Bulletin / Ed. board: L. Kalmykova; Edit.-in-Chief: V. Shirikov. — Dubna: JINR, 2010. — 52 p.: ill. — (JINR; 4-8458).
- *Khaliullin Y. N.* Abdus Salam. Nobel Laureate: [Transl. from Russian] / Y. N. Khaliullin; Ed.: G. A. Kozlov. — Dubna: JINR, 2010. — 104 p.: ill. — Bibliogr.: p. 101.
- Neutron Spectroscopy, Nuclear Structure, Related Topics: XVIII International Seminar on Interaction of Neutrons with Nuclei (ISINN-18), Dubna, May 26–29, 2010: Abstracts of the Seminar. — Dubna: JINR, 2010. — 60 p.: ill. — (JINR; E3-2010-49).
- 14-я Научная конференция молодых ученых и специалистов ОИЯИ, Дубна, 1–6 февраля 2010 г.: Труды конференции / Подгот. сб.: А. В. Филиппов, Д. К. Дряблов. — М.: Б. и., 2010. — 304 с. — Библиогр.: в конце ст. <http://omus.jinr.ru/conference2010.php>  
The 14th Scientific Conference of JINR Young Scientists and Specialists, Dubna, 1–6 February 2010; Proceedings / Collection prep. by: A. Filippov, D. Dryabov. — М.: Б. и., 2010. — 304 p. — Bibliogr.: end of papers. <http://omus.jinr.ru/conference2010.php>
- *Корогодина В. И.* Феномен жизни: избранные труды: в 2 т. / Сост. и коммент.: В. Л. Корогодина. — М.: Наука, 2010.  
Т. 1. — 2010. — 436 с.: ил. — Библиогр.: в конце работ.  
*Korogodin V. I.* Phenomenon of Life: Selected works: in 2 vol. / Compiled and comments: by V. L. Korogodina. — М.: Nauka, 2010.
- XIII Advanced Research Workshop on High Energy Spin Physics (DSPIN-09), Dubna, Sept. 1–5, 2009: Proceedings / Ed.: A. V. Efremov and S. V. Goloskokov. — Dubna: JINR, 2010. — 467 p.: ill. — (JINR; E1,2-2010-13). — Bibliogr.: end of papers.
- Neutron Spectroscopy, Nuclear Structure, Related Topics: XVII International Seminar on Interaction of Neutrons with Nuclei (ISINN-17), Dubna, May 27–29, 2009: Proceedings of the Seminar. — Dubna: JINR, 2010. — 403 p.: ill. — (JINR; E3-2010-36). — Bibliogr.: end of papers.
- *Блохинцев Д. И.* Избранные труды: в 2 т. / Ред.: Б. М. Барбашов, В. В. Нестеренко. — М.: Физматлит, 2009.  
Т. 1. — 2009. — 575 с.: ил. — Библиогр. список тр. Д. И. Блохинцева: с. 540–575.  
<http://www.fml.ru/book/showbook/1032>  
Т. 2. — 2009. — 742 с.: ил. — Библиогр. в конце разд. <http://www.fml.ru/book/showbook/1301>  
*Blokhintsev D. I.* Selected works: in 2 vol. / Eds.: B. Barbashov, V. Nesterenko. — М.: Fizmatlit, 2009.  
V. 1. — 2009. — 575 p.: ill. — Bibliogr. list of works by D. I. Blokhintsev: pp. 540–575.  
V. 2. — 2009. — 742 p.: ill. — Bibliogr.: end of papers. <http://www.fml.ru/book/showbook/1301>
- *Сисакян А. Н.* Анамнез: К 80-летию выдающегося российского кардиолога профессора А. Л. Сыркина. — Дубна: ОИЯИ, 2010. — 9, [3] с.: цв. ил.  
*Sissakian A. N.* Anamnesis: To the 80th Jubilee of the Outstanding Russian Cardiologist Professor A. L. Syркиn. — Dubna: JINR, 2010. — 9, [3] p.: colour. ill.
- Nuclear Electronics & Computing. XXII International Symposium (NEC'2009), Varna, Bulgaria, Sept. 7–14, 2009: Proceedings of the Symposium. — Dubna: JINR, 2010. — 308 p.: ill. — (JINR; E10,11-2010-22). — Bibliogr.: end of papers.
- *Легар Ф., Строчковский Е. А.* Феноменология, формализм и процедуры анализа нуклон-нуклонного рассеяния: Учеб. пособие. — Дубна: ОИЯИ, 2010. — 127 с. — (Учебно-методические пособия Учебно-научного центра ОИЯИ. УНЦ; 2010-42). — Содерж.: Включен перевод на рус. яз. ст. Bystricky J., Lehar F., Winternitz P. Formalism of Nucleon-Nucleon Elastic Scattering Experiments // Le Journal de Physique. 1978. V. 39, No. 1.  
*Lehar F., Strokovsky E.* Phenomenology, Formalism and Procedure of the Nucleon-Nucleon Scattering Analysis: Manual. — Dubna: JINR, 2010. — 127 p. — (Study Guide, the JINR University Centre. UC; 2010-42). — Contents: A translation into Russian included of paper Bystricky J., Lehar F., Winternitz P. Formalism of Nucleon-Nucleon Elastic Scattering Experiments // Le Journal de Physique. 1978. V. 39, No. 1.