

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

Проанализированы свойства и массовое распределение ультрамагнетизированных атомных ядер, возникающих в столкновениях тяжелых ионов, коре магнитаров, при взрыве сверхновых типа II и слияниях нейтронных звезд. Для диапазона напряженности магнитного поля 0,1–10 ТТл эффект Зеемана приводит к линейному ядерному магнитному отклику с параметром восприимчивости, значительно превышающим ядерный g -фактор. Соответственно, энергия связи возрастает для ядер с открытой оболочкой и уменьшается для ядер с закрытой оболочкой. Заметное усиление выхода соответствующих продуктов взрывного нуклеосинтеза с антиматричными числами подтверждается результатами наблюдений.

Kondratyev V.N. Zeeman Splitting in Structure and Composition of Ultramagnetized Spherical Nuclei // Phys. Lett. B. 2018. V. 782. P. 167–169. <https://doi.org/10.1016/j.physletb.2018.05.004>.

Исследована функция больших уклонений двух величин, характеризующих лавинную динамику модели «raise and peel», числа плиток, удаленных лавинами, и числа глобальных лавин, проходящих через всю систе-

му. Для этого использована их связь с минимальным собственным значением гамильтониана XXZ модели со скрученными граничными условиями. Кумулянты этих двух величин вычислены асимптотически в пределе большого размера системы. Первые кумулянты, т. е. средние значения, подтверждают точные формулы, гипотезы для которых были предложены на основе анализа конечных систем. Описан фазовый переход от критического к некритическому поведению функции больших уклонений глобальных лавин, обусловленный атипичным значением числа плиток, удаляемых лавинами за единицу времени.

Povolotsky A.M., Pyatov P.N., Rittenberg V. Large Deviations of Avalanches in the Raise and Peel Model // J. Stat. Mech.: Theory and Experiment. 2018. V. 5. P. 053107.

В настоящей работе продолжают исследования специальных бор-зоммерфельдовых подмногообразий в случае, когда объемлющее симплектическое многообразие обладает согласованной интегрируемой комплексной структурой, т. е. когда объемлющее многообразие является алгебраическим. В этом случае мы показываем, как специальная геометрия Бора–Зоммерфельда сводится к теории Морса на дополнениях к обильным дивизорам. Отсюда вытекает конструкция лагранжевой тени обильного дивизора

Bogoliubov Laboratory of Theoretical Physics

Properties and mass distribution of ultramagnetized atomic nuclei that arise in heavy-ion collisions, magnetar crusts, during Type II supernova explosions and neutron star mergers are analyzed. For magnetic field strength range of 0.1–10 TT the Zeeman effect leads to linear nuclear magnetic response with susceptibility parameter exceeding significantly nuclear g -factor. Respectively, binding energies increase for open shell and decrease for closed shell nuclei. Noticeable enhancement in a yield of corresponding explosive nucleosynthesis products with antimagic numbers corroborate with observational results.

Kondratyev V.N. Zeeman Splitting in Structure and Composition of Ultramagnetized Spherical Nuclei // Phys. Lett. B. 2018. V. 782. P. 167–169. <https://doi.org/10.1016/j.physletb.2018.05.004>.

We study the large deviation functions for two quantities characterizing the avalanche dynamics in the raise and peel model: the number of tiles removed by avalanches and the number of global avalanches extending through the whole system. To this end, we exploit their connec-

tion to the groundstate eigenvalue of the XXZ model with twisted boundary conditions. We evaluate the cumulants of the two quantities asymptotically in the limit of the large system size. The first cumulants, the means, confirm the exact formulas conjectured from the analysis of finite systems. We discuss the phase transition from critical to noncritical behavior in the rate function of the global avalanches conditioned to an atypical value of the number of tiles removed by avalanches per unit time.

Povolotsky A.M., Pyatov P.N., Rittenberg V. Large Deviations of Avalanches in the Raise and Peel Model // J. Stat. Mech.: Theory and Experiment. 2018. V. 5. P. 053107.

In the present paper, we continue the studies of special Bohr–Sommerfeld submanifolds in the case when the ambient symplectic manifold admits a compatible integrable complex structure, which means that the ambient manifold is algebraic. For this case, we show the reduction of special Bohr–Sommerfeld geometry to the Morse theory on the complements to ample divisors. One deduces from this a construction of Lagrangian shadow of ample divisor in algebraic variety which presents an example of the correspondence “algebraic vs. symplectic”. One presents

в алгебраическом многообразии, что является примером двойственности «алгебраическое vs симплектическое». Предлагается условие существования лагранжевой тени, а также приведены примеры лагранжевых теней некоторых обильных дивизоров на проективной плоскости, комплексной квадрике, многообразии флагов.

Тюрин Н. А. Специальные бор-зоммерфельдовы лагранжевы подмногообразия в алгебраических многообразиях // Изв. РАН. Сер. матем. 2018. Т. 82, вып. 3. С. 170–191.

Лаборатория ядерных реакций им. Г. Н. Флерова, июнь.

Участники работ по завершению сборки магнитной системы ГНС-2 фабрики сверхтяжелых элементов



The Flerov Laboratory of Nuclear Reactions, June. The participants of the final assembling of the GNS-2 magnetic system of the Factory of Superheavy Elements

an existence condition for Lagrangian shadows, as well as some examples of certain ample divisors in the projective space, the complex quadric and the flag variety.

Тюрин Н. А. Special Bohr–Sommerfeld Lagrangian Submanifolds in Algebraic Varieties // Izv. Math. 2018. V. 82, No. 3. P. 170–191.

Лаборатория информационных технологий

В ЛИТ в сотрудничестве с Прешовским университетом (Словакия) разработаны и реализованы алгоритмы и программное обеспечение для численного моделирования процессов взаимодействия воды и пористых материалов. Актуальность данных исследований обусловлена тем, что физические характеристики пористых материалов существенно зависят от насыщенности водой и влияют на прочностные, защитные

Laboratory of Information Technologies

LIT researchers in cooperation with their colleagues from the University of Prešov, Slovakia, have developed and implemented the algorithms and software for the numerical modeling of the processes of water and porous materials interaction. The importance of these studies is related to the fact that the physical characteristics of porous materials depend significantly on the saturation of water

и другие свойства данных материалов. Одним из наиболее распространенных типов пор в натуральных и искусственных строительных материалах являются так называемые слепые полузакрытые поры, или поры мешочного типа. В данной работе разработана трехмерная модель такого типа пор. Эта модель использовалась для моделирования процессов взаимодействия водяного пара и индивидуальной поры гибридным методом, сочетающим в себе метод молекулярной динамики и метод, основанный на использовании уравнения диффузии. Специальные исследования были проведены для определения зависимостей между различными реализациями термостатов и сохранением термодинамических и статистических характеристик системы водяной пар–пора. Было исследовано два типа эволюции системы водяной пар–пора: высыхание и намокание поры. Также было проведено полное исследование свойств диффузионного коэффициента, диффузионной скорости и других диффузионных параметров системы водяной пар–пора.

Никонов Э.Г., Павлуш М., Поповичева М. // Eur. Phys. J. Web Conf. 2018. V. 173, No. 06009. P. 1–4.

Исследования процессов в области облучения материалов тяжелыми ионами высоких энергий про-

водятся на протяжении нескольких десятилетий. В настоящее время для математического моделирования указанных процессов применяются в основном следующие подходы: модель термического пика и метод молекулярной динамики.

В рамках непрерывно-атомистической модели, являющейся комбинацией модели термического пика и метода молекулярной динамики, развит подход, на основе которого исследованы процессы в мишени из никеля при облучении ионами урана с энергией 700 МэВ. Для решения уравнений непрерывно-атомистической модели разработан программный комплекс и проведено тестирование на гетерогенном кластере HybriLIT.

В рамках проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1) непрерывно-атомистическая модель в отличие от модели термического пика позволяет получить более детальную информацию о моделируемой системе, а в отличие от метода молекулярной динамики позволяет рассматривать процессы в широком диапазоне энергии налетающего тяжелого иона на мишень;

2) изменение параметров модели сильно влияет на результаты расчетов, и поэтому выбор параметров модели должен определяться в зависимости от экспериментальных данных.

and affect the strength, protective and other properties of these materials. One of the varieties of pores, often found in natural or artificial building materials, are the so-called blind pores of dead-end, or saccate, type. A three-dimensional model of such pores has been developed in this work. This model was used to simulate the interaction of water vapor and individual pore by molecular dynamics in combination with the diffusion equation method. Special investigations have been done to find dependences between thermostats implementations and conservation of thermodynamic and statistical values of the system “water vapor–pore”. Two types of evolution of the system “water vapor–pore” have been investigated: drying and wetting of the pore. A complete investigation of diffusion coefficient, diffusion velocity and other diffusion parameters has been performed.

Nikonov E., Pavluš M., Popovičová M. // Eur. Phys. J. Web Conf. 2018. V. 173, No. 06009. P. 1–4.

Over the last few decades, active research in the field of materials irradiated with high-energy heavy ions has been carried out. At present, the following approaches are

used for the mathematical modeling of these processes: a thermal spike model and a molecular dynamics method.

In this work, an approach has been developed which is based on a continuous-atomistic model that consists of the combination of a thermal spike model and a molecular dynamics method. Based on the developed approach, processes in a nickel target exposed to 700-MeV uranium ions were investigated. In order to solve the equations of the continuous-atomistic model, a software complex has been developed and tested on the HybriLIT heterogeneous cluster.

Within the conducted research, we can conclude the following:

1) Continuous-atomistic model, in contrast to the thermal spike model, allows obtaining more detailed information about the system under simulation, and unlike the molecular dynamics method it allows one to consider the processes in a wide range of energy of the incident heavy ion onto the target;

2) Changes in the model parameters strongly affect the calculation results, so the choice of the model parameters should be done according to experimental data.

Батгэрэл Б., Димова С.Н., Пузынин И.В., Пузынина Т.П., Тухлиев З.К., Христов И.Г., Христова Р.Д., Шарипов З.А. // Eur. Phys. J. Web Conf. 2018. No. 173. P. 03005.

Лаборатория радиационной биологии

Сотрудниками Лаборатории радиационной биологии на пучках ускорителя У-400М Лаборатории ядерных реакций им. Г.Н. Флерова выполнен широкий цикл исследований молекулярных нарушений в клетках человека при действии ионизирующих излучений с разными физическими характеристиками: гамма-квантов и ускоренных тяжелых ионов. С использованием методов иммуноцитохимии изучено формирование и репарация кластерных двунитевых разрывов ДНК — наиболее тяжелого класса молекулярных нарушений генетических структур. Модифицированный в ЛРБ метод анализа структуры комплексных повреждений ДНК — метод неавтоматизированного подсчета радиационно-индуцированных фокусов в трехмерных изображениях ядер облученных клеток, реконструирующих весь объем клеточного ядра, — обладает высокой чувствительностью, является экономически доступным и может широко применяться для дальнейших исследований, направленных на изучение пространственно-временного распределения различных

типов повреждений ДНК при действии ионизирующих излучений. Использование данного подхода позволяет достичь высокой степени точности пространственно-временного анализа γ H2AX/53BP1 фокусов и провести детальный анализ структуры и морфологии сложноорганизованных фокусов в треках заряженных частиц.

Экспериментально установлено, что облучение клеток ускоренными ионами низких энергий с высоким значением ЛПЭ, характеризующимися узким треком с высокой плотностью δ -электронов, приводит к формированию более сложных, устойчивых к репарации повреждений ДНК по сравнению с воздействием ионов того же заряда с более высокой энергией и меньшим значением ЛПЭ. Показано, что при действии ускоренных ионов с одинаковым значением ЛПЭ формируются повреждения ДНК с различной степенью сложности и разной эффективностью их репарации.

Уровень и сложность кластеров γ H2AX/53BP1 фокусов зависит от времени после облучения и физических характеристик исследуемых видов излучений. При действии заряженных частиц с высокой ЛПЭ выявляются до шести и более индивидуальных фокусов в кластере, в то же время при γ -облучении сложноорганизованные кластеры не наблюдаются.

Batgerel B., Dimova S.N., Puzynin I.V., Puzynina T.P., Hristov I. G., Hristova R. D., Tukhliev Z. K., Sharipov Z. A. // Eur. Phys. J. Web Conf. 2018. No. 173. P. 03005.

Laboratory of Radiation Biology

At the U-400M cyclotron of the Flerov Laboratory of Nuclear Reactions, scientists of the Laboratory of Radiation Biology (LRB) have performed a large series of studies of molecular disorders in human cells induced by γ rays and accelerated heavy ions — ionizing radiations with different physical characteristics. With the use of immunocytochemistry techniques, the formation and repair of clustered DNA double-strand breaks have been studied, which are the most severe class of the molecular disorders of the genetic structures. A DNA complex damage structure analysis method modified at LRB — the nonautomated count of radiation-induced foci in three-dimensional images of irradiated cells' nuclei reconstructing the whole volume of the cell's nucleus — is highly sensitive, affordable, and can be widely used in further research on the space–time distribution of different types of DNA damage induced by ionizing radiations. This technique allows high

precision of the space–time analysis of γ H2AX/53BP1 foci and makes it possible to perform a detailed analysis of the structure and morphology of complex foci in charged particle tracks.

It has been established experimentally that cell exposure to accelerated low-energy high-LET ions, which are characterized by a narrow track with a high δ -ray density, results in the formation of DNA damage that is more complex and repair-resistant than the one induced by ions of the same charge with higher energy and lower LET. It has been shown that accelerated ions with the same LET induce DNA damage of different complexity and different repair efficiency.

The complexity of γ H2AX/53BP1 foci depends on time after exposure and the physical characteristics of the used types of radiation. High-LET charged particles have been found to induce up to six and more individual foci in a cluster, while no complex clusters have been observed after γ irradiation.

The results obtained in research on complex DNA damage induced by accelerated heavy ions are fundamental and extremely important for the evaluation of its role in the mechanisms of ionizing radiations' lethal and mu-

Полученные результаты изучения комплексных повреждений ДНК при действии тяжелых ускоренных ионов носят фундаментальный характер и являются крайне важными для установления их роли в механизмах реализации летального и мутагенного действия ионизирующих излучений. Результаты исследований позволяют получить новую важную информацию о роли физического фактора в биологической эффективности ионизирующих излучений с разными физическими характеристиками и могут быть использованы при планировании противоопухолевой терапии с применением пучков заряженных частиц, для прогнозирования радиационного риска при пилотируемых полетах в дальний космос.

Учебно-научный центр

Учебный процесс. В конце июня 10 студентов базовой кафедры фундаментальных и прикладных проблем физики микромира МФТИ защитили бакалаврские и магистерские работы.

Международная летняя студенческая практика. 1-й этап практики начался 3 июня для 17 студентов из ЮАР. В течение трех недель практиканты прослушали обзорные лекции о деятельности лабораторий ОИЯИ, совершили экскурсии на базовые установки и выполнили учебно-исследовательские проекты. Последний день практики по традиции был посвящен

Дубна, 4 июня. 1-й этап международной студенческой практики в ОИЯИ для участников из Южно-Африканской Республики. На экскурсии в Лаборатории ядерных проблем им. В. П. Дзелепова



Dubna, 4 June. Stage 1 of the International Student Practice at JINR for participants from the Republic of South Africa. On an excursion at the Dzheleпов Laboratory of Nuclear Problems

tagenic effects. These results allow getting new essential knowledge on the role of the physical factor in the biological effectiveness of ionizing radiations with different physical characteristics. They can be used for planning charged particle beam therapy of tumors and predicting the radiation risk of manned deep-space flights.

University Centre

Educational Process. At the end of June, ten students from MIPT JINR-based Department of Fundamental and Applied Problems of Microworld Physics defended their Bachelor and Master theses.

International Summer Student Practice. Stage 1 of the Practice for 17 students from South Africa started on 3 June. Within three weeks, the students attended introduc-

отчетам-презентациям. В культурную программу входили экскурсии в Дмитров, Москву и лекция об истории России.

2-й этап практики для студентов из Азербайджана, Болгарии, Польши, Румынии, Словакии, Чехии проходил 8–28 июля.

Летняя студенческая программа ОИЯИ.

Начиная с 1 июля 63 участника летней студенческой программы 2018 г. из Белоруссии, Болгарии, Бразилии, Германии, Египта, Италии, Казахстана, Китая, Кубы, Польши, Румынии, РФ, Сербии, Узбекистана, Украины в течение 4–8 недель выполняли студенческие исследовательские проекты в научных подразделениях ОИЯИ.

В программе принимают участие студенты, закончившие третий или четвертый курс бакалавриата, обучающиеся в магистратуре, аспиранты первого года обучения. Отбор участников программы осуществляется на основе анализа анкет соискателей и писем-рекомендаций от преподавателей вузов, в которых обучаются соискатели, а также от представителей научных организаций стран-участниц ОИЯИ, с которыми они ведут научную работу.

Международная школа по ядерным методам в науке о жизни и окружающей среде «NMELS'18». 22–28 апреля в Черногории проходила Международная школа по ядерным методам в науке о жизни и окружающей среде, организованная УНЦ, ЛНФ и ЛЯП. Школа была посвящена изучению ядерных и смежных методов для экологических исследований различных экосистем, связанных с загрязнением воздуха, воды и почвы, технологиями очистки воды, радиоэкологией, радиогенетикой, а также с ядерной медициной (радиоизотопы и адронная терапия) и ядерными детекторами в медицине. В программу входили курсы лекций по тематике школы, позволившие познакомиться с направлениями исследований в ОИЯИ и научных организациях стран-участниц и ассоциированных членов ОИЯИ. Лекции читали известные ученые из ОИЯИ, а также из Греции, Македонии, Норвегии, Польши, Румынии, Сербии, Черногории и ЮАР.

Участниками школы были более 50 студентов и аспирантов из Албании, Болгарии, Боснии, Венгрии, Греции, Македонии, Румынии, Сербии, Хорватии, Черногории.

Набор для участия в образовательной программе МИФИ–ОИЯИ. Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» и ОИЯИ объяви-

tory lectures devoted to the main directions of activities of JINR Laboratories, visited the basic facilities, and worked on scientific research projects. The last day of the Practice was traditionally focused on the project presentations. The cultural programme included guided tours to Moscow and Dmitrov and a lecture on the history of Russia.

Stage 2 of the Practice was held on 8–28 July for students from Azerbaijan, Bulgaria, the Czech Republic, Poland, Romania, and Slovakia.

JINR Summer Student Programme. Starting from 1 July, 63 participants of the Programme worked on their scientific research projects at JINR Laboratories. This year, there were students from Belarus, Brazil, Bulgaria, China, Cuba, Egypt, Germany, Italy, Kazakhstan, Poland, Romania, Russia, Serbia, Ukraine, and Uzbekistan.

Only the students who have finished the third or fourth year of their Bachelor's Degree, students doing their Master's Degree, and first-year PhD students participate in the Programme. The selection process started with a detailed analysis of the application forms of the candidates, recommendation letters sent by the candidates' university professors and by representatives of scientific

research organizations from the JINR Member States they collaborate with.

International School on Nuclear Methods for Environmental and Life Science (NMELS'18). The International School on Nuclear Methods for Environmental and Life Science (NMELS'18) was held in Montenegro on 22–28 April. The School was organized by the UC, FLNP and DLNP. The NMELS'18 School was dedicated to the comprehensive study of nuclear and related techniques for ecological expertise of various ecosystems including air, water and soil pollution, water purification technologies, aspects of radioecology and radiogenetics, as well as nuclear medicine and nuclear detectors in medicine. The School consisted of a series of several courses on the School topics. Each course started with an elementary introduction to the subject and its development up to the present day as well as the status of corresponding research at the JINR Laboratories, partner scientific centres and scientific organizations of the JINR Member States and Associate Members. Lectures on the School topics were delivered by prominent scientists from JINR as well as

ли о первом наборе в новую сетевую образовательную программу магистратуры для совместной подготовки кадров для ОИЯИ, в частности, для проекта NISA. Это уникальная возможность получения базового образования в области ускорителей заряженных частиц в НИЯУ МИФИ в ходе первого года обучения, а практических навыков — на втором году обучения в ОИЯИ.

Отбор бакалавров и специалистов, получивших квалификацию по одному из профилей направления «Ядерные физика и технологии», а также родственных профилей и специальностей («Техника СВЧ», «Физическая электроника», «Радиотехника», «Электротехника» и т. д.) осуществляется по результатам собеседования представителями ОИЯИ и кафедры № 14 электрофизических установок в МИФИ.

МИФИ–ОИЯИ: подготовка инженерных кадров. 16 мая на встрече представителей ОИЯИ и университета «Дубна» с руководством МИФИ обсуждались вопросы подготовки технических кадров для мегапроектов ОИЯИ, в частности, о необходимости усиления инженерной подготовки выпускников дубненского университета и о создании на базе университета «Дубна» инженерной школы. Стороны договорились вести работу по расширению традиционного сотрудничества НИЯУ МИФИ с ОИЯИ и с университетом «Дубна» в этом направлении.

Лекции по философии для студентов старших курсов и аспирантов. Для подготовки к сдаче кандидатского экзамена по дисциплине «История и философия науки» 14 мая – 1 июня студенты старших курсов и аспиранты прослушали в УНЦ курс лекций «Философские проблемы научного эксперимента».

Практикум по электронике. С 17 апреля в течение недели студенты из Астаны (Казахстан) выполняли базовый курс инженерного практикума УНЦ ОИЯИ по направлению «Основы электроники».

Стажировки для научно-административного персонала «Опыт ОИЯИ для стран-участниц и государств-партнеров» (JEMS). Участники 6-й и 7-й стажировок для научно-административного персонала «Опыт ОИЯИ для стран-участниц и государств-партнеров» были подробно ознакомлены с основными направлениями деятельности ОИЯИ, в том числе с образовательной программой Института и возможностями, которые она предоставляет.

В результате обсуждения совместных образовательных программ с руководством ОИЯИ участники 6-й стажировки из Северо-Осетинского государственного университета приняли решение о подписании договора о сотрудничестве в области подготовки научных кадров. Для организации эффективной поддержки

Дубна, 16 апреля. Участники 6-й международной стажировки «Опыт ОИЯИ для стран-участниц и государств-партнеров»



Dubna, 16 April. Participants of the 6th international training programme “JINR Expertise for the Member States and Partner Countries”



Дубна, 25 июня. Международная научная школа для учителей физики в ОИЯИ. На экскурсии в Лаборатории информационных технологий

Dubna, 25 June. The International Scientific School for Physics Teachers at JINR. On an excursion at the Laboratory of Information Technologies

from Greece, Macedonia, Montenegro, Norway, Poland, Romania, RSA, and Serbia.

More than 50 students and postgraduate students from Albania, Bulgaria, Bosnia, Hungary, Greece, Macedonia, Romania, Serbia, Croatia and Montenegro participated in the School.

NRNU MEPHI and JINR Joint Educational Programme. National Research Nuclear University “MEPHI” and JINR have announced the launch of a network educational Master’s Degree programme. The main purpose of the programme is collaborative training of specialists for JINR, namely, for the NICA project. The participants have a unique opportunity to obtain basic education in particle accelerators physics at MEPHI during the first year of study and during the second year — scientific skills at JINR.

The selection is available for holders of Bachelor’s Degree and specialists qualified in “Nuclear Physics and Technologies” or other related specializations (“Microwave Technology”, “Physical Electronics”, “Radiotechnics”, “Electrotechnics”, etc.). The selection is carried out upon the results of an interview by representatives of JINR and MEPHI Department of Electrophysical Facilities No. 14.

MEPHI–JINR: Cooperation in the Fields of Training Engineers. On 16 May, representatives of JINR and State University “Dubna” had a discussion with NRNU

MEPHI Directorate on the issues concerning training of technical personnel for JINR mega-projects, in particular, the need to strengthen the training of State University “Dubna” graduates in engineering sciences as well as establishing of an engineering school at the University. The parties agreed to work on the expansion of the traditional cooperation between MEPHI, JINR and State University “Dubna” in the current fields.

Lectures on Philosophy for Senior and PhD Students. As a preparation for the postgraduate examination on “History and Philosophy of Science”, a course of lectures was delivered for senior and PhD students. The course of lectures “Philosophical Problems of a Scientific Experiment” took place on 14 May – 1 June at the JINR UC.

Electronics Workshop. For two weeks, from 17 April, students from Astana (Kazakhstan) were doing an engineering hands-on course on the “Basics of Electronics” at the JINR UC.

International Training Programme “JINR Expertise for the Member States and Partner Countries” (JEMS). The participants of the 6th and 7th international training programmes “JINR Expertise for the Member States and Partner Countries” (JEMS) got acquainted with the JINR personnel training programme and the opportunities it brings.

этого сотрудничества на уровне правительства республики параллельно готовится меморандум о взаимопонимании между РСО — Алания и ОИЯИ.

Международная научная школа для учителей физики в ОИЯИ. С 24 по 30 июня в Дубне проходила очередная школа для учителей физики из стран-участниц ОИЯИ, организованная УНЦ ОИЯИ, ЦЕРН и университетом «Дубна». В работе школы принимали участие 23 преподавателя и 13 учеников из Белоруссии, Индии, Молдовы, России, Украины.

Гости познакомились с направлениями научной деятельности ОИЯИ: ведущие специалисты Института прочитали лекции, провели экскурсии в лаборатории и показали экспериментальные установки. Для школьников была подготовлена специальная программа: физический практикум, а также выступления с докладами на научном семинаре.

В настоящее время идет прием заявок для участия в школе для учителей физики из государств-членов ОИЯИ в ЦЕРН, которая запланирована на ноябрь 2018 г.

Визиты. В апреле-июне ознакомительные визиты были организованы для старшеклассников дубненского физико-математического факультета, учащихся

гимназии г. Нова-Горицы (Словения), старшеклассников из школы № 5 г. Торжка Тверской обл. Гости из Словении приезжали в 6-й раз в рамках проекта «Мосты дружбы», который связывает учащихся из городов-побратимов.

В программы визитов входили посещение лабораторий и Музея истории науки и техники ОИЯИ, где ребятам показали видеофильм об ОИЯИ, рассказали об истории развития и устройстве ускорителей, провели по залам «История», «Будущее» и «Экспериментариум». В ЛИТ гостей познакомили с историей развития компьютерной техники и информационных технологий за 60 лет существования вычислительного центра ОИЯИ и показали Многофункциональный информационно-вычислительный комплекс. В ЛЯР гости услышали об исследованиях ученых лаборатории, об их вкладе в пополнение таблицы Менделеева новыми сверхтяжелыми элементами, увидели ускоритель ИЦ-100. Принципы работы фотодетекторов, лабораторию тестирования фотоумножителей, а также пультовую эксперимента NOvA гостям продемонстрировали в ЛЯП.

С трехдневным ознакомительным визитом в ОИЯИ приезжали израильские старшеклассники в сопровождении преподавателей Центра естественно-научного образования ХЕМДА (Тель-Авив, Израиль).

Upon the discussion of joint training programmes between the JINR Directorate and the representatives of the North Ossetian State University taking part in JEMS, the parties have agreed on the collaboration in the field of training of scientific staff. To provide a governmental support for the collaboration, a memorandum of understanding between JINR and the Republic of North Ossetia–Alania is being prepared at the level of the Government of the Republic.

International Scientific School for Physics Teachers at JINR. A scientific school for Physics teachers from the JINR Member States was held on 24–30 June and was organized by the JINR UC, CERN, and the State University “Dubna”. This year, 23 teachers and 13 students came from Belarus, India, Moldova, the Russian Federation, and Ukraine to take part in the event.

The guests got acquainted with the main fields of JINR activities as leading scientists of the Institute delivered introductory lectures, guided the visits to JINR Laboratories and the basic facilities. As for the students, they had a special programme filled with physics workshops and their own projects presentations at a scientific seminar.

Currently, the applications for the participation in a scientific school for physics teachers from the JINR Member States at CERN are being accepted. The school is scheduled for 4–11 November 2018.

Visits. Within the April–June period, introductory visits have been organized for high-school students of the Physics and Mathematics Open Classroom (Dubna), from Nova Gorica Gymnasium (Slovenia), and from Torzhok School No.5. The guests from Slovenia have visited Dubna for the sixth time within the project “Friendship Bridges” which unites students from the twin-cities.

The programmes included visits to JINR Laboratories and the Museum of the History of Science and Technology of JINR, where the students could watch a short film about JINR. The museum staff told the students about the structure and development of accelerators, demonstrated the halls “History”, “Future” and “Experimentarium”. At the Laboratory of Information Technologies, the guests were introduced to the history of development of computer equipment and information technologies over 60 years, since the Computing Centre was established at JINR. The

В программе визита — посещение Музея истории науки и техники ОИЯИ, ЛЯР, ЛНФ, ЛИТ, ЛФВЭ, ЛРБ. Помимо ознакомительных лекций и экскурсий на базовые установки ОИЯИ участники визита практиковались на экспериментальном оборудовании, созданном в рамках проекта «Virtual Laboratory of Nuclear Fission», а также познакомились с основами измерений электрических сигналов, с работой полупроводниковых и сцинтилляционных детекторов, поработали со сцинтилляционным телескопом космических лучей.

12–13 июня состоялся традиционный, 16-й по счету визит в ОИЯИ старшеклассников берлинской школы им. Дж. Ф. Кеннеди. Гостями Института стали 15 учеников и 2 преподавателя. Они посетили Музей истории науки и техники ОИЯИ, ЛНФ, ЛФВЭ и ЛЯР.

XXIV Открытая олимпиада по физике и математике. 19 мая проходила 24-я Открытая олимпиада по физике и математике среди учащихся 5–7-х классов. С 2006 г. весной и осенью олимпиада собирает

Дубна, 12 апреля. Израильские старшеклассники и преподаватели Центра естественно-научного образования ХЕМДА (Тель-Авив, Израиль) с ознакомительным визитом в ОИЯИ



Dubna, 12 April. Israeli high-school students and teachers from the Centre for Science Education HEMDA (Tel Aviv, Israel) on a visit to JINR

guests also had an opportunity to see the Multifunctional Data Computing Centre.

The scientists of FLNR gave talks about the research projects carried out at the Laboratory and about the contribution to the completion of the Mendeleev Periodic Table with new super-heavy elements, demonstrated the IC-100 accelerator. The principles of photodetectors, a laboratory for photomultipliers testing, as well as a NOvA remote control experiment were demonstrated to the guests at DLNP.

High-school students accompanied by teachers from the HEMDA — Center for Science Education, Tel Aviv,

Israel, arrived on a three-day visit at JINR. The programme included visits to the Museum of History of Science and Technology of JINR, FLNR, FLNP, LIT, VBLHEP, and LRB. In addition to the introductory lectures and visits to the basic facilities of the Institute, the students had an opportunity to apply their knowledge and gain new skills using the experimental equipment constructed within the project “Virtual Laboratory of Nuclear Fission”; the students also studied the basics of electrical signals measurements, learned about the operation of semiconductor and scintillation detectors, worked with a scintillation telescope of cosmic rays.

школьников для решения заданий, подготовленных преподавателями межшкольного физико-математического факультета. В подготовке также принимают участие старшеклассники и выпускники факультета. Победителями олимпиады стали учащиеся из дубненских школ №3, 4, 6, 9, 11.

Повышение квалификации. 26 апреля 70 сотрудников ОИЯИ обучались по программе пожарно-технического минимума «Выполнение газосварочных и других огневых работ». В течение недели с 29 мая для 87 сотрудников структурных подразделений ОИЯИ было организовано обучение и аттестация в качестве членов комиссий по проверке знаний по охране труда.

Дубна, 12–13 июня. Посещение ОИЯИ старшеклассниками берлинской школы им. Дж. Ф. Кеннеди



Dubna, 12–13 June. High-school students of John F. Kennedy School (Berlin, Germany) on a visit to JINR

The 16th traditional visit of students from John F. Kennedy School from Berlin took place on 12–13 June. This year, 15 students and 2 teachers had guided tours around the JINR Museum, FLNP, VBLHEP, and FLNR.

XXIV Open Physics and Mathematics Olympiad. On 19 May, the XXIV Open Physics and Mathematics Olympiad among schoolchildren of the 5th–7th grades took place. Since 2006, in spring and autumn, the Olympiad brings students together to solve complicated tasks prepared by the tutors of the Physics and Mathematics Open Classroom. Students and postgraduates of the course also

take part in the preparation of the Olympiad. The winners of the Olympiad were students from Dubna schools No. 3, 4, 6, 9, 11.

Professional Skills Development. On 26 April, 70 JINR staff members had a training course on Fire Safety Basics “Execution of Gas-Welding and Fire Related Work”. For a week, from 29 May, 87 staff members of JINR structural subdivisions were doing a course on labour protection with the final assessment as committee members.

Е. Е. Донец

«Крион» на нуклотроне в 55-м сеансе: получены и ускорены пучки высокозарядных ионов углерода, аргона и криптона

Электронно-струнный источник высокозарядных ионов «Крион-6Т», недавно созданный в Лаборатории физики высоких энергий ОИЯИ, является рабочим прототипом источника высокозарядных ионов для инжектора ускорительного комплекса проекта NICA. Будучи стендовым экспериментальным источником, «Крион-6Т» приближается по параметрам производимых пучков тяжелых высокозарядных ионов к требованиям, заложенным для инжектора комплекса NICA, а также успешно производит пучки высокозарядных ионов для нуклотрона. В то же время источники высокозарядных ионов типа «Крион-6Т» оказываются очень привлекательными в качестве источников ионов углерода для медицинских ускорителей (синхротронов и циклотронов), для получения пучков высокозаряд-

ных тяжелых ионов короткоживущих радиоактивных изотопов, а также для фундаментальных исследований по физике высокозарядных ионов.

Электронно-струнный источник высокозарядных ионов (Electron String Ion Source (ESIS) в англоязычной литературе) является относительно новой принципиальной модификацией электронно-лучевого ионного источника (Electron Beam Ion Source (EBIS)), в котором для ионизации используется многократно отраженный электронный пучок (вместо прямого однопролетного пучка электронов в EBIS); отметим, оба этих типа источников высокозарядных ионов — электронно-лучевой [1] и электронно-струнный [2] — были впервые предложены, разработаны и использованы в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Е. Е. Donets

Krion at the Nuclotron in Run#55: C⁶⁺, Ar¹⁶⁺ and Kr²⁶⁺ Highly Charged Ion Beams Are Produced and Accelerated

Krion-6T Electron String Ion Source (ESIS) now is an operational prototype of an intended ion source for the NICA injector which approaches to fit all NICA injector requirements. It simultaneously produces ions beams of highly charged heavy ions for existing operational injection complex of the Nuclotron. At the same time, ESIS-type source of highly charged ions seems to be very useful for other applications, e.g., for cancer therapy accelerators (both synchrotrons and novel cyclotrons), for charge breeding of short-lived radioactive isotopes, and for basic studies with highly charged ions.

Electron String Ion Source (ESIS) is a relatively novel development of Electron Beam Ion Source (EBIS) which works with multiply reflected electrons; both EBIS [1] and ESIS [2] were first proposed, elaborated and commissioned at the Laboratory of High Energies, JINR (now Veksler and Baldin Laboratory of High Energy Physics).

First ESIS Krion-2M was successfully used in a few Nuclotron runs during 2002–2010 and highly charged ion beams of Ar¹⁶⁺, Fe²⁴⁺ and Xe⁴²⁺ were produced and accelerated there [3]. However, in order to fit requirements for the NICA injector new stand ion source Krion-6T (magnetic field up to 6 T) was created recently.

Basic studies with new stand Krion-6T ESIS were conducted in two relatively different ways: 1) to meet requirements for the NICA injection complex; 2) to produce beams of highly charged ions for the existing Nuclotron injection complex.

According to the NICA project requirements, ion source should produce about $(1\div 2) \cdot 10^9$ ppp (particles per pulse) of Au³¹⁺ with an ion beam extraction time from ion source 8 μ s and with a repetition rate no less than 10 Hz. The chosen charge state for gold ions ¹⁹⁷Au³¹⁺ was inspired by several reasons, and new RFQ-LINAC injector for NICA (produced by BEVATECH, Germany) has been optimized

Первый электронно-струнный источник «Крион-2М» был успешно использован для ускорения на нуклотроне пучков высокозарядных ионов аргона Ar^{16+} , железа Fe^{24+} и ксенона Xe^{42+} в нескольких сеансах в 2002–2010 гг. [3]. Однако для проекта NICA потребовалось создание более совершенного источника, и соответствующий стендовый прототип «Крион-6Т» (магнитное поле до 6 Тл) был создан несколько лет назад.

Исследования по получению пучков высокозарядных ионов с новым стендовым источником «Крион-6Т» велись в последнее время по двум достаточно различным (с точки зрения параметров и режимов работы источника) направлениям: 1) получение пучков высокозарядных ионов, требуемых в перспективе для инжекционного комплекса проекта NICA; 2) получение пучков высокозарядных ионов для существующего инжектора нуклотрона.

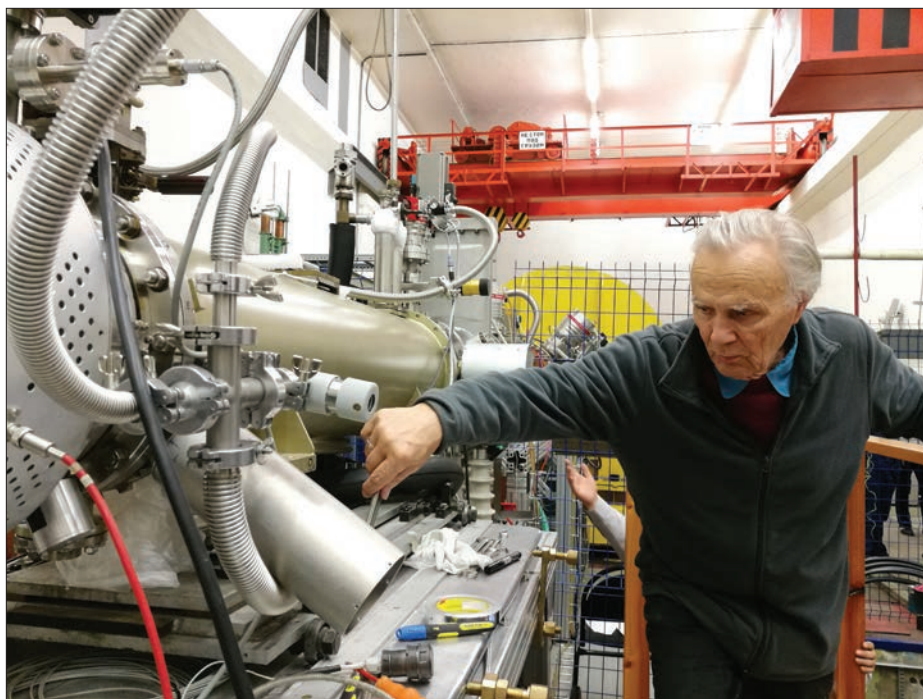
В соответствии с планируемыми параметрами ускорительного комплекса NICA ионный источник должен производить порядка $(1\div 2) \cdot 10^9$ ppp (частиц за импульс) ионов золота Au^{31+} , при этом время вывода ионного пучка из источника в каждом импульсе не должно превышать 8 мкс, а частота следования импульсов выведенных ионов из источника должна быть не менее 10 Гц. Выбранная зарядность пучка ионов золота $31+$ ($^{197}\text{Au}^{31+}$), производимого источником, была обусловлена несколькими причинами, прежде всего тем, что новый инжектор RFQ-LINAC для комплекса NICA (произведен компанией BEVATECH, Германия) как раз оптимизирован для ускорения ионов с отношением заряда к массе $Z/A \sim 1/6$. Стендовые исследова-

ния «Крион-6Т» к настоящему времени позволяют получить порядка $5,0 \cdot 10^8$ частиц в импульсе Au^{31+} с требуемым временем вывода ионного импульса из источника 8 мкс и с частотой следования ионных импульсов не менее 50 Гц. Последнее означает, что зарядность золота Au^{31+} получается из нейтрального золота в ионной ловушке источника «Крион-6Т» за время порядка 10 мс. Эти 10 мс включают в себя инжекцию нейтральных атомов золота в ионную ловушку и последующую ионизацию до указанного зарядового состояния Au^{31+} . Напомним, в электронно-лучевом и электронно-струнном ионных источниках ионизация производится электронным ударом, и соответствующая зарядность иона растет последовательно со временем ионизации, начиная с однозарядных состояний до нужной зарядности. 10 мс для получения зарядового состояния Au^{31+} — исключительно короткое время, которое соответствует эффективной плотности электронной струны (пучка) в области ионизации порядка $J_e \sim 1400 \text{ A/cm}^2$. Такое высокое значение является исключительно многообещающим фактором и открывает новые перспективы; однако необходимы новые, более детальные исследования этого феномена.

Для сравнения, типичная плотность электронного пучка в традиционном электронно-лучевом источнике высокозарядных ионов порядка $J_e \sim 300\div 500 \text{ A/cm}^2$ (Kriion-2 EBIS, BNL EBIS и др.). В электронно-лучевых ионных источниках плотность электронного пучка определяется в основном величиной магнитной компрессии электронного пучка и температурой эмиттера электронов и является величиной вполне предсказуемой, если электронно-ионно-опти-

Е. Д. Донец за настройкой источника высокозарядных ионов «Крион-6Т»

E. D. Donets adjusts the Krion-6T source of highly charged ions



ческая система источника выполнена прецизионно. В электронно-струнных источниках полученная эффективная плотность электронной струны является динамической величиной, получающейся самосогласованным образом как результат образования особого устойчивого состояния горячей замагниченной плазмы в особых условиях, зависящих от массы ионов, уровня компенсации ионами пространственного заряда электронов, энергии электронов, удерживающего магнитного поля источника и др.

Возвращаясь ко второй линии развития, по которой велись исследовательские работы с источником «Крион-6Т», заметим, что для существующего инжекционного комплекса нуклотрона источник должен производить ионы с отношением заряда к массе $Z/A \geq 1/3$, что определяется возможностями линейного ускорителя типа Альвареца ЛУ-20 (напомним, для сравнения, $Z/A \geq 1/6$ для нового инжектора комплекса NICA). Таким образом, для инжектора нуклотрона с линаком ЛУ-20 в основе требуются гораздо большие зарядности для соответствующих элементов, инжектируемых из источника пучков высокозарядных ионов. Получение в источнике ионов значительно более высоких зарядностей с $Z/A \geq 1/3$ означает в среднем более чем на порядок увеличение времени ионизации

(опять же в сравнении с такими же элементами, но с $Z/A \geq 1/6$), а это соответствует совершенно другим настройкам и режимам работы источника.

После серии стендовых исследований режимов получения высокозарядных ионов с $Z/A \geq 1/3$ источник «Крион-6Т» в начале октября 2017 г. был перевезен в здание инжектора ЛУ-20, смонтирован на высоковольтной платформе и состыкован с линией транспортировки пучка перед входом в RFQ инжектора нуклотрона. В начале ноября 2017 г. был начат пробный сеанс ускорения высокозарядных ионов на инжекционном комплексе нуклотрона. Технологическая авария на криогенном комплексе нуклотрона привела к переносу сеанса на 2018 г. В сложившейся обстановке было решено провести полноценный сеанс на инжекционном комплексе для оптимизации ускорения в инжекторе всех типов ионов, планирующихся для ускорения в 55-м сеансе нуклотрона. Таким образом, пучки высокозарядных ионов C^{6+} , Ar^{16+} и Kr^{26+} были получены в источнике «Крион-6Т» и ускорены на ЛУ-20. Зарядовый спектр пучков ускоренных ионов контролировался с помощью поворотных магнитов на выходе ЛУ-20, и это дало возможность настроить инжектор оптимальным образом для каждого типа требуемого ионного пучка.

for ions with charge to mass ratio $Z/A \sim 1/6$. Basic studies with Krion-6T allowed to get now up to $5.0 \cdot 10^8$ ppp of Au^{31+} with the required extraction time 8 μs and with a repetition rate about 50 Hz. The latter means that charge state Au^{31+} is produced during 10 ms in Krion-6T ion trap. Ionization is produced by electron impact sequential ionization starting with neutral Au. Note, this total time 10 ms includes neutral Au injection time and ionization time in an ion trap up to the desired mean charged state Au^{31+} . 10 ms to get Au^{31+} is an extremely short time that corresponds to an obtained efficient current density of the electron string (beam) in an ion trap about $J_e \sim 1400$ A/cm². This is a very promising value which opens new perspectives and should be studied in more details.

Note, typical current density of a conventional EBIS in a direct (one flight) electron beam mode of operation is about $J_e \sim 300 \div 500$ A/cm² (Krion-2 EBIS, BNL EBIS, etc.). It is necessary to emphasize that in ESIS-type ion source the obtained efficient electron current density is a dynamical value which is a result of self-consistent hot magnetized plasma steady state formation at some favorable conditions, including ion mass and ion-electron compensation level, electron energy, ion source magnetic field, etc.

On the other hand, in order to meet the requirements of the operational LU-20 Alvarez-type linac at the Nuclotron injection complex ion source should produce highly charged ions with charge to mass ratio more than $Z/A \geq 1/3$ (in comparison to $Z/A \geq 1/6$ for NICA injector). It means ion source should produce much more highly charged ions. Thus, the required charge states of heavy ions for LU-20 linac take one order of magnitude more sufficient ionization time in an ESIS that leads to substantial modifications of ESIS operation regime.

After preliminary experimental studies on stand at the beginning of October 2017, Krion-6T ESIS was transferred and mounted on a HV platform of RFQ-LU-20 linac of the Nuclotron injection complex. At the beginning of November 2017 Krion-6T ESIS was in operational conditions and test run with new RFQ-LU-20 linac injection complex has started. Because of liquid plan failure the Nuclotron run#55 has been postponed to February–March 2018. This gave a good opportunity to calmly conduct a test run on injection complex in order to optimize working parameters for each type of highly charged ions required for the Nuclotron run#55. During November–December 2017 and then during January–February 2018 ion beams of C^{6+} , Ar^{16+} , Kr^{26+} were produced by Krion-6T ESIS and

55-й сеанс нуклотрона начался 24 февраля 2018 г. с ускорения ядер углерода C^{6+} для эксперимента SRC (short range correlations). Источник «Крион-6Т» производил порядка $1 \cdot 10^9$ ядер углерода $^{12}C^{6+}$ ($Z/A = 0,5$) за импульс, при этом время ионизации до получения C^{6+} (95 %) составило около 70 мс, время вывода пучка из источника — 8 мкс. В качестве рабочего газа для получения ионов углерода использовался метан CH_4 .

Далее, после завершения работы на углероде, была сделана запланированная 72-часовая пауза для полного удаления остатков метана с трубок дрейфа криогенной ионной ловушки источника «Крион-6Т» перед переходом на другой тип ионов — аргон. В источнике «Крион-6Т» производилось порядка $5 \cdot 10^8$ ионов $^{40}Ar^{16+}$ ($Z/A = 0,4$) за импульс; время ионизации до достижения зарядового состояния $^{40}Ar^{16+}$ (70 % от общего числа ионов в пучке имели зарядность 16+) составило около 85 мс, время вывода из источника $^{40}Ar^{16+}$ — 8 мкс. Расчетная плотность электронной струны в этом режиме работы составила порядка $J_e \sim 350 \div 500$ А/см². Ускорение пучков аргона $^{40}Ar^{16+}$ на нуклотроне длилось 7 суток; основным потребителем ускоренного и выведенного пучка был эксперимент BM@N.

Ускорение пучков $^{78}Kr^{26+}$ на нуклотроне началось 29 марта и завершилось 5 апреля. В источнике

«Крион-6Т» производилось порядка $2 \cdot 10^8$ ионов $^{78}Kr^{26+}$ ($Z/A = 0,33$) в импульсе; время ионизации до достижения зарядового состояния $^{78}Kr^{26+}$ (80 % от общего числа ионов в импульсе) составило около 80 мс, время вывода ионов из источника в каждом импульсе по-прежнему было 8 мкс. Расчетная плотность электронной струны при получении ионов $^{78}Kr^{26+}$ оценивается в интервале $J_e \sim 400 \div 600$ А/см². Основным потребителем ускоренного и выведенного из нуклотрона ионного пучка $^{78}Kr^{26+}$ был эксперимент BM@N; также две ускорительные смены были проведены для экспериментов по космической радиобиологии и для работ по стохастическому охлаждению ионного пучка в нуклотроне. Отметим, что пучок высокозарядных ионов криптона был ускорен на нуклотроне впервые в его истории.

После успешного завершения ускорительной программы 55-го сеанса эксперименты на инжекционном комплексе нуклотрона с тяжелыми ионами были продолжены. В рамках подготовки к будущей тяжелоионной программе проекта NICA на нуклотроне были успешно ускорены пучки ксенона $^{124}Xe^{41+}$ ($Z/A = 0,33$). В источнике «Крион-6Т» производилось порядка $(1 \div 2) \cdot 10^8$ ионов $^{124}Xe^{41+}$ за импульс; время

further accelerated by RFQ-LU-20 linac. Charge state of the accelerated ions was detected by bending magnets installed after LU-20 linac.

The Nuclotron run#55 started on 24 February 2018. First C^{6+} ($Z/A = 0.5$) ion beam was produced in Krion-6T and accelerated in RFQ-LU-20 — Nuclotron for SRC (short range correlations) experiment. Krion-6T produced $1 \cdot 10^9$ ppp of $^{12}C^{6+}$; ionization time up to C^{6+} charge state (95%) was about 70 ms, extraction time from ion source was 8 μ s. Run with C^{6+} ion beam has lasted for 2 weeks of non-stop (with 2 h each day technological break, caused by cryogenics) operation.

Then after 72 h of planned technological break, $^{40}Ar^{16+}$ ($Z/A = 0.4$) ion beam was produced in Krion-6T and further accelerated in RFQ-LU-20 – Nuclotron. Krion-6T produced $5 \cdot 10^8$ ppp of $^{40}Ar^{16+}$; ionization time up to $^{40}Ar^{16+}$ charge state (70%) was about 85 ms, extraction time from ion source was 8 μ s. The estimated electron current density was about $J_e \sim 350 \div 500$ А/cm². Experiments with an accelerated and extracted to users Ar¹⁶⁺ ion beam lasted for 7 days; the main user was BM@N experiment.

Last kind of ions in the Nuclotron run#55 was $^{78}Kr^{26+}$ ($Z/A = 0.33$). Acceleration of $^{78}Kr^{26+}$ ion beam on the Nuclotron started on 29 March and finished on 5 April

2018. Krion-6T produced $2 \cdot 10^8$ ppp of $^{78}Kr^{26+}$; ionization time up to $^{78}Kr^{26+}$ charge state (80%) was about 80 ms, extraction time from ion source was 8 μ s. The estimated electron current density was about $J_e \sim 400 \div 600$ А/cm². The main user of the accelerated and extracted $^{78}Kr^{26+}$ ion beam was BM@N experiment; also basic studies in space radiobiology and experiments with stochastic cooling have been done with the use of accelerated $^{78}Kr^{26+}$ ion beam. Note, krypton ion beam was first accelerated on the Nuclotron.

After completion of the Nuclotron run#55, test run on injection complex continued till the last decade of April 2018. Towards future heavy ion program on the NICA complex $^{124}Xe^{41+}$ ($Z/A = 0.33$) ion beam was produced on Krion-6T ESIS and accelerated on RFQ-LU-20. Krion-6T produced $(1 \div 2) \cdot 10^8$ ppp of $^{124}Xe^{41+}$; ionization time up to $^{124}Xe^{41+}$ charge state (40%) was about 130 ms, extraction time from ion source was 8 μ s. Note, the estimated electron current density in these experiments with $^{124}Xe^{41+}$ production is equal to $J_e \sim 900 \div 1000$ А/cm².

Krion-6T ESIS was transferred back on stand from HV platform of LU-20 linac at the end of May 2018, and first new test experiments to meet requirements for the NICA injector started at the end of June 2018.

ионизации до среднего зарядового состояния $^{124}\text{Xe}^{41+}$ (40% ионов в импульсе имели данную зарядность) составило около 130 мс, время вывода ионного пучка из источника — 8 мкс. Расчетная плотность электронной струны в этих экспериментах оценивается в диапазоне $J_e \sim 900 \div 1000 \text{ A/cm}^2$.

После завершения тяжелоионной программы на инжекторе ЛУ-20 источник «Крион-6Т» был разобран, перемещен обратно и вновь собран на экспериментальном стенде в конце мая 2018 г., а в конце июня начались первые стендовые тестовые эксперименты на источнике.

Стоит отметить, что в течение последних лет в секторе источников высокозарядных ионов ЛФВЭ проводятся также фундаментальные и прикладные исследования по целому ряду направлений. Среди них исследования по физике и технологии получения высокозарядных ионов, по взаимодействию высокозарядных ионов с поверхностью, по рентгеновской спектроскопии характеристического излучения высокозарядных ионов, а также по ядерной физике низких энергий с высокозарядными ионами.

Отдельно стоит упомянуть совместные работы с Национальным институтом радиологических исследо-

ваний (Чиба, Япония). В серии недавних экспериментальных работ с источником «Крион-6Т» было показано [4], что электронно-струнные ионные источники могут оказаться исключительно эффективными для получения пучков ионов углерода C^{4+} и C^{6+} для медицинских ускорителей, использующихся в адронной терапии онкозаболеваний. В частности, было показано, что на стендовом источнике «Крион-6Т» можно получить порядка 10^{10} ионов C^{4+} за импульс и порядка $5 \cdot 10^9$ ионов C^{6+} за импульс, что делает такие источники оптимальными для использования в медицинских синхротронах [4]. Также было показано, что на источнике «Крион-6Т» в особом режиме работы можно получать более 10^{11} ионов C^{6+} в секунду с частотой следования выведенных из источника импульсов ионов 100 Гц, и эта частота может быть увеличена в несколько раз без потери общего числа выводимых ионов за секунду и за импульс. Этот факт делает электронно-струнные ионные источники также максимально эффективными для использования в быстроциклирующих медицинских циклотронах нового типа (Cyclinac), см. [4] и список литературы там же.

Список литературы / References

1. Donets E. D. // IEEE Trans. on Nucl. Sci. NS. 1976. V. 23. P. 897;
Donets E. D. // Physica Scripta. 1983. V. T3. P. 11–18.
2. Donets E. D., Donets D. E., Donets E. E. Russian Patent Request 94019797, May 27, 1994 // Bul. Izobretenia. M., 1996. No. 27;
Donets E. D. // Physica Scripta. 1997. V. T71. P. 5–8.
3. Donets D. E., Donets E. D., Donets E. E., Salnikov V. V., Shutov V. B. // JINST. 2010. V. 5. P. C09001.
4. Boytsov A. Yu., Donets D. E., Donets E. D., Donets E. E., Katagiri K., Noda K. et al. // Rev. Sci. Instr. 2015. V. 86. P. 083308.

One should note other basic and applied studies with heavy highly charged ions, produced with Krion-6T ESIS which have been done during recent years. Among them there are basic studies on interactions of highly charged ions with surfaces, X-ray characteristic spectrometry from HCI, and nuclear physics with use of bare nuclei and highly charged ions.

Also, one should emphasize basic and applied studies which are in progress in collaboration with the National Institute for Radiological Science (Chiba, Japan). It was experimentally shown that the type of the Electron String Ion Sources (ESIS) is considered to be the appropriate one to produce pulsed C^{4+} and C^{6+} ion beams for cancer therapy accelerators. It was shown that the new test ESIS Krion-6T already now provides on stand more than 10^{10} C^{4+} ppp (ions per pulse) and about $5 \cdot 10^9$ C^{6+} ions per pulse, that could be suitable to apply at medical synchrotrons [4]. It has also been found that Krion-6T can provide more than 10^{11} C^{6+} ions per second at 100 Hz repetition rate, and the repetition rate can be increased at the same or larger ion output per second. This makes ESIS applicable at cyclotrons as well, especially taking into account current EU CYCLINAC projects — new fast-cycling accelerators for hadrontherapy, for more details see [4] and references therein.

A. Ковалик, А. Х. Инояттов, Д. Венос, О. Драгоун

Началось измерение в нейтринном проекте KATRIN

Нейтрино, вероятно, самая распространенная частица материи во Вселенной, является единственной элементарной частицей, масса покоя которой известна только в приблизительных пределах: $0,05 \leq m_\nu \leq 2$ эВ. Причем символ m_ν обозначает так называемую эффективную массу электронного антинейтрино, исследованную в ядерном β -распаде.

Однозначное экспериментальное подтверждение нейтринных осцилляций свидетельствует о том, что нейтрино, возникающие в слабых взаимодействиях (например, электронное антинейтрино, рожденное совместно с электроном в распаде трития ${}^3\text{H} \rightarrow {}^3\text{He} + e^- + \bar{\nu}_e$), представляют собой квантово-механическую суперпозицию трех состояний с массами m_1 , m_2 и m_3 . Значения этих масс пока невозможно вычислить или измерить. До сих пор удалось измерить только верхний предел для эффективной массы m_ν , которая

определяется комбинацией значений m_i и элементов матрицы смешивания нейтрино. Нижняя граница для m_ν была определена из измерений в нейтринных осцилляциях, которые из-за их интерференционного характера чрезвычайно чувствительны к значению разности квадратов масс нейтрино, но при этом не могут предоставить информацию о значении m_ν .

Модельно-независимый метод определения m_ν был предложен Э. Ферми. Он показал, что форма β -спектра в его верхней части зависит от m_ν^2 . На основании анализа имеющихся тогда β -спектров он сделал вывод о том, что «масса нейтрино меньше массы электрона и, вероятно, равна нулю». Таким же образом значение m_ν пытаются измерить уже третье поколение физиков. Был разработан ряд β -спектрометров с постепенно улучшающимся сочетанием высокого энергетического разрешения и высокой светосилы,

A. Kovalík, A. Ch. Inoyatov, D. Vénos, O. Dragoun

Measurements in the KATRIN Neutrino Project Started

Neutrino, apparently the most abundant particle of matter in the Universe, is the only elementary particle whose rest mass is known only in approximate limits: $0.05 \leq m_\nu \leq 2$ eV. By the symbol m_ν , the so-called effective mass of the electron antineutrino studied in a nuclear β decay is denoted.

Unambiguous experimental evidence for neutrino oscillations confirmed that neutrinos arising from weak interactions (e.g., electron antineutrino emitted together with electron in the tritium decay ${}^3\text{H} \rightarrow {}^3\text{He} + e^- + \bar{\nu}_e$) is a quantum mechanical superposition of three states with masses m_1 , m_2 and m_3 . However, we still did not calculate or measure their numeric values. So far, we have been able to measure only the upper limit of the effective mass m_ν , which is given by the combination of the values of m_i and elements of the neutrino mixing matrix. The lower limit for m_ν has resulted from measurements of neutrino oscil-

lations which, due to their interference character, are extremely sensitive to differences of the squared neutrino masses but cannot provide information about the values of m_ν .

A model-independent method for determination of m_ν was proposed by Enrico Fermi. He showed that the shape of β spectrum in its upper part depends on m_ν^2 . He concluded from his analysis of the available β spectra that “the neutrino mass is less than the electron mass and is probably equal to zero”. The third generation of physicists is trying to measure m_ν in the same way. A number of β spectrometers were developed with a gradually improving combination of high energy resolution and high luminosity, which is necessary to examine the weak effect close to the end point of β spectrum. So far, the best result of $m_\nu \leq 2$ eV has been independently achieved by physicists from the University of Mainz, Germany, and the INR RAS, Troitsk

что является необходимым для изучения слабого эффекта вблизи верхней границы β -спектра. До сих пор лучший результат $m_\nu \leq 2$ эВ был независимо достигнут физиками из Университета в Майнце (Германия) и ИЯИ РАН (Троицк, Москва) в измерениях β -спектра при распаде трития.

В то же время стало понятно, что возможности спектрометров почти исчерпаны. Поэтому в январе 2001 г. в Бад-Либенцелле (Германия) было проведено международное совещание, собравшее около пятидесяти физиков, с целью ответить на два важных вопроса: стоит ли стремиться к дальнейшему повышению чувствительности в определении m_ν этим путем и возможно ли это в условиях современного состояния техники? Ответ на оба вопроса был однозначно положительным, и поэтому в июне 2001 г. немецкие, российские, американские и чешские физики основали международную коллаборацию KATRIN (KARlsruhe TRItium Neutrino) [1]. В качестве места проведения эксперимента был выбран Технологический институт в Карлсруэ (KIT) (Германия), поскольку в нем находится крупнейшая в Европе тритиевая лаборатория.

Первоначальное намерение коллаборации KATRIN заключалось в создании гигантского главного электронного спектрометра диаметром 7 м и длиной

23 м. Этот уникальный прибор должен был обладать чувствительностью к массе нейтрино m_ν на уровне 0,35 эВ. Менее чем через год международная группа независимых специалистов вновь рассмотрела проект. Ввиду его уникальности в глобальном масштабе было рекомендовано попытаться получить еще более высокую чувствительность к массе нейтрино.

В 2004 г. исследователи, задействованные в проекте KATRIN, пришли к выводу, что с использованием физических методов и технологий на самом пределе современных возможностей вполне реально повысить чувствительность в определении m_ν до 0,2 эВ. Поскольку измеряемая величина представляет собой квадрат массы m_ν^2 , то намеченная цель заключалась в достижении беспрецедентного стократного увеличения чувствительности. Для этого пришлось увеличить диаметр спектрометра до 10 м.

Заключительный этап транспортировки вакуумной камеры спектрометра массой 200 т с завода-изготовителя в KIT (а это почти 9000 км пути водным транспортом) показан на фото.

После многолетних усилий коллаборации KATRIN удалось завершить строительство семидесятиметрового сооружения. Его частью является бездонный источник молекулярного трития длиной 16 м



Карлсруэ (Германия). Заключительный этап транспортировки вакуумной камеры главного спектрометра KATRIN

Karlsruhe (Germany). The final phase of transporting the vacuum chamber of the main KATRIN spectrometer



Карлсруэ, 11 июня. Торжественный запуск измерений β -спектра трития в Технологическом институте в Карлсруэ. Среди 16 почетных гостей и участников проекта KATRIN, которые символически нажали кнопку «Старт», были Т.Каджита и А. Б. Макдональд, получившие Нобелевскую премию по физике в 2015 г. за открытие осциллирующей нейтрино

Karlsruhe, 11 June. The ceremony of launching the tritium β -spectrum measurement at the Karlsruhe Institute of Technology. Among sixteen distinguished guests and KATRIN collaborators, who symbolically pressed the START button, were also T. Kajita and A. B. McDonald, awarded jointly by the Nobel Prize in Physics 2015 for the discovery of neutrino oscillations

(Moscow), Russia, in the measurements of beta spectrum observed in the decay of tritium.

At the same time, the authors realized that the possibilities of their spectrometers were almost exhausted. Therefore, in January 2001, an international meeting of about fifty physicists, experts from various professions was held in Bad Liebenzell, Germany, to answer two important questions. Is it worthwhile to strive to further increase of the sensitivity in the determination of m_ν in this way? Is this possible under the current state of technology? The answer to both questions was unambiguously positive. Therefore, in June 2001, German, Russian, American, and Czech physicists founded the international collaboration KATRIN (KARlsruhe TRItium Neutrino) [1]. Karlsruhe Institute of Technology (KIT) was chosen as the place of the experiment since it houses the largest tritium laboratory in Europe.

The original intention of the KATRIN collaboration was to build a giant electron spectrometer with a diameter of 7 m, 23 m long. This unique device should have a sensitivity of 0.35 eV to m_ν . After less than one year of the project existence, the international group of independent experts considered it again. Taking into account the uniqueness of the project on a global scale, it was recommended to try to obtain an even higher sensitivity to the neutrino mass m_ν .

In 2004, the researchers of the KATRIN collaboration came to the conclusion that it should be realistic to increase

the sensitivity in the determination of m_ν to 0.2 eV using physical methods and technologies at the limit of the current possibilities. Since the measured value is the square of the mass m_ν^2 , it is an unprecedented hundredfold increase in sensitivity in one step. To reach this, the diameter of the spectrometer vacuum chamber was increased up to 10 m.

The photo shows the final phase of transporting the vacuum chamber of the 200-ton spectrometer by the rivers and seas from the factory to KIT (nearly 9000 km).

After many years of effort, the KATRIN collaboration has succeeded in completing the 70-m-long device. Its part is also a windowless source of molecular tritium of 16 m length and weighing 20 tons, whose 30 K temperature is stabilized with a relative accuracy of $1 \cdot 10^{-3}$. The pre-spectrometer leaves only electrons from a narrow region of the β spectrum containing information on m_ν to pass to the main spectrometer for the energy analysis. This results in a substantial suppression of the undesirable background. The electron detector consists of 148 independent parts that allow possible corrections for minor device inhomogeneities.

Finally, on 11 June this year, the ceremony of launching the tritium β -spectrum measurement took place at the Karlsruhe Institute of Technology, in which more than 400 people took part, including the JINR Director, V. Matveev. It should, however, be noted that the spectrometer system was filled with tritium as early as on 18 May for the first time, and the first short-term measurement of

и массой 20 т, температура которого (30 К) стабилизируется с относительной точностью $1 \cdot 10^{-3}$. Головной спектрометр пропускает для энергетического анализа в главном спектрометре только электроны из узкой области β -спектра, содержащие информацию о массе нейтрино m_ν , что приводит к существенному подавлению нежелательного фона. Детектор электронов состоит из 148 независимых частей — пикселей, что позволяет внести поправки на незначительные неоднородности устройства (если они будут иметь место).

11 июня 2018 г. в Технологическом институте в Карлсруэ состоялся торжественный запуск измерений β -спектра трития, в котором приняло участие более 400 человек, в том числе и директор ОИЯИ ака-

Рис. 1. Результат первого измерения β -спектра трития в проекте KATRIN

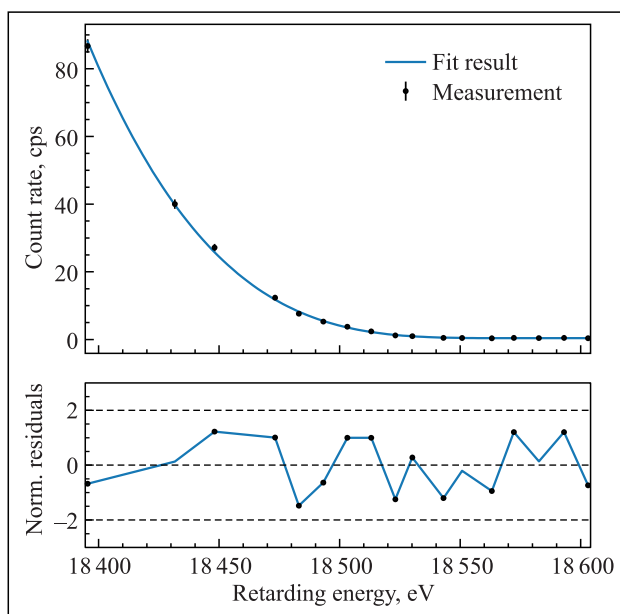


Fig. 1. The first tritium β spectrum measured in the KATRIN project

its beta spectrum was carried out on 19 May (Fig. 1). Thus, a phase of the long-term data collection has started, in which more than 160 physicists, engineers and technicians take part. The importance of the KATRIN project for the science of Germany itself is indicated by the fact that the share of the Federal Ministry of Education and Research of Germany in this project is about 75%. Only its investment in the building for the KATRIN apparatus reached about 50 million euros.

It is planned that the project goal (the sensitivity of $0.2 \text{ eV}/s^2$ to m_ν at 90% CL) will be achieved within three years of the measurement (Fig. 2). The main spectrometer of the KATRIN (the so-called Magnetic Adiabatic

демик РАН В. А. Матвеев. Необходимо отметить, что впервые тритий был впущен в систему спектрометра уже 18 мая, а первое кратковременное измерение его β -спектра проведено 19 мая (рис. 1). Теперь началась долгосрочная фаза сбора данных, в котором принимает участие более 160 физиков, инженеров и техников. О значимости проекта KATRIN для науки и самой Германии говорит тот факт, что доля Федерального министерства образования и научных исследований Германии в этом проекте составляет около 75%. Инвестиции в здание и отдельные части KATRIN составляют около 50 млн евро.

Цель проекта — получение чувствительности к m_ν на уровне $0,2 \text{ эВ}/c^2$ (с 90%-м уровнем достоверности), ее планируется достичь в течение трех лет набора статистики (рис. 2). Главный спектрометр проекта KATRIN (интегральный электростатический спектрометр с магнитной адиабатической коллимацией) должен обеспечить приборное разрешение около 1 эВ при энергии электронов 18,6 кэВ (граничная энергия β -спектра трития) и трансмиссию около 18% от 4π . Одним из важнейших требований для достижения на-

Рис. 2. Зависимость чувствительности к массе покоя антинейтрино m_ν от времени набора статистики

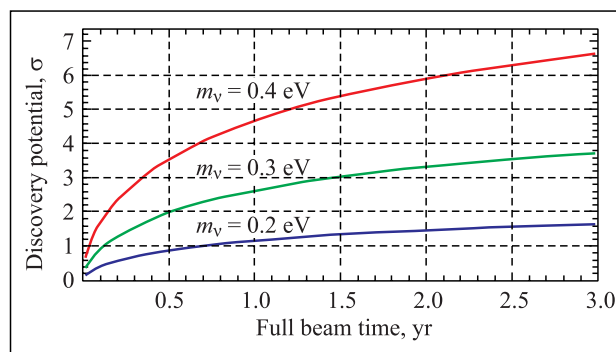


Fig. 2. Dependence of the sensitivity to m_ν as a function of data taking time

Collimator combined with an Electrostatic Filter) should provide an instrumental resolution of about 1 eV at the electron energy of 18.6 keV (the endpoint energy of the beta spectrum of tritium) and a transmission of about 18% of 4π . One of the most important requirements for achieving the intended goal is the stability of the retarding/analyzing voltage (about -18.6 kV). According to the calculations, its instability within $\pm 60 \text{ mV}$ can introduce a systematic error of $0.007 \text{ eV}^2/s^4$ in the square of the antineutrino rest mass obtained from the measured beta spectrum. Such an error represents a significant contribution to the maximum permissible systematic error of $0.017 \text{ eV}^2/s^4$ to achieve the planned sensitivity to the neu-

меченной цели является стабильность тормозящего/анализирующего напряжения (около $-18,6$ кВ). По проведенным расчетам, его нестабильность в пределах ± 60 мВ может внести систематическую погрешность на уровне $0,007$ эВ²/с⁴ в значение квадрата массы покоя антинейтрино, полученное из измеренного β -спектра. Такая погрешность представляет значительный вклад в максимально допустимую систематическую погрешность $0,017$ эВ²/с⁴ для достижения запланированной чувствительности к массе нейтрино. Долгосрочный мониторинг стабильности напряжения $-18,6$ кВ в пределах отклонения ± 60 мВ (т.е. с относительной погрешностью $\pm 3 \cdot 10^{-6}$) в течение двух месяцев (планируемая продолжительность одного сеанса измерений) является достаточно сложной задачей для современной техники. Поэтому стабильность тормозящего напряжения будет проверяться одновременно двумя независимыми способами: а) с помощью высокоточного вольтметра в сочетании со специальным делителем высокого напряжения и б) мониторингом положения стабильной во времени реперной линии моноэнергетических электронов, эмитируемых естественным источником, в специальном мониторирующем спектрометре (того же типа, что и главный спектрометр проекта KATRIN), который будет подключен

к общему источнику напряжения $-18,6$ кВ. В таком случае любое изменение положения реперной линии будет свидетельствовать о нестабильности в общей системе тормозящего напряжения. В разработке естественного источника реперных электронов, удовлетворяющего вышеупомянутым требованиям, вместе с коллегами из ИЯФ АН ЧР (Ржеж) принимали участие сотрудники Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ, которые занимаются прецизионной ядерной электронной спектроскопией уже несколько десятков лет.

В связи с этим необходимо напомнить, что, в отличие от гамма-спектроскопии, в ядерной электронной спектроскопии до сих пор нет коммерчески доступных твердотельных энергетических реперов конверсионных электронов или электронов Оже с погрешностью менее $0,1$ эВ. Главная причина состоит в том, что кинетические энергии этих электронов напрямую зависят от энергий их связи в атоме. Как известно, энергии связи электронов чувствительны к физико-химическому окружению атомов, что впоследствии приводит к энергетическим сдвигам в спектрах как конверсионных электронов, так и электронов Оже, в особенности в случае твердотельных источников. Из фотоэлектронной спектроскопии известно, что этот энергетический сдвиг, который принято называть химическим сдвигом,

trino mass. The long-term monitoring of the -18.6 kV voltage stability within a deviation of ± 60 mV (i.e., with a relative error of $\pm 3 \cdot 10^{-6}$) for two months (the planned duration of one measurement cycle) is quite a challenge for modern technology. Therefore, the stability of the retarding voltage is checked simultaneously by two independent methods: a) using a high-precision voltmeter in combination with a special high-voltage divider; and b) by monitoring of the position of the time-stable reference line of monoenergetic electrons emitted by a natural source in a special monitoring spectrometer (of the same type as the main spectrometer of the KATRIN project), which will be connected to a common high-voltage power supply of -18.6 kV. Thus, any change in the position of the reference electron line will indicate instability in the common system of the retarding voltage. Together with the colleagues from the NPI of the CAS (Řež), researchers from DLNP, JINR, who have been engaged in the precision nuclear electron spectroscopy for several decades, participated in the development of a natural source of the reference electrons that meets the above requirements.

In this regard, it should be noted that (in contrast to gamma-ray spectroscopy) in nuclear electron spectro-

scopy there are still no commercially available solid-state energy calibration sources of conversion or Auger electrons with an uncertainty better than 0.1 eV. The main reason of this situation is that the kinetic energies of these electrons directly depend on the electron binding energies. It is well known that the electron binding energies are sensitive to the physicochemical environment of atoms that results in energy shifts in both the conversion electron and Auger electron spectra especially in the case of solid-state sources. As it is known from the photoelectron spectroscopy, these energy shifts (called chemical shifts) amount to ± 7 eV and are strongly correlated with the valence state of the emitting atoms. It is also known that the binding energies of electrons in solids are usually by $2-10$ eV smaller than for free atoms (the so-called solid-state shift), and for atoms adsorbed on the surface of solids by $1-3$ eV. However, it is necessary to emphasize that from the point of view of meeting the requirements for a natural source of the reference electrons for monitoring the high voltage in the KATRIN measurements, the accuracy of the determination of the absolute value of the energy of reference electrons does not play any decisive role but only the timing stability.

достигает ± 7 эВ и сильно коррелирован с валентным состоянием излучаемого атома. Известно также, что энергии связи электронов в твердых телах, как правило, на 2–10 эВ меньше, чем для свободных атомов (так называемый твердотельный сдвиг), а для атомов, адсорбированных на поверхности твердых тел, — на 1–3 эВ. Необходимо, однако, подчеркнуть, что с точки зрения выполнения требований к естественному источнику реперных электронов для мониторинга высокого напряжения в измерениях KATRIN, точность определения абсолютного значения энергии реперных электронов не играет решающей роли, но важна ее временная стабильность.

Как и в предыдущих прямых экспериментах по определению массы покоя электронного антинейтрино, в качестве реперных электронов была выбрана *K*-конверсионная линия (естественная ширина $(2,70 \pm 0,06)$ эВ) ядерного γ -перехода 32 кэВ в ^{83m}Kr (*K*-32), энергия которой $(17824,3 \pm 0,5)$ эВ относительно близка к граничной энергии β -спектра трития. Поскольку период полураспада ^{83m}Kr достигает всего 1,83 ч, то он не подходит для долговременного мониторинга. Сотрудниками ЛЯП был предложен твердотельный источник материнского изотопа ^{83}Rb с периодом полураспада $T_{1/2} = 86,2$ сут, что больше, чем планируе-

мая продолжительность одного сеанса измерения (два месяца).

Для тестирования свойств приготовленных источников ^{83}Rb использовались три электронных спектрометра, а именно: 1) дифференциальный комбинированный электростатический спектрометр ESA50, состоящий из тормозящей сферы и двойного цилиндрического зеркала с регулируемым приборным разрешением в диапазоне энергий электронов 0–50 кэВ (ЛЯП ОИЯИ); 2) дифференциальный электростатический спектрометр ESA12 типа цилиндрическое зеркало с фокусировкой второго порядка, оснащенный тормозящей (ускоряющей) линзой (ИЯФ АН ЧР, Ржев); 3) интегральный электростатический спектрометр с магнитной адиабатической коллимацией (Институт физики, Университет Майнца, Германия). Сначала проводились исследования источников ^{83}Rb , которые были изготовлены методом испарения в вакууме на разные подложки по методике, разработанной в ЛЯП [2]. Всего было изготовлено 29 источников ^{83}Rb , из них 16 на алюминиевой подложке (окисленная естественным путем фольга), 12 — на углеродной (поликристаллическая фольга) и один на подложке из НОПГ (высокоориентированный пиролитический графит). Долгосрочные измерения (от 2 до 6 месяцев)

As in the previous direct experiments for determination of the rest mass of the electron antineutrino, the *K*-conversion line (natural width of (2.70 ± 0.06) eV) of the 32 keV nuclear γ transition in ^{83m}Kr (*K*-32) was chosen as reference electrons because its energy of (17824.3 ± 0.5) eV is relatively close to the end point energy of the β spectrum of tritium. Since the half-life of ^{83m}Kr is only 1.83 h, it is not suitable for long-term monitoring. Researchers from DLNP, JINR proposed to use a solid source of the parent isotope ^{83}Rb with a half-life $T_{1/2} = 86.2$ d which is longer than the planned duration of one measurement cycle (i.e., two months). Three electron spectrometers were employed to test the properties of the prepared ^{83}Rb sources, namely: 1) the ESA50 differential combined electrostatic spectrometer consisting of a retarding sphere followed by a double pass cylindrical mirror analyzer with an adjustable instrumental resolution operating in the electron energy range 0–50 keV (DLNP, JINR); 2) the ESA12 differential electrostatic spectrometer of the cylindrical mirror type with second-order focusing equipped with a decelerating lens (NPI, Řež); and 3) an integral electrostatic spectrometer with magnetic adiabatic collimation (Institute of Physics, University of

Mainz, Germany). First, ^{83}Rb sources prepared by evaporation in vacuum on different substrates [2] according to the method developed at DLNP, JINR were investigated. Altogether, 29 sources of ^{83}Rb were prepared, 16 on aluminum substrates (naturally oxidized foil), 12 on carbon substrates (polycrystalline foil), and one on HOPG (highly oriented pyrolytic graphite) substrate. But only five of them were used for long-term measurements (from 2 to 6 months). In four cases, the sources were removed several times from the spectrometer, stored in air, and then placed in the spectrometer again. For all sources studied, the measured values of the energies of the selected conversion lines increased with time, and these changes could be described by a linear function. The drifts were within the interval $(2.3 \div 12) \cdot 10^{-6}$ per month, which is noticeably more than the above requirement $\pm 3 \cdot 10^{-6}$ in two months, and were clearly caused by changes in the spectrometer work function (due to the changes in the composition of the residual gases in the spectrometer chamber) as well as by the dynamics of physicochemical processes in the surface layer of ^{83}Rb . To minimize the influence of some unfavourable factors, it was decided to place the $^{83}\text{Rb}/^{83m}\text{Kr}$ atoms in more stable surroundings by implantation of

проводились с пятью разными источниками. В четырех случаях источники в ходе измерений несколько раз извлекали из спектрометра, хранили на воздухе и потом опять помещали в спектрометр. Для всех изучаемых источников измеряемые значения энергий выбранных конверсионных линий со временем увеличивались, это изменение можно было описать с помощью линейной функции. Дрейф, находящийся в пределах $(2,3 \div 12) \cdot 10^{-6}$ в месяц, что заметно больше, чем вышеупомянутое требование $\pm 3 \cdot 10^{-6}$ в два месяца, был явно вызван изменением работы выхода спектрометра под влиянием изменения состава остаточных газов в камере спектрометра, а также динамикой физико-химических процессов в поверхностном слое ^{83}Rb . Чтобы минимизировать влияние некоторых неблагоприятных факторов, было решено поместить атомы $^{83}\text{Rb}/^{83\text{m}}\text{Kr}$ в более стабильную среду имплантацией ионов ^{83}Rb при энергии 15 и 30 кэВ в поликристаллическую золотую и платиновую фольгу высокой чистоты. Всего было приготовлено четыре источника ^{83}Rb [3]. Из них три были с платиновой подложкой и один с золотой. Энергетические дрейфы наиболее часто измеряемой конверсионной линии K-32 в случае платиновой подложки находились в пределах от

$-(0,96 \pm 0,17) \cdot 10^{-6}$ до $(1,02 \pm 0,16) \cdot 10^{-6}$ в месяц, а для золотой подложки $-(2,64 \pm 0,16) \cdot 10^{-6}$ в месяц. Таким образом, источники $^{83}\text{Rb}/^{83\text{m}}\text{Kr}$ в платиновой матрице вполне удовлетворяли вышеупомянутому требованию к стабильности энергии реперных электронов для мониторинга. Разница в энергетических дрейфах между источниками с платиновой и золотой подложками может быть вызвана разными физико-химическими свойствами этих двух благородных металлов, в особенности более быстрым восстановлением кристаллической решетки платины после ионной имплантации. В дальнейшем желательно исследовать также возможность замены платиновой подложки на подложку из материала с низким атомным номером для существенного уменьшения вероятности неупругого рассеяния реперных электронов в материале подложки при сохранении энергетического дрейфа, а также выяснить причину наблюдаемой «тонкой структуры» линий реперных электронов. Этими вопросами будет заниматься в первую очередь группа сотрудников ЛЯП ОИЯИ.

Список литературы / References

1. *Angrik J., Armbrust T. et al.* KATRIN Design Report 2004 // FZKA Scientific Report 7090, Karlsruhe. <http://www-ik.fzk.de/katrin/publications/index.html>.
2. *Венос Д., Зборжил М., Кашпар Й., Драгоун О., Бонн Й., Ковалик А., Лебеда О., Лебедев Н.А., Рышавы М., Шлоессер К., Шпалец А., Вайнхаймер Х.* // Измерительная техника. 2010. №3. С.41.
Vénos D., Zbořil M., Kašpar J., Dragoun O., Bonn J., Kovalik A., Lebeda O., Lebedev N.A., Ryšavy M., Schlösser K., Špalek A., Weinheimer Ch. // *Izmeritel'naya Tekhnika*. 2010. No. 3. P.41.
3. *Zbořil M., Bauer S., Beck M., Bonn J., Dragoun O., Jakūbek J., Johnston K., Kovalik A., Otten E.W., Schlösser K., Slezák M., Špalek A., Thümler T., Vénos D., Žemlička J., Weinheimer Ch.* // *JINST*. 2013. V.8, No.3. P.P03009. DOI: 10.1088/1748-0221/8/03/P03009.

^{83}Rb ions at 15 and 30 keV energy into the high-purity polycrystalline gold and platinum foils. As a whole, four ^{83}Rb sources were prepared [3], three of them in platinum and one in gold. The energy drifts of the most frequently measured K-32 conversion line in the case of the platinum substrate were within the range of $-(0.96 \pm 0.17) \cdot 10^{-6}$ to $(1.02 \pm 0.16) \cdot 10^{-6}/\text{month}$ and $(2.64 \pm 0.16) \cdot 10^{-6}/\text{month}$ for the gold substrate. Thus, the $^{83}\text{Rb}/^{83\text{m}}\text{Kr}$ sources in the platinum matrix quite satisfied the above requirement for the time stability of the energy of the reference electrons for monitoring. The difference in energy drifts between the platinum and gold substrates can be caused by the different physicochemical properties of these two noble metals, in particular, by the faster recovery of the platinum crystal lattice after the ion implantation. In the future, it is also desirable to investigate a possibility of replacing the platinum substrate by a substrate of a material with a low atomic number in order to substantially reduce the probability of inelastic scattering of reference electrons in the substrate material (while preserving the small energy drift) and to find out the cause of the observed “fine structure” of some reference electron lines. These tasks will be primarily investigated by researchers from DLNP.

*A. С. Фомичев, Л. В. Григоренко, С. А. Крупко,
С. В. Степанцов, Г. М. Тер-Акопьян*

Проект ACCULINNA-2: физический аспект и технические решения

Одним из основных направлений развития современной ядерно-физической аппаратуры является создание так называемых фабрик радиоактивных пучков (на рисунке слева), предназначенных для изучения ядерных систем, удаленных от «долины стабильности». К числу основных целей таких исследований относится достижение границ ядерной стабильности и продвижение дальше за их пределы, насколько это возможно.

До недавнего времени единственным полноценно работающим комплексом RIB в странах-участниках ОИЯИ был фрагмент-сепаратор ACCULINNA в Лаборатории ядерных реакций им. Г.Н.Флерова [1]. Научные результаты, полученные на этом комплексе, вдохновили на создание нового, более мощного фрагмент-сепаратора ACCULINNA-2 [2, 3]. Эта установка была построена недавно в сотрудничестве с французской компанией SIGMAPHI. Сепаратор с необходимым дополнительным оборудованием (производящая

мишень в F1, подвижные щели в F2, спектрометр нулевых углов в F5, системы мониторингования пучка, вакуума и др.) установлен на линии первичного пучка циклотрона У-400М (на рисунке справа). Тестовые испытания, проведенные в 2017 г., показали, что характеристики радиоактивных пучков на установке ACCULINNA-2 идеально соответствуют расчетным проектным значениям. Как результат, в 2018 г. были проведены первые полноценные эксперименты с радиоактивными пучками.

Основными техническими требованиями к установке ACCULINNA-2 являются хорошее энергетическое разрешение и высокая эффективность корреляционных измерений продуктов реакции. Это, в совокупности с выбором определенных реакций и заданием конкретных кинематических условий, может обеспечить идентификацию спин-четности в спектрах возбуждения изучаемых экзотических ядер. Именно в этом случае относительно невысокая энергия вто-

*A. S. Fomichev, L. V. Grigorenko, S. A. Krupko,
S. V. Stepantsov, G. M. Ter-Akopian*

The ACCULINNA-2 Project: The Physics Case and Technical Challenges

One of the main trends in the modern nuclear-physics instrumentation consists in the construction of the so-called radioactive ion beam (RIB) “factories” (figure, left panel) made for the study of nuclear systems away from the “stability valley”. Among the principal goals of such research is the trend to achieve the nuclear driplines and move further beyond the driplines as far as possible. Until recently the only fully working RIB facility in the Member States of JINR was the fragment separator ACCULINNA at the Flerov Laboratory of Nuclear Reactions [1]. The scientific yield made with this facility inspired the construction of a new more powerful fragment separator ACCULINNA-2 [2, 3]. This facility was built recently in collaboration with the French company SIGMAPHI. The separator and the supplementary equipment (production target at F1, movable slits at F2, zero-angle spectrometer at F5, vacuum and beam control systems, etc.) are installed at the primary beam line of the U-400M cyclotron (figure,

right panel). Test runs performed in 2017 showed that the characteristics of the RIBs delivered by ACCULINNA-2 match perfectly the goals of the initial design. As a result, in 2018 first full-featured experiments with radioactive beams were performed.

The prime objectives of ACCULINNA-2 are to provide a good energy resolution for the beams of radioactive nuclei and high efficiency for the correlation measurements of reaction products. The latter, combined with the selection of certain reactions and the choice of specific kinematical conditions, could provide the spin-parity identification made for the excitation spectra of the studied exotic nuclei. In that case, the relatively low-energy secondary beams will give unique position for ACCULINNA-2 among the other fragment separators. So far, the energies in a range of 10÷40 MeV/nucleon are not so easily available at other large-scale in-flight RIB separators.

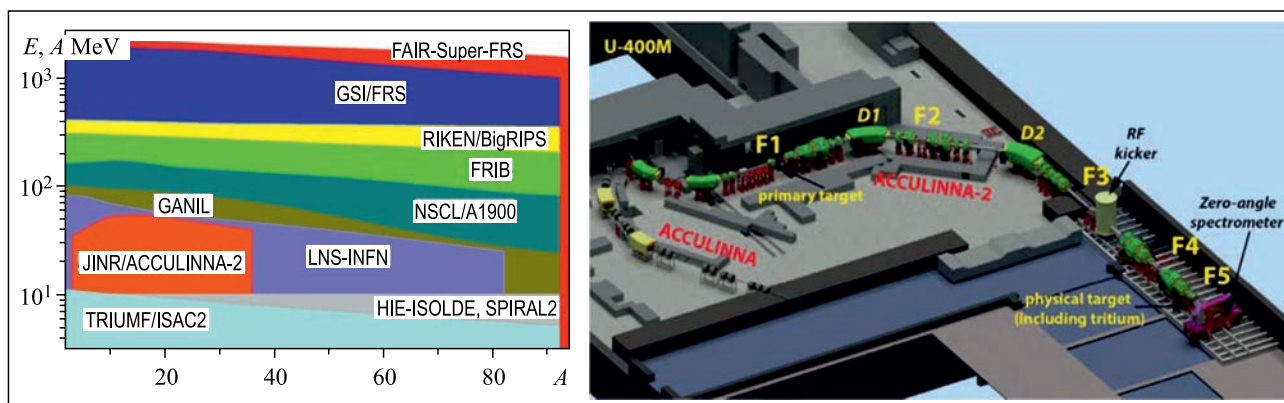
ричных пучков сепаратора ACCULINNA-2 будет обеспечивать его уникальность среди других мировых установок. В настоящее время энергии радиоактивных пучков в диапазоне 10–40 МэВ/нуклон достаточно сложно достижимы для крупномасштабных in-flight сепараторов.

Проектные параметры и научная программа для комплекса ACCULINNA-2@U-400M были изложены в недавней обзорной работе [3]. Было показано, что полученные интенсивности радиоактивных пучков в конечной фокальной плоскости сепаратора, отсутствие в пучках нежелательных примесей и поперечные размеры пучков, попадающих на физическую мишень, хорошо согласуются с ожидаемыми значениями (например, получаемыми с использованием

кодов INTENSITY, TRANSPORT и MOCADI). Новый фрагмент-сепаратор ACCULINNA-2 станет основой в ЛЯР ОИЯИ для исследований легких экзотических ядер, находящихся вблизи границ ядерной стабильности. В обзоре [3] описывается первоочередная экспериментальная программа исследований с радиоактивными пучками на новой установке. В частности, предложены первые эксперименты по изучению экзотических систем ${}^7\text{H}$, ${}^{17}\text{Ne}$, ${}^{26}\text{O}$, ${}^{26}\text{S}$ и их возможных схем распада с испусканием $2p$, $2n$ и даже $4n$, которые находятся в сфере интересов исследований группы ACCULINNA-2.

Эта работа была частично поддержана Российским научным фондом, грант № 17-12-01367.

Слева: мировые фабрики радиоактивных пучков, показаны возможные энергетические диапазоны в зависимости от атомного номера. Справа: схема фрагмент-сепаратора ACCULINNA-2 на линии первичного пучка ускорителя У-400М



Worldwide RIB facilities on the diagram where the available RIB energy ranges vs. their atomic number are shown (left panel) and the layout of ACCULINNA-2 fragment separator at the primary beam line of the U-400M cyclotron (right panel)

The design parameters and the first-priority experimental program for the ACCULINNA-2@U-400M facility have been specified in the recent review paper [3]. It was shown that the RIB intensities obtained at the exit of the separator, the beam purities and transverse profiles of RIBs hitting the physics target are in good agreement with expected values (for instance, given by INTENSITY, TRANSPORT and MOCADI codes). The new ACCULINNA-2 separator will be a basis at FLNR JINR for research made in the fields of light exotic nuclei near the nucleon stability borders. The first-priority experimental program with RIBs for the new facility is outlined in [3]. In particular, the first experiments proposed for the study of ${}^7\text{H}$, ${}^{17}\text{Ne}$, ${}^{26}\text{O}$, ${}^{26}\text{S}$ nuclides and their possible decay schemes proceeding via the $2p$, $2n$ and even $4n$ emission are in the sphere of interest of the ACCULINNA-2 group.

This work was partly supported by the Russian Science Foundation, grant No. 17-12-01367.

Список литературы / References

1. <http://aculina.jinr.ru/>
2. Grigorenko L. V. et al. Studies of Light Exotic Nuclei in Vicinity of Neutron and Proton Drip-Lines at FLNR JINR // Phys. Usp. 2016. V. 59. P. 321.
3. Fomichev A. S. et al. The ACCULINNA-2 Project: The Physics Case and Technical Challenges // Eur. Phys. J. A. 2018. V. 54. P. 97.

*Н. Балашов, А. Баранов, Н. Кутовский, Е. Мажитова,
И. Пелеванюк, Р. Семенов*

Интеграция вычислительных ресурсов организаций стран-участниц ОИЯИ с использованием облачных и грид-технологий

Объединенный институт ядерных исследований (ОИЯИ) участвует в большом количестве научно-исследовательских проектов, в которых важным средством для получения значимых научных результатов выступают вычислительные ресурсы. В связи с этим объединение счетных мощностей организаций стран-участниц Института в единую информационно-вычислительную среду (ИВС) представляется важной и актуальной задачей, решение которой позволило бы существенно ускорить проведение научных исследований.

Переход на современные принципы построения вычислительных центров с использованием облачных

технологий, повышающих эффективность использования аппаратного обеспечения за счет виртуального разделения ресурсов и упрощающей обслуживание инфраструктуры, что снижает стоимость владения и использования аппаратных ресурсов, является одним из стратегических направлений в работе Лаборатории информационных технологий.

Для объединения облачных вычислительных ресурсов ОИЯИ и организаций из его стран-участниц был установлен реализованный на языке ruby программный интерфейс OCCI (Open Computing Cloud Interface) — rOCCI, а также разработан драйвер для интеграции по пиринговой модели «cloud bursting» [1]. Эти раз-

*N. Balashov, A. Baranov, N. Kutovskiy, E. Mazhitova,
I. Pelevanyuk, R. Semenov*

Integration of Computing Resources of the JINR Member State Organizations by Means of Cloud and Grid Technologies

The Joint Institute for Nuclear Research (JINR) participates in a large number of research projects in many of which computer infrastructures play an important role in obtaining meaningful scientific results. That is why the integration of computational resources of the JINR Member State organizations into a unified informational and computational environment (ICE) is an important and topical task the solution of which would significantly accelerate scientific research.

The transition to modern principles of building computing centers using cloud-based technologies that increase the efficiency of hardware utilization due to the virtual separation of resources and simplify the infrastructure, thus reducing the cost of ownership and usage of the

hardware resources, is one of the strategic directions of the Laboratory of Information Technologies.

In order to integrate the cloud computing resources of JINR and its Member State organizations, implementation of the programming interface OCCI (Open Cloud Computing Interface) — rOCCI on the ruby language has been installed, and a driver has been developed for integration in peer model “cloud bursting” [1]. These developments have been successfully used for the last few years as a tool to integrate the cloud resources of organizations of the JINR Member States. In this way resources were integrated of Plekhanov Russian University of Economics (Moscow, Russia), Bogolyubov Institute for Theoretical Physics (Kiev, Ukraine) and the Institute of Physics of the National Academy of Sciences of Azerbaijan (Baku,

работки успешно использовались в течение нескольких лет как инструмент для объединения облачных ресурсов организаций стран-участниц ОИЯИ. Таким способом были интегрированы ресурсы Российского экономического университета им. Г.В.Плеханова (Москва, Россия), Института теоретической физики им. Н.Н.Боголюбова (Киев, Украина) и Института физики Национальной академии наук Азербайджана (Баку, Азербайджан). Схема интеграции ресурсов по пиринговой модели представлена на рис. 1, слева.

Возросший интерес со стороны стран-участниц Института привел к увеличению количества участников такой распределенной облачной инфраструктуры, что выявило низкую масштабируемость данного подхода. В связи с этим была начата исследовательская работа по оценке возможных альтернатив для интеграции облачных инфраструктур. В качестве нового средства для интеграции облаков было выбрано решение на основе грид-платформы DIRAC [2] (рис. 1, справа). Службы самой DIRAC-платформы развернуты в облаке ОИЯИ, которое так же, как и облака организаций

стран-участниц ОИЯИ, предоставляет вычислительные ресурсы для грид-среды.

DIRAC (сокращение от английского «Distributed Infrastructure with Remote Agent Control» — распределенная инфраструктура с возможностью управления удаленным агентом) — это программная среда для распределенных вычислений, предоставляющая законченное решение для одного и более сообществ пользователей, нуждающихся в доступе к распределенным ресурсам. DIRAC выполняет функцию промежуточного слоя между пользователями и аппаратными мощностями, предоставляя общий интерфейс к поставщикам разнородных ресурсов.

Система управления рабочей нагрузкой с помощью агентов в виде пилотных задач, впервые представленная в DIRAC, в настоящее время широко используется в различных грид-инфраструктурах. Эта концепция позволяет прозрачным для пользователей образом объединить в общей системе такие вычислительные ресурсы различной природы и происхождения, как грид-среды, облака или кластеры.

В отличие от пиринговой модели «cloud bursting» платформа DIRAC позволяет использовать разные вычислительные ресурсы с помощью пилотных задач.

Для того, чтобы проверить возможность подобного использования облачных ресурсов, была проведена

Рис. 1. Возможные схемы интеграции облаков

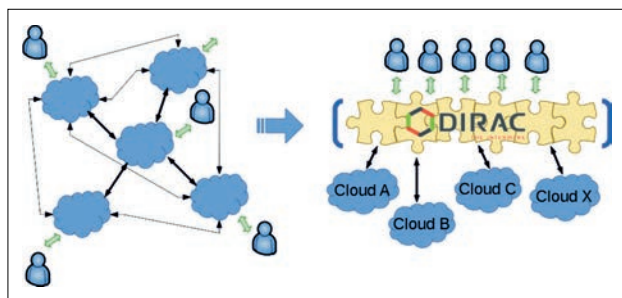


Fig. 1. Possible schemes of the clouds integration

Azerbaijan). A scheme of the clouds integration following the “cloud bursting” model is shown in Fig. 1, left.

Enormous interest of the JINR Member States in the uniform distributed computational environment has led to an increased number of participants in such a multicloud infrastructure and revealed a low scalability of this approach. That is why research work was started to evaluate possible alternatives, so the DIRAC software framework [2] has been chosen as a new tool for the distributed resources integration (Fig. 1, right). The services of the DIRAC platform itself are deployed in the JINR cloud, which, together with the clouds of the organizations of the JINR Member States, provides computing resources for the grid environment.

DIRAC (Distributed Infrastructure with Remote Agent Control) is a software framework for distributed computing providing a complete solution to one (or more) user community requiring access to distributed resources. DIRAC builds an intermediate layer between the users and

the resources offering a common interface to a number of providers of heterogeneous resources.

The Workload Management System with Pilot Jobs introduced by the DIRAC project is now widely used in various grid infrastructures. This concept allows one to aggregate in a single system the computing resources of different source and nature, such as computational grids, clouds or clusters, transparently for the end users.

Unlike the “cloud bursting” model, the platform DIRAC allows one to use different computing resources with the help of pilot tasks.

In order to test the possibility of such use of cloud resources, a series of tests were conducted, which resulted in new virtual machines that were successfully created, their contextualization was performed, user tasks were started, and the results were sent to the storage element. No special actions were required to run tasks on different cloud resources. At the moment, the program code of DIRAC is being finalized, because not all the necessary functionality is present in the basic version of the system.

At present, the integration of the JINR Member State organizations clouds into DIRAC-based distributed platform is at different stages. Their technical inte-

серия тестов, в результате которых успешно создавались новые виртуальные машины, производилась их контекстуализация, запускались пользовательские задачи и результаты отправлялись на элемент хранения. При этом не требовалось никаких специальных действий для запуска задач на разных облачных ресурсах. Сейчас ведется доработка программного кода DIRAC, так как не весь необходимый функционал присутствует в базовой версии системы.

В настоящее время интеграция облаков партнерских организаций стран-участниц ОИЯИ в распределенную платформу на основе DIRAC находится на разных этапах. Выполнена техническая интеграция

и идет работа по тестированию и отладке облаков Астанинского филиала Института ядерной физики — частного учреждения «Nazarbayev University Library and IT Services» (Астана, Казахстан) [3], Научно-исследовательского института ядерных проблем Белорусского государственного университета (Минск, Белоруссия), Ереванского физического института (Ереван, Армения), Института физики Национальной академии наук Азербайджана (Баку, Азербайджан), Российского экономического университета им. Г.В.Плеханова (Москва, Россия). Находятся в процессе технической интеграции облака Института ядерных исследований и ядерной энергетики БАН (София, Болгария),

Рис. 2. Географическое положение облачных инфраструктур организаций из стран-участниц ОИЯИ, участвующих в интеграции облачных ресурсов



Fig. 2. Geographical location of the partner cloud infrastructures from the JINR Member States involved in the integration of their cloud resources

gration has been fulfilled, work on testing and debugging is in progress for the Astana branch of the Institute of Nuclear Physics — the private establishment “Nazarbayev University Library and IT Services” (Astana, Kazakhstan) [3], the Scientific Research Institute for Nuclear Problems of Belarusian State University (Minsk, Belarus), Yerevan Physical Institute (Yerevan, Armenia), the Institute of Physics of the National Academy of Sciences of Azerbaijan (Baku, Azerbaijan), and Plekhanov Russian University of Economics (Moscow, Russia). In the process of integration are the clouds of the Institute for Nuclear Research and Nuclear Energy of BAS (Sofia, Bulgaria), Sofia University “St. Kliment Ohridski” (Sofia, Bulgaria), Georgian Technical University (Tbilisi, Georgia), and the Institute of Nuclear Physics (Tashkent, Uzbekistan). Negotiations are in progress with the University “St. Kliment Ohridski” (Bitola, Macedonia). Figure 2 maps the location of the organizations listed above.

To work in any cloud infrastructure, the user must be identified in it. Each organization independently determines the identification procedure in its cloud service. JINR provides cloud access only for users who have a General Institute Account, i.e., if they are registered in the JINR User Base. Having become an AFS user at JINR, this user will automatically be able to log into the cloud service as a single Kerberos service is used for authentication.

The cloud infrastructures of JINR and its Member State organizations are grounded on a solution with open source code OpenNebula [4].

There are two interfaces available for users of the JINR cloud to access the OpenNebula service, namely, a full-featured command-line interface (CLI) and a Sunstone graphic web-interface. Access to the virtual machines is provided either by {rsa, dsa} key or by password. User authentication in Sunstone is implemented using Kerberos. To improve the security of information transfer between

Софийского университета им. Св. Климента Охридского (София, Болгария), Грузинского технического университета (Тбилиси, Грузия), Института ядерной физики АН РУз (Ташкент, Узбекистан). Ведутся переговоры по интеграции облаков с Университетом им. Св. Климента Охридского (Битола, Македония) (рис. 2).

Для работы в облачной инфраструктуре пользователь должен быть идентифицирован в ней. Каждая организация самостоятельно определяет процедуру идентификации в своем облачном сервисе. В ОИЯИ вход в облако возможен только для пользователей, которые имеют общеинститутскую учетную запись, т. е. зарегистрированы в базе пользователей ОИЯИ. В этом случае пользователь автоматически будет иметь возможность входа в облачный сервис, так как для аутентификации используется единый сервис Kerberos.

Облачные инфраструктуры Института и организаций из стран-участниц основаны на решении с открытым исходным кодом OpenNebula [4].

Для пользователей облака ОИЯИ существует два интерфейса доступа к сервису OpenNebula, а именно полнофункциональный интерфейс командной строки (CLI) и графический веб-интерфейс «Sunstone». Доступ к виртуальным машинам осуществляется либо по {rsa,dsa}-ключу, либо по паролю. Аутентификация

пользователя в Sunstone реализована с использованием Kerberos. Для повышения безопасности передачи информации между веб-интерфейсом сервиса и браузерами пользователей применено SSL-шифрование.

В ближайшем будущем планируется предоставление ученым из организаций стран-участниц Института доступа к вычислительным ресурсам суперкомпьютера ОИЯИ «Говорун». Интеграция аппаратных ресурсов суперкомпьютера и облачных инфраструктур стран-участниц позволит существенно увеличить общую вычислительную емкость всей ИВС.

Увеличивающееся количество участников распределенной вычислительной среды демонстрирует важность и актуальность данной деятельности, что, в свою очередь, связано со стремлением сторон объединить усилия и ресурсы в решении фундаментальных и прикладных задач, успешная реализация которых невозможна без применения новых подходов в проведении распределенных и параллельных расчетов и использования систем распределенного хранения больших объемов данных.

Информация о доступе к ресурсам облака ОИЯИ и работе в нем доступна на веб-портале с адресом <http://misc.jinr.ru> по ссылке «Облачный сервис».

Список литературы / References

1. Baranov A. V. *et al.* Approaches to Cloud Infrastructures Integration // Computer Research and Modeling. 2016. V.8, No.3. P.583–590.
2. DIRAC web-portal. <http://diracgrid.org>.
3. Mazhitova Ye., Balashov N., Baranov A., Kutovskiy N., Semenov R. Integrated Cloud Infrastructure of the LIT JINR, PE “NULITS” and INP’s Astana Branch // Eur. Phys. J. Web Conf. 2018. V.177. 1–5.
4. OpenNebula web-portal. <https://opennebula.org>.

the web-based interface of the service and user browsers, SSL-encryption is used.

One of the most important tasks for the nearest future is to provide scientists from the JINR Member States with an access to the computational capacities of the JINR supercomputer “Govorun”. The integration of its hardware and the cloud resources of the participating countries would significantly increase a total computing capacity of the entire ICE.

The growing number of participants of the distributed computing environment demonstrates importance and relevance of this activity, which in turn is related to the desire of the parties to join forces and resources in solving fundamental and applied problems, the successful implementation of which is impossible without the use of new approaches in conducting distributed and parallel calculations and using distributed storage for large amounts of data.

Information on how to access the JINR cloud and use its resources is available on the web-portal <http://misc.jinr.ru>, option “Cloud service”.

48-я сессия Программно-консультативного комитета по физике конденсированных сред состоялась 14–15 июня под председательством профессора Д. Л. Надя.

Д. Л. Надь представил обзор выполнения рекомендаций предыдущей сессии ПКК. Вице-директор ОИЯИ Б. Ю. Шарков проинформировал ПКК о резолюции 123-й сессии Ученого совета (февраль 2018 г.) и решениях Комитета полномочных представителей государств-членов ОИЯИ (март 2018 г.).

ПКК заслушал доклад об альтернативном варианте нового источника нейтронов ОИЯИ. Изложенная физическая концепция источника подразумевает исполь-

зование подкритического бустера с активной зоной из диоксида плутония, обеспечивающей критичность на уровне не более 0,98, и неразмножающей мишени из вольфрама. ПКК рекомендовал продолжить разработку общей концепции нового источника нейтронов на основе представленных подходов.

Приняв к сведению доклад о научной программе по ядерной физике, предлагаемой для нового источника нейтронов ОИЯИ, ПКК отметил, что очень холодные и ультрахолодные нейтроны представляют большой интерес для фундаментальных физических исследований, и рекомендовал начать разработку научного обоснования использования замедлителей очень холод-

Дубна, 14–15 июня. Президиум 48-й сессии Программно-консультативного комитета по физике конденсированных сред



Dubna, 14–15 June. The Presidium of the 48th meeting of the JINR Programme Advisory Committee for Condensed Matter Physics

The 48th meeting of the Programme Advisory Committee for Condensed Matter Physics was held on 14–15 June. It was chaired by Professor D. L. Nagy.

D. L. Nagy presented an overview of the implementation of the recommendations of the previous PAC meeting. JINR Vice-Director B. Sharkov informed the PAC about the Resolution of the 123rd session of the Scientific Council (February 2018) and the decisions of the Committee of Plenipotentiaries of the JINR Member States (March 2018).

The PAC heard a report on an alternative option for the development of a new source of neutrons at JINR. The physical scheme presented is based on a subcritical booster with a plutonium dioxide core giving a criticality level of

no more than 0.98 and a non-multiplying tungsten target. The PAC recommended that the work on the development of the general concept of a new neutron source on the basis of the presented approaches be continued.

The PAC took note of the report on a scientific programme in nuclear physics being proposed for a new JINR's neutron source. Noting that very cold and ultracold neutrons are of great interest for fundamental physics research, the PAC recommended starting the development of a scientific case for the moderators of ultracold and very cold neutrons at a new JINR neutron source.

The PAC took note of the activities concerning the development of the concept for a new laboratory for structural research of macromolecules and new materials at the

ных и ультрахолодных нейтронов на новом источнике нейтронов ОИЯИ.

ПКК принял к сведению информацию о разработке концепции новой лаборатории для структурных исследований макромолекул и новых материалов в Национальном центре синхротронного излучения SOLARIS Ягеллонского университета в Кракове. Подчеркнув, что новые технические возможности, которые будут доступны в лаборатории, станут частью научно-экспериментальной базы ОИЯИ, что представляется особенно важным с точки зрения взаимодополняемости между существующими нейтронными и перспективными рентгеновскими методами, ПКК рекомендовал продолжить работу по анализу реализуемости технического проекта и параметров, требуемых для будущих экспериментов.

Заслушав информацию о ходе работ по подготовке стратегического плана развития ОИЯИ на перспективу до 2030 г. и далее, ПКК одобрил шаги, предпринятые по формированию состава подгрупп по физике конденсированных сред и нейтронной физике, а также по радиобиологии и астробиологии и планов работы на 2018–2019 гг., рекомендовав подгруппам регулярно представлять информацию о своей работе на будущих сессиях ПКК.

Приняв к сведению отчет о завершающемся проекте «Изотопно-идентифицирующая рефлектометрия на ИЯУ ИБР-2», ПКК с удовлетворением отметил, что изо-

топно-идентифицирующая рефлектометрия (ИИР) — принципиально новый метод, разработанный для исследований процессов диффузии изотопов в слоистых наноструктурах, успешно реализован на ИЯУ ИБР-2. Учитывая успешное завершение работ в этом направлении, ПКК рекомендовал закрыть данный проект.

ПКК рассмотрел предложение об открытии нового проекта «Создание установки для проведения измерений с тестовыми пучками электронов в ЛЯП. Линак-200» и поддержал деятельность ЛЯП по созданию новых типов детекторов элементарных частиц, требующихся для экспериментов на будущих ускорителях. В связи с тем, что в предложении не было представлено научное обоснование проекта, соответствующее компетенции данного ПКК, комитет рекомендовал авторам проекта разработать научное обоснование в рамках компетенции ПКК по физике конденсированных сред или представить проект на рассмотрение другого ПКК.

Приняв к сведению отчет по завершающейся теме «Теория конденсированных сред» и предложение об открытии новой темы «Теория сложных систем и перспективных материалов», ПКК высоко оценил результаты, полученные по основным направлениям исследований и приветствовал связь выполняемых теоретических исследований с экспериментальными программами ОИЯИ, поддержал продолжение исследований в рамках новой темы и укрепление сотрудничества с экспериментальными группами ОИЯИ и стран-участ-

National Synchrotron Radiation Centre SOLARIS of the Jagiellonian University in Kraków. The PAC acknowledged that the new capability to be provided by the new laboratory would become a part of the JINR research tools, especially in terms of complementarity between existing neutron-based techniques and future X-ray methods. The PAC recommended continuing the analysis of the feasibility of the technical design and parameters required by future experiments.

The PAC was informed about the progress in the development of JINR's strategic long-range plan up to 2030 and beyond. The PAC endorsed the steps towards formation of the memberships of the subgroups for condensed matter physics and neutron physics, as well as for radiobiology and astrobiology and the work plans for 2018–2019, recommending that the subgroups provide regular information on their work at the future meetings.

The PAC took note of the report on the concluding project "Isotope identifying reflectometry at IBR-2 reactor". It was pleased to note that Isotope Identifying Reflectometry (IIR), a principally new method designed to study diffuse processes in layered nanostructures, had been successfully implemented at the IBR-2 reactor. Given the successful completion of these activities, the PAC recommended closure of the project.

The PAC considered a proposal for opening a new project "Development of a facility for measurements with test electron beams at DLNP. Linac-200". The PAC appreciated DLNP's efforts to develop new types of elementary particle detectors required for experiments at future accelerators. Nevertheless, it missed a scientific case of the project within the competency of this PAC. The PAC encouraged the authors of the proposal to elaborate a scientific case within the scope of the PAC for Condensed Matter Physics or to consider submitting their proposal to another PAC.

The PAC took note of the report on the concluding theme "Theory of Condensed Matter" and considered a proposal for the opening of a new theme "Theory of Complex Systems and Advanced Materials". The PAC highly appreciated the results obtained in the main research directions and also welcomed the interrelation between the ongoing theoretical studies and the JINR experimental programmes. The PAC supported continuation of this research under a new theme and the deepening of cooperation with the experimental groups of JINR and its Member States in order to raise it to a higher level. The PAC recommended closure of the concluding theme and opening a new one for the period 2019–2023.

The PAC took note of the report on the concluding theme "Organization, Support, and Development of JINR

ниц Института с целью поднять его на более высокий уровень. ПКК рекомендовал закрыть завершающуюся тему и открыть новую на период 2019–2023 гг.

ПКК принял к сведению отчет по завершающейся теме «Организация, обеспечение и развитие образовательной программы ОИЯИ» и рассмотрел предложение об открытии новой темы «Организация, обеспечение и развитие программы подготовки кадров в ОИЯИ». Отметив, что Учебно-научный центр осуществляет общую координацию и поддержку системы подготовки кадров и образовательных программ ОИЯИ в рамках действующей темы, в частности, для решения одной из основных задач и функций ОИЯИ — привлечения в Институт талантливой молодежи и партнерских научно-исследовательских организаций стран-участниц, ПКК рекомендовал закрыть завершающуюся тему и открыть новую на период 2019–2023 гг.

Приняв к сведению концептуальный проект исследовательского центра протонной терапии в ОИЯИ, ПКК предложил дирекции ОИЯИ разработать проект новой терапевтической установки с применением пучков протонов, которая может выступать в качестве пилотного проекта для последующего применения подобного опыта в странах-участницах ОИЯИ, а также служить в образовательных целях для подготовки специалистов в области протонной терапии.

ПКК с интересом заслушал научные доклады «90 лет комбинационному рассеянию: поверхностно-

усиленные карты микро-КАРС органических молекул», «Солитоны и автоволны в биополимерах», «Исследование структурных и динамических особенностей липидных мембран методами нейтронного и рентгеновского рассеяния», представленные Г.М. Арзуманяном, А.Н. Бугаем и Д.В. Соловьевым соответственно.

Лучшим стендовым сообщением на сессии ПКК было признано сообщение «Анализ работоспособности туннельного полевого транзистора на базе графена при наличии краевых вакансий», представленное А.А. Глебовым. ПКК также отметил высокий уровень двух других стендовых сообщений: «Роль рекристаллизации в формировании треков ионов в диэлектриках», представленное Р.А. Рымжановым, и «Исследования квазивероятностных распределений Вигнера», представленное В. Абгаряном.

49-я сессия Программно-консультативного комитета по физике частиц состоялась 18–19 июня под председательством профессора И. Церруя.

Вице-директор ОИЯИ Р.Ледницки проинформировал ПКК о резолюции 123-й сессии Ученого совета и решениях Комитета полномочных представителей государств-членов ОИЯИ.

ПКК с интересом заслушал доклады о разработке стратегического плана долгосрочного развития ОИЯИ в области физики частиц и в области физики релятивистских тяжелых ионов и спиновой физики, высоко оце-

Educational Programmes” and considered a proposal for opening a new theme “Organization, Support and Development of the JINR Human Resources Programme”. Within the current theme, the University Centre has been performing the overall coordination and support of the educational and human resource development programmes at JINR. As part of the theme, one of the main issues and functions of JINR is being implemented — attracting talented young people and partner scientific research organizations of the Member States to the Institute. The PAC recommended closure of the concluding theme and opening a new one for the period 2019–2023.

The PAC took note of the conceptual project of a Research Centre for Proton Therapy at JINR. Taking into account the real state of the Phasotron and the ongoing work on the construction, together with Chinese colleagues, of the SC202 therapeutic cyclotron, the PAC invited the JINR Directorate to elaborate the project of a new research infrastructure for therapy with proton beams which could serve also as a pilot facility for future use in the JINR Member States as well as an educational tool for training specialists in proton therapy.

The PAC heard with interest the scientific reports: “90 years of Raman effect: surface-enhanced micro-CARS mapping of organic molecules”, “Solitons and autowaves in

biopolymers”, and “Investigations of structural and dynamic features of lipid membranes using neutron and X-ray scattering methods”, presented by G. Arzumanyan, A. Bugay, and D. Soloviov, respectively.

The poster “Analysis of the working ability of a planar graphene tunnel field-effect transistor in the presence of edge vacancies” by A. Glebov was selected as the best poster at the PAC session. The PAC also noted two other high-quality posters: “Recrystallization role in ion track formation in dielectrics” by R. Rymzhanov and “Studies of Wigner quasiprobability distributions” by V. Abgaryan.

The 49th meeting of the Programme Advisory Committee for Particle Physics took place on 18–19 June 2018. It was chaired by Professor I. Tseruya.

JINR Vice-Director R. Lednický informed the PAC about the Resolution of the 123rd session of the Scientific Council and the decisions of the Committee of Plenipotentiaries of the JINR Member States.

The PAC heard with interest the reports concerning the long-range plans of JINR’s development in the area of particle physics and in the area of relativistic heavy-ion and spin physics. It highly appreciated the JINR Directorate’s efforts towards establishing priorities and shaping up the strategic plans for the future of JINR.

нив усилия дирекции ОИЯИ по установлению приоритетов и формированию стратегических перспективных планов ОИЯИ.

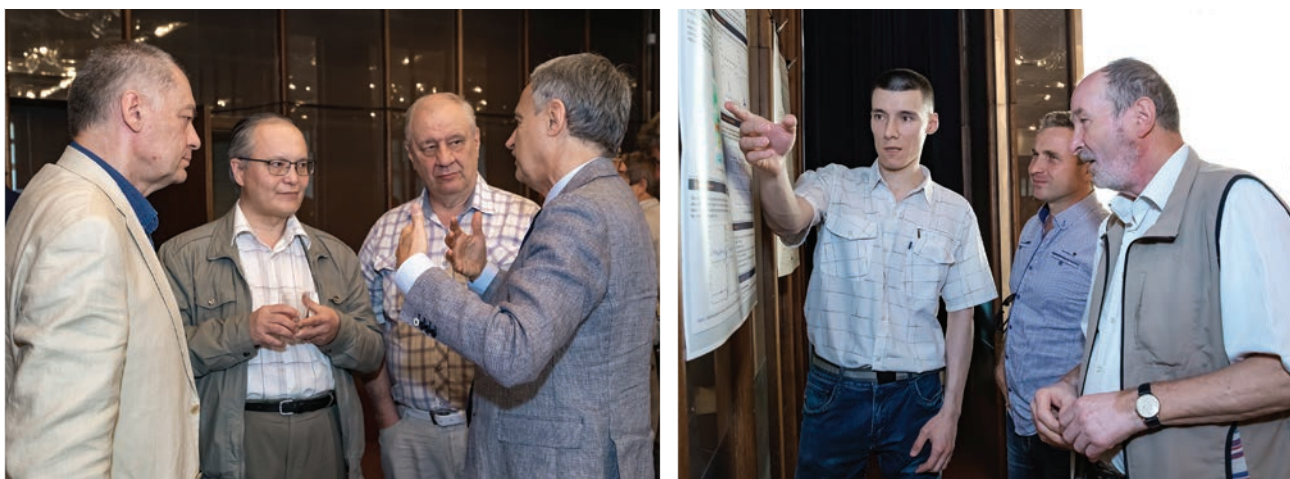
ПКК поздравил коллектив ЛФВЭ с успешным завершением 55-го сеанса на нуклотроне. В частности, ПКК отметил хорошую работу источника тяжелых ионов «Крион-6Т» и значительные улучшения структуры пучка, призвав команду ускорителя улучшить эмиттанс выведенного пучка. ПКК с удовлетворением отметил успехи в проведении строительных работ на ускорительном комплексе NICA и усилия руководства лаборатории и Института по их плановому завершению. Комитет приветствовал устойчивое развитие различных направлений этого флагманского проекта.

ПКК высоко оценил сообщение директора ЛФВЭ В.Д.Кекелидзе о первом коллаборационном совещании участников экспериментов MPD и BM@N, проведенном в ОИЯИ 11–13 апреля 2018 г. Комитет с удовлетворением отметил большой интерес междуна-

ного научного сообщества к экспериментам MPD и BM@N, о чем свидетельствует прибытие на совещание около 200 участников и большое количество новых групп, которые присоединяются к сотрудничеству. ПКК одобрил «дорожную карту» для создания структуры и управления коллаборациями MPD и BM@N.

ПКК высоко оценил предпринимаемые усилия по подготовке технических проектов для подсистем MPD, в частности для детектора FHCAL, и призвал команду MPD завершить работу над техническим проектом электромагнитного калориметра ECAL, включая результаты моделирования для недавно принятой проективной геометрии. ПКК с удовлетворением отметил улучшенную эффективность работы установки BM@N, большую статистику экспериментальных данных, полученных в недавнем сеансе на нуклотроне с пучками ядер аргона и криптона, и исследование короткодействующих корреляций в эксперименте с углеродным пучком. ПКК рекомендовал команде сосредоточиться

Дубна, 18–19 июня. 49-я сессия Программно-консультативного комитета по физике частиц



Dubna, 18–19 June. The 49th meeting of the Programme Advisory Committee for Particle Physics

The PAC congratulated the VBLHEP staff on the successful completion of Run 55 of the Nuclotron. It particularly noted the successful operation of the Krypton-6T heavy-ion source and the significant improvements in the quality of the beam structure, encouraging the accelerator team to improve on the emittance of the extracted beam. The PAC acknowledged the progress achieved in the civil construction of the NICA collider complex, the efforts of the VBLHEP and JINR managements towards its timely completion, and welcomed the steady progress in various other areas of this flagship project.

The PAC appreciated the presentation by VBLHEP Director V. Kekelidze about the First Collaboration Meeting of the MPD and BM@N Experiments, which took place at JINR on 11–13 April 2018. The PAC was pleased to note the great interest of the international scientific community in the MPD and BM@N experiments as reflected by the attendance of about 200 participants at the meeting and

by the large number of new groups that are joining the collaborations. The PAC endorsed the road map for the establishment of the structure and management teams of the MPD and BM@N collaborations.

The PAC appreciated the ongoing efforts for the preparation of the technical design reports for the MPD subsystems, in particular, for the FHCAL detector, and urged the MPD team to finalize the ECAL TDR, including results of simulation for the recently adopted projective geometry. The PAC acknowledged the improved BM@N detector performance and large statistics of experimental data collected in the recent Nuclotron run with argon and krypton beams, and in the first run with carbon beam for the short-range correlations studies. The PAC recommended that the team concentrate on the analysis of the collected data, on the completion of the detector configuration, and on the installation of the vacuum pipe through the experimental setup. The PAC heard with interest the report on

на анализе полученных данных и на завершении работ над конфигурацией детектора. ПКК с интересом заслушал отчет о первом измерении короткодействующих корреляций в ядре углерода с использованием обратной кинематики в установке BM@N, и поздравил коллаборацию с реализацией этого проекта, с нетерпением ожидая результатов физического анализа.

ПКК поздравил команду NA61 с успешной защитой трех кандидатских и двух докторских диссертаций. Вместе с тем комитет считает, что бюджет на поездки, представляющий собой большую часть запрашиваемых ресурсов, относительно высок, особенно учитывая, что в 2019 и 2020 гг. на SPS не будет сеансов. Полагая, что запрос на командировки будет значительно сокращен, ПКК рекомендовал продолжить участие ОИЯИ в эксперименте NA61 до конца 2021 г. со вторым приоритетом.

ПКК принял к сведению результаты эксперимента NA62, нацеленного на поиск и измерение очень редкого каонного распада $K^+ \rightarrow \pi^+ \nu \bar{\nu}$, высоко оценил наблюдение первого события-кандидата распада и публикацию первых результатов по поиску тяжелых нейтральных лептонов. Чтобы смягчить влияние свойств пучка (фон и интенсивность) на чувствительность эксперимента, коллаборация предпринимает ряд корректирующих мер, которые, как ожидается, сумеют все же сохранить этот уникальный эксперимент на переднем крае в данной области исследований. По этой причине ПКК реко-

мендовал продолжить участие ОИЯИ в эксперименте NA62 до конца 2021 г. с первым приоритетом.

ПКК принял к сведению отчет о проекте HyperNIS по изучению самых легких нейтроноизбыточных гиперядер и рекомендовал продолжить проект до конца 2021 г. с первым приоритетом.

ПКК принял к сведению, что в эксперименте ALPOM-2 впервые получен набор данных об азимутальных асимметриях для реакций перезарядки поляризованного нейтрона $n + \text{CH}_2 \rightarrow n + X$, а также для таких анализаторов поляризации, как углерод, сцинтиллятор (CH) и медь. ПКК посчитал эти результаты очень важными для экспериментов в JLab и рекомендовал продолжить проект APLOM-2 до конца 2021 г. с первым приоритетом.

Приняв к сведению отчет об эксперименте DSS на внутренней мишени нуклотрона, ПКК призвал коллаборацию найти финансирование для надлежащей модернизации экспериментальной установки, хорошего охвата детектором фазового пространства и рекомендовал продолжить проект DSS до конца 2021 г. с первым приоритетом.

Оценив результаты, полученные группой ОИЯИ в эксперименте STAR при изучении корреляций антипротон–антипротон и лямбда–лямбда с высокой статистикой и при анализе масштабных свойств спектров заряженных адронов, и участие ОИЯИ в модернизации детектора плоскости события, ПКК также отметил под-

the first measurement of short-range correlations in a carbon nucleus using reverse kinematics in the BM@N setup and congratulated the collaboration on the rapid implementation of this project, looking forward to the results of the physics analysis.

The PAC congratulated the JINR NA61 team on the three PhD theses and two doctoral dissertations successfully defended. However, the PAC considered that the travel budget, which represents most of the requested fund of the proposal, is relatively high, in particular, keeping in mind that there will be no run in 2019 and 2020. Assuming that the travel request will be significantly reduced, the PAC recommended continuation of JINR's participation in the NA61 experiment until the end of 2021 with second priority.

The PAC took note of the results of the NA62 experiment aimed at measuring the very rare kaon decay $K^+ \rightarrow \pi^+ \nu \bar{\nu}$. The PAC appreciated the observation of the first candidate event of $\pi^+ \nu \bar{\nu}$ decay and the publication of the first results on searches for heavy neutral leptons. However, beam properties (background and intensity) could affect the experiment sensitivity. To mitigate the impact, the collaboration is taking corrective measures that are expected to still keep this unique experiment at the forefront of its research field. Therefore, the PAC recom-

mended continuation of JINR's participation in the NA62 experiment until the end of 2021 with first priority.

The PAC took note of the report on the HyperNIS project for the study of the lightest neutron-rich hypernuclei and recommended continuation of the project until the end of 2021 with first priority.

The PAC took note that for the first time a collection of data has been obtained in the ALPOM-2 experiment on the azimuthal asymmetries for the charge-exchange polarized $n + \text{CH}_2 \rightarrow n + X$ reactions, as well as for C, CH (scintillator) and Cu polarimeter analyzers. The PAC considered these results to be very important for JLab experiments and recommended continuation of the APLOM-2 project until the end of 2021 with first priority.

The PAC took note of the report on the DSS experiment at Nuclotron's internal target. The Committee encouraged the collaboration to find funding for an appropriate upgrade of their experimental setup in order to increase the available phase space and recommended continuation of the DSS project until the end of 2021 with first priority.

The PAC appreciated the results obtained by the JINR group in the STAR experiment on the study of antiproton–antiproton and Lambda–Lambda correlations performed with high statistics, the analysis of scaling properties of the charged hadrons spectra, and the team's participa-

готовку к «фазе II сканирования энергии пучка». ПКК призвал коллектив поделиться своим опытом с командой MPD и рекомендовал продолжить участие ОИЯИ в эксперименте STAR до конца 2021 г. с первым приоритетом.

ПКК принял к сведению отчет об эксперименте HADES в GSI/FAIR, сфокусированном на точной спектроскопии e^+e^- -пар, возникающих в реакциях, вызываемых протонами, пионами и тяжелыми ионами в диапазоне кинетических энергий пучка 1–3,5 ГэВ. Комитет призвал команду ОИЯИ перенести свое внимание на измерения дилептонов в NICA и рекомендовал продолжить участие ОИЯИ в эксперименте HADES до конца 2021 г. со вторым приоритетом.

Приняв к сведению отчет о реализации проекта «Прецизионная лазерная метрология для ускорителей и детекторных комплексов», ПКК посчитал, что группа должна реализовать свой опыт в проекте NICA, и рекомендовал продолжить этот проект до конца 2021 г. со вторым приоритетом.

ПКК с интересом заслушал предложение по открытию нового проекта «ARIEL: физика на будущих e^+e^- -коллайдерах». Считая, что теоретические расчеты, выполненные в рамках проекта, могут быть полезны для любого будущего электрон-позитронного коллайдера, ПКК отметил имеющиеся серьезные проблемы: неопределенность в выборе будущей машины (машин) за пределами HL-LHC; ограниченные возмож-

ности CLIC для изучения бозона Хиггса; жесткую международную конкуренцию по предлагаемым исследованиям, которая может повлиять на ожидаемый результат этой работы. ПКК рекомендовал утвердить этот проект до конца 2021 г. с третьим приоритетом.

ПКК принял к сведению предложение о продолжении темы «Дубненская международная школа современной теоретической физики» (DIAS-TH) и высоко оценил деятельность, направленную на образование молодых ученых и студентов, а также регулярную организацию специальных курсов, лекций, семинаров и школ. ПКК рекомендовал продолжить деятельность DIAS-TH в рамках этой темы до конца 2023 г. с первым приоритетом.

ПКК принял к сведению предложения об открытии двух новых тем: «Фундаментальные взаимодействия полей и частиц» и «Современная математическая физика: гравитация, суперсимметрия и струны» до конца 2023 г. Учитывая высокую научную продуктивность участвующих групп и обоснованные планы будущих исследований, ПКК рекомендовал утвердить новые темы с первым приоритетом.

ПКК рассмотрел стендовые сообщения по проблемам физики частиц, подготовленные молодыми учеными ЛИТ, ЛТФ, ЛФВЭ, ЛЯП, и выбрал презентацию «Устойчиво ли третье семейство компактных звезд к адронным структурам в смешанной фазе?»

tion in the event plane detector upgrade. The Committee also noted the preparations for the “Beam Energy Scan Phase II”. It encouraged the team to share its experience with the MPD team and recommended continuation of JINR’s participation in the STAR experiment until the end of 2021 with first priority.

The PAC took note of the report on the HADES experiment at GSI/FAIR focused on the precise spectroscopy of e^+e^- pairs produced in proton, pion and heavy-ion induced reactions in the beam kinetic energy range of 1–3.5 GeV. The PAC encouraged the JINR team to shift its focus to the measurement of dileptons at NICA and recommended continuation of JINR’s participation in the HADES experiment until the end of 2021 with second priority.

The PAC took note of the report on implementation of the project “Precision laser metrology for accelerators and detector complexes” and considered that the group should implement its expertise in the NICA project. The PAC recommended continuation of this project until the end of 2021 with second priority.

The PAC heard with interest the proposal of a new project entitled “ARIEL: Physics at future e^+e^- colliders”. Although theoretical calculations performed within the project could be useful for any future electron–positron collider, there are serious points of concern: uncertainties on the

choice of the future machine(s) beyond the HL-LHC; limited capacity of the CLIC to address Higgs studies; a harsh international competition on the proposed studies which would affect the expected impact of this research. The PAC recommended approval of this project until the end of 2021 with third priority.

The PAC took note of the proposal to continue the theme “Dubna International Advanced School of Theoretical Physics” (DIAS-TH). The PAC appreciated the activities focused on the education of young scientists and students and the regular organization of dedicated training courses, lectures, workshops and schools, and recommended continuation of the DIAS-TH activities within this theme until the end of 2023 with first priority.

The PAC took note on the proposals to open two new themes: “Fundamental Interactions of Fields and Particles” and “Modern Mathematical Physics: Gravity, Supersymmetry and Strings” until the end of 2023. Given the high quality of the scientific productivity of the groups and the sound plans for future research, the PAC recommended approval of the themes with first priority.

The PAC reviewed the poster presentations in particle physics by young scientists from DLNP, LIT, BLTP and VBLHEP. It selected the poster “How robust is a third family of compact stars against pasta phase effects?” presented

А. С. Айрияна для доклада на сессии Ученого совета в сентябре 2018 г.

48-я сессия Программно-консультативного комитета по ядерной физике состоялась 20–21 июня под председательством профессора М. Левитовича.

М. Левитович представил новых членов ПКК А. Мая и В. В. Несвижевского, а также сделал краткое сообщение о выполнении рекомендаций предыдущей сессии. Вице-директор ОИЯИ М. Г. Иткис проинформировал ПКК о резолюции 123-й сессии Ученого совета (февраль 2018 г.) и решениях Комитета полномочных представителей государств-членов ОИЯИ (март 2018 г.).

Программно-консультативные комитеты по физике частиц и по ядерной физике предложили провести совместное заседание по физике нейтрино и темной материи, которое запланировано на 22 января 2019 г. Повестка дня будет подготовлена председателями обоих ПКК в тесном сотрудничестве с дирекцией ОИЯИ.

ПКК принял к сведению отчет о результатах работ, проводимых в рамках темы «Совершенствование фазотрона ЛЯП (ОИЯИ) и разработка циклотронов для физических и прикладных исследований», сфокусированных на разработке и совершенствовании циклотронов, используемых в адронной терапии. В настоящее время фазотрон работает в основном на медицинские исследования, однако в течение нескольких лет запланирован его вывод из эксплуатации из-за больших рас-

ходов на эксплуатацию и обслуживающий персонал. Фазотрон планируется заменить на сверхпроводящий изохронный циклотрон SC202, который разработан в сотрудничестве ОИЯИ с Институтом физики плазмы Китайской академии наук в г. Хэфэй. ПКК рекомендовал продлить тему «Совершенствование фазотрона ЛЯП и разработка циклотронов для физических и прикладных исследований» до конца 2019 г. и ожидает, что в следующем году будет готов новый проект, нацеленный на своевременную реализацию компактного циклотрона SC202.

Приняв к сведению информацию по завершающейся теме «Организация, обеспечение и развитие образовательной программы ОИЯИ» и по открытию новой темы «Организация, обеспечение и развитие программы подготовки кадров в ОИЯИ», ПКК отметил результаты, достигнутые УНЦ по подготовке научных и инженерных кадров для реализации масштабных проектов как на базе лабораторий Института, так и в научно-исследовательских центрах государств-членов ОИЯИ. Было особо отмечено успешное проведение Летней студенческой программы ОИЯИ, обеспечивающей стабильный приток заинтересованной молодежи на практику в Институт. ПКК по ядерной физике поддержал рекомендации 48-й сессии ПКК по физике конденсированных сред (14–15 июня 2018 г.) по открытию новой темы «Организация, обеспечение и развитие программы подготовки кадров в ОИЯИ».

by A. Ayriyan to be reported at the session of the Scientific Council in September 2018.

The 48th meeting of the Programme Advisory Committee for Nuclear Physics was held on 20–21 June. It was chaired by Professor M. Lewitowicz.

M. Lewitowicz introduced the new members of the PAC, A. Maj and V. Nesvizhevsky, and presented an overview of the implementation of the recommendations taken at the previous meeting. JINR Vice-Director M. Itkis informed the PAC about the Resolution of the 123rd session of the Scientific Council (February 2018) and the decisions of the Committee of Plenipotentiaries of the JINR Member States (March 2018).

The PAC for Particle Physics and the PAC for Nuclear Physics suggested organizing a joint session on neutrino physics and dark matter research, which is scheduled for 22 January 2019. The agenda will be prepared by the Chairmen of both PACs in close collaboration with the JINR Directorate.

The PAC took note of the report on the results of activities within the theme “Improvement of the JINR Phasotron and Design of Cyclotrons for Fundamental and Applied Research” focused on the development and improvement of accelerators for hadron therapy applications. Now the

Phasotron still operates mainly for medical research, but should be phased out and replaced within a few years due to its enormous cost in manpower and resources. The plan is to replace it by a superconducting isochronous cyclotron SC202 that has been jointly developed by JINR and the Institute of Plasma Physics of the Chinese Academy of Sciences in Hefei. The PAC recommended extension of the theme “Improvement of the JINR Phasotron and Design of Cyclotrons for Fundamental and Applied Research” until the end of 2019 and expects a new complete project to be ready next year, focused on the timely realization of the SC202 compact cyclotron.

The PAC took note of the information on the concluding theme “Organization, Support, and Development of the JINR Educational Programme” and on the opening of a new theme “Organization, Support, and Development of the JINR Human Resources Programme”. The PAC appreciated the results achieved by the UC in addressing issues of training scientific and engineering personnel in order to implement large-scale projects both on the basis of the JINR Laboratories and in research centres of the Member States. The PAC recognized the successful implementation of the JINR Summer Student Programme, which ensures a stable number of interested young people coming to the summer practical courses at JINR. The PAC

ПКК заслушал доклад о статусе и системе обеспечения качества работ по сооружению циклотрона ДЦ-280, который является центральной частью фабрики сверхтяжелых элементов (СТЭ). Начало комплексных пусконаладочных работ ускорителя ДЦ-280 с пучком ионов намечено на сентябрь 2018 г., а проведение первых тестовых экспериментов и ввод в эксплуатацию запланированы на конец 2018 г. ПКК рекомендовал дирекции ОИЯИ и ЛЯР сконцентрировать ресурсы для своевременного завершения строительства, лицензи-

рования и ввода в эксплуатацию фабрики СТЭ в 2018 г. ПКК предложил дирекции ЛЯР использовать систему обеспечения качества, разработанную в ЛЯР, во время работ по пуску, наладке и вводу в эксплуатацию основных систем фабрики СТЭ, а также рекомендовал сосредоточить усилия на подготовке первых экспериментов и представить доклад о запланированной научной программе на следующем заседании ПКК.

Заслушав доклад о первых экспериментах, выполненных на новом фрагмент-сепараторе ACCULINNA-2,

Сергиев Посад, 21 июня. Участники 48-й сессии Программно-консультативного комитета по ядерной физике на экскурсии в Свято-Троицкой Сергиевой Лавре



Sergiev Posad, 21 June. The participants of the 48th meeting of the JINR Programme Advisory Committee for Nuclear Physics on an excursion to the Holy Trinity – St. Sergius Lavra

supported the recommendations of the 48th meeting of the PAC for Condensed Matter Physics (14–15 June 2018) on the opening of the new theme “Organization, Support, and Development of the JINR Human Resources Programme”.

The PAC heard a report on the status and quality assurance of the DC-280 cyclotron which is the central part of the Factory of Superheavy Elements (SHE). The start of the complex launching of the DC-280 accelerator with ion beams is scheduled for September 2018. The commissioning of DC-280 and first test experiments are planned for the end of 2018. The PAC recommended that the JINR and FLNR Directorates put all necessary efforts to allow for the timely completion of the construction, licensing, and commissioning of the SHE Factory in 2018. The PAC rec-

ommended that the quality assurance system devised at FLNR be used during launching and tuning work and the commissioning of the main systems of the SHE Factory, and that the FLNR Directorate focus on the preparation of day-one experiments and make a presentation on the planned scientific programme at the next PAC meeting.

The PAC heard a report on first experiments carried out at the new ACCULINNA-2 fragment separator and endorsed the first experiment on the ACCULINNA-2 fragment separator aimed at studying the properties of ^7H in the $^8\text{He}(d,^3\text{He})^7\text{H}$ reaction.

The PAC heard a report on the construction of the MAVR high-resolution magnetic analyzer based on the MSP-144 magnet with stepped poles. To increase the sol-

ПКК одобрил проведение первоочередного эксперимента по изучению свойств ${}^7\text{H}$ в реакции ${}^8\text{He}(d,{}^3\text{He}){}^7\text{H}$ на этой установке.

ПКК заслушал доклад о создании магнитного анализатора высокого разрешения (MAVR), который включает в себя магнит со ступенчатыми полюсами МСП-144. Для увеличения телесного угла магнитооптической системы анализатора MAVR перед магнитом МСП-144 устанавливается дублет квадрупольных линз. В настоящее время завершаются монтажные работы систем анализатора и трассировки пучков ионов в экспериментальном зале У-400. Анализатор MAVR позволит физикам ЛЯР с большей эффективностью и высоким разрешением по энергии проводить анализ продуктов ядерных реакций со стабильными и радиоактивными пучками и исследовать структуру экзотических ядер в разных областях масс. ПКК рекомендовал в ближайшее время завершить испытание всех его систем и провести эксперимент на пучке, чтобы проверить, достигнуты ли проектные параметры.

ПКК с интересом заслушал доклад «Суперкомпьютер "Говорун" — новые перспективы для гетерогенных вычислений в ядерной физике» и отметил существенный прогресс в развитии высокопроизводительного вычислительного компонента Многофункционального центра хранения обработки и анализа данных ОИЯИ. ПКК поддержал усилия ЛИТ по разработке суперкомпьютера «Говорун» как одного из важнейших инстру-

ментов для дальнейшего развития экспериментальной и теоретической физики в ОИЯИ и странах-участницах.

На заседании были заслушаны научные доклады «Современный уровень развития и перспективы нейтронно-активационного анализа на реакторе ИБР-2», «Исследование приповерхностных слоев твердых тел с помощью пучков заряженных частиц на электростатическом генераторе ЭГ-5» и «Проявление квазиделения в реакциях с тяжелыми ионами», представленные М.В. Фронтасьевой, А.П. Кобзевым и А.К. Насировым соответственно.

ПКК ознакомился с представлением новых результатов и проектами молодых ученых в области ядерной физики. Были отмечены лучшие стендовые сообщения: «Слияние-деление и квазиделение в реакции ${}^{32}\text{S} + {}^{197}\text{Au}$ при энергии вблизи кулоновского барьера», представленное Ю.М. Харкой, «Спектроскопия изотопов трансфермиевых элементов в Дубне: состояние и перспективы», представленное А.А. Кузнецовой, и «Ориентация статически деформированных ядер в реакциях многонуклонных передач», представленное В.В. Сайко. Доклад «Слияние-деление и квазиделение в реакции ${}^{32}\text{S} + {}^{197}\text{Au}$ при энергии вблизи кулоновского барьера» был рекомендован для представления на сессии Ученого совета в сентябре 2018 г.

id angle of the MAVR magnetic-optical system, a doublet of quadrupole lenses is installed in front of the MSP-144 magnet. Now the installation work for the analyzer and ion beam tracing systems is being completed in the U-400 experimental hall. MAVR will allow FLNR physicists to detect products of nuclear reactions with stable and radioactivity beams with better energy resolution, in order to study the structure of exotic nuclei in different mass regions. The PAC recommended completing integration of all its systems and suggests performing the in-beam commissioning experiment to verify whether the projected performance is achieved.

The PAC heard with interest the report "Supercomputer "Govorun" — new prospects for heterogeneous computations in nuclear physics" and noted the substantial progress in developing the high-performance computing component of the multifunctional centre for storage, processing and analysis of data at JINR. The PAC supported LIT's efforts to develop the supercomputer "Govorun" as one of the essential tools for a further fast development of experimental and theoretical physics at JINR and its Member States.

The PAC heard the following scientific reports: "State-of-the-art and future prospects of neutron activation analysis at the IBR-2 reactor", "Investigation of subsurface layers of solids with the help of charged particle beams accelerat-

ed at the EG-5 electrostatic generator", and "Appearance of quasi-fission in reactions of heavy-ion collisions" presented by M. Frontasyeva, A. Kobzev and A. Nasirov, respectively.

The PAC reviewed the presentations of new results and proposals by young scientists in the field of nuclear physics research. The best posters selected were "The fusion-fission and quasi-fission in the near-barrier reaction of ${}^{32}\text{S} + {}^{197}\text{Au}$ " presented by I. Harca, "Spectroscopy of the isotopes of transfermium elements in Dubna: present status and perspectives" presented by A. Kuznetsova, and "Orientation of statically deformed heavy nuclei in multinucleon transfer reactions" presented by V. Saiko. The poster "The fusion-fission and quasi-fission in the near-barrier reaction of ${}^{32}\text{S} + {}^{197}\text{Au}$ " was recommended for presentation at the session of the Scientific Council in September 2018.

16 мая НИЯУ МИФИ посетили научный руководитель ЛЯР ОИЯИ академик Ю. Ц. Оганесян, начальник сектора ЛЯР профессор Ю. Э. Пенионжкевич, директор УНЦ С. З. Пакуляк, ректор университета «Дубна» Д. В. Фурсаев.

Обсуждались вопросы подготовки технических кадров для мегапроектов ОИЯИ. В частности, говорилось о необходимости усиления инженерной подготовки выпускников дубненского университета и о создании в нем инженерной школы. Стороны договорились вести работу по расширению традиционного сотрудничества НИЯУ МИФИ с ОИЯИ и с университетом «Дубна» в сфере инженерной подготовки студентов.

В заключение встречи ректор МИФИ М. Н. Стриханов вручил выдающемуся выпускнику МИФИ академику Ю. Ц. Оганесяну орден «За заслуги перед МИФИ».

18 мая ОИЯИ посетили члены Генеральной ассамблеи Европейского консорциума по физике частиц в астрофизике (APPEC) С. Лёрэ (CEA Saclay, IRFU, Франция) и Ф. Моля (DESY, Гамбург, Германия). Заседание Генеральной ассамблеи APPEC, на котором ОИЯИ представлял вице-директор Б. Ю. Шарков, состоялось 17 мая в МГУ им. М. В. Ломоносова.

Гости из APPEC познакомились с основными проектами ОИЯИ, посетили лаборатории ней-

Дубна, 18 мая. Визит в ОИЯИ членов Генеральной ассамблеи Европейского консорциума по физике частиц в астрофизике С. Лёрэ (CEA Saclay, IRFU, Франция) и Ф. Моля (DESY, Гамбург, Германия)



Dubna, 18 May. Members of the General Assembly of the Astroparticle Physics European Consortium S. Leray (CEA Saclay, IRFU, France) and F. Moglia (DESY, Hamburg, Germany) on a visit to JINR

On 16 May, FLNR Scientific Leader Academician Yu. Oganessian, Head of the FLNR Sector Professor Yu. Penionzhkevich, Director of the JINR University Centre S. Pakuliak and Rector of State University “Dubna” D. Fursaev visited the NRNU MEPHl.

Topical issues concerning training of technical personnel for JINR mega-projects were discussed, in particular, the need to strengthen training of State University “Dubna” graduates in engineering sciences as well as establishing of a school of engineering at the University. The parties agreed to work on expanding the traditional cooperation between MEPHl, JINR and State University “Dubna” in the fields of engineering training of students.

In conclusion, MEPHl Rector M. Strikhanov presented the order “For Merits for MEPHl” to the outstanding graduate of his alma mater Academician Yu. Ts. Oganessian.

Members of the General Assembly of the Astroparticle Physics European Consortium (APPEC) S. Leray (CEA Saclay, IRFU, France) and F. Moglia (DESY, Hamburg, Germany) visited the Joint Institute for Nuclear Research **on 18 May**. The meeting of the APPEC General Assembly was held on 17 May, at Moscow State University. JINR Vice-Director B. Sharikov represented JINR at the meeting.



Дубна, 18 мая. Делегация Филиппинского института ядерных исследований на приеме в дирекции ОИЯИ

Dubna, 18 May. A delegation of the Philippine Nuclear Research Institute (PNRI) in the JINR Directorate

The guests from APPEC got acquainted with the main projects of JINR, visited the Frank Laboratory of Neutron Physics, the Flerov Laboratory of Nuclear Reactions, and the Veksler and Baldin Laboratory of High Energy Physics. The presentation “Applications and societal benefits of nuclear physics” was held by S.Leray at FLNR. She reported on the latest advances, particularly, in the fields of nuclear energy, health care, nuclear safety, space, environment and material science.

At the JINR Directorate, the guests were welcomed by JINR Vice-Director B.Sharkov, Deputy Head of the JINR Finance and Economy Office M.Vasiliev, Head of the JINR International Cooperation Department D.Kamanin, and Deputy Head of the Department A.Kotova. The participants of the meeting discussed possible ways of further cooperation development, in particular, the possibility of including one of the JINR flagship projects Baikal-GVD in the roadmap of the European Strategy Forum on Research Infrastructures (ESFRI). The guests noted that the Baikal-GVD project had already attracted attention of APPEC. According to the participants of the meeting, planned joint steps will serve for wider spread of information about research and opportunities of JINR in European countries.

On 18 May, a delegation from the Philippine Nuclear Research Institute (PNRI) came for a one-day visit to Dubna to get acquainted with JINR and estab-

lish scientific contacts with the aim of further cooperation. The delegation was represented by PNRI Director Carlo A.Arcilla, Chief of the PNRI Atomic Research Division Lucille V.Abad, Chief of the PNRI Technology Diffusion Division Ana Elena L.Conjares as well as President of the MARDAS Corporation D.Ranile. The delegation was accompanied by representatives of the State Atomic Energy Corporation ROSATOM.

At the JINR Directorate, the guests were welcomed by JINR Vice-Director M.Itkis, Head of the JINR International Cooperation Department D.Kamanin, and Deputy Head of the Department A.Kotova. The guests were informed about JINR, major objects of its scientific infrastructure and fields of research.

Head of the Philippine delegation noted in his turn that the main field of PNRI activities is applied research. Nowadays, the Republic of the Philippines is committed to active development of nuclear power in the country as well as development of its own scientific base. In this respect, the Philippine party expressed great interest in JINR educational programmes aimed at training of highly qualified specialists.

The Philippine delegation visited the Frank Laboratory of Neutron Physics where the guests were shown the IBR-2 reactor and the IREN facility. The delegation also visited the Flerov Laboratory of Nuclear Reactions where the guests were shown the research carried out at the Laboratory and the accelerator complex of the Laboratory. The visit to the JINR Laboratories was concluded in the Veksler and

тронной физики, ядерных реакций и физики высоких энергий. С.Лёрэ выступила на общеинститутском семинаре в ЛЯР с презентацией на тему «Практическое применение и социальные выгоды ядерной физики», в которой были охвачены такие сферы, как ядерная энергетика, здравоохранение, безопасность, космос, окружающая среда и материаловедение.

На встрече в дирекции ОИЯИ с участием вице-директора Б.Ю.Шаркова, заместителя руководителя Финансово-экономического управления М.П.Васильева, начальника отдела международных связей (ОМС) Д.В.Каманина, заместителя начальника ОМС А.А.Котовой были рассмотрены перспективы развития сотрудничества, в частности, возможность включения одного из флагманских проектов ОИЯИ «Байкал-GVD» в дорожную карту Европейского стратегического форума по исследовательским инфраструктурам (ESFRI). Гости отметили, что этот проект уже привлек внимание APPEC и, по мнению членов организации, он представляет большой научный интерес. Участники встречи констатировали, что намеченные совместные шаги послужат более широкому распространению информации о научных исследованиях и возможностях ОИЯИ в европейских странах.

18 мая с однодневным ознакомительным визитом ОИЯИ посетила делегация Филиппинского института ядерных исследований (ФИЯИ) для установления научных контактов и развития сотрудничества. В состав делегации входили директор ФИЯИ Карло А. Арчилья, глава отдела ядерных исследований Л.В.Абад, глава отдела технологических процессов А.Е.Л.Конджарес, а также президент «MARDAS Corporation» Д.Э.Раниль. Делегацию сопровождали представители госкорпорации «Росатом».

В дирекции гостей приветствовали вице-директор М.Г.Иткис, начальник отдела международных связей Д.В.Каманин и заместитель начальника ОМС А.А.Котова. Гостям была представлена обзорная информация об ОИЯИ, основных объектах его научной инфраструктуры и направлениях исследований.

Глава филиппинской делегации сообщил, что основная направленность руководимого им института — прикладные исследования. В настоящее время Республика Филиппины нацелена на активное развитие атомной энергетики, создание собственной научной базы в этой области. Поэтому гости выразили большую заинтересованность в образовательных программах ОИЯИ с целью подготовки высококвалифицированных кадров.

Baldin Laboratory of High Energy Physics where the Synchrotron, the Nuclotron superconducting accelerator, as well as the Factory of superconducting magnets were shown to the guests.

On 5 June, the opening ceremony of a modernized jogging track, a bicycle rental and renovated gym of the JINR Stadium “Nauka” was held. JINR Director V.Matveev, Head of the city M.Danilov, Chairman of the Dubna Council of Deputies S.Kulikov, and other participants of the ceremony took part in it and were greeted in the gym by young participants of the section of rhythmic gymnastics, and basketball players held a demonstrative training session.

V.Matveev thanked all those involved in the upgrade of the sport facilities and the city administration. Then a football match between the teams of JINR and the town of Pavlovichi was held at the stadium.

The first meeting of the JINR Public Council of a new convocation was held **on 8 June**. This time participants of the meeting discussed renovation of the Mendeleev embankment and upgrading of areas around the JINR sites, as well as development of the Dubna urban complex. Head of the Social Infrastructure Ma-

agement Office A.Tamonov directed the first meeting of the Council of a new convocation. He presented the main speakers of the meeting, namely, Head of the City of Dubna M.Danilov, Chief Architect of the BRT RUS architectural bureau D.Dridze, and Deputy Head of the City of Dubna N.Smirnov.

JINR Director Academician V.Matveev in his opening speech reminded the audience that the JINR Public Council under the JINR Directorate was established for providing comfortable conditions for the Institute's activities, alignment of interests between JINR, its staff members, their families and the local self-governing authorities.

D.Dridze introduced the audience to the concept of renovation of the Mendeleev embankment. She paid special attention to the fact that the authors of the project proposals tried to preserve the style, aesthetics and the atmosphere of this place, its unique face. The same issue was discussed in the comments on the report made by E.Tagirov, P.Nomokonov, A.Sumbaev, B.Shestov, D.Dryablov, O.Koval, S.Kulikov, E.Uglov, O.Kulikov, Yu.Sharapova, I.Vyazemsky and other members of the Council and participants of the open meeting. The Council supported the urgency of the

Филиппинская делегация посетила реактор ИБР-2 и установку ИРЕН в ЛНФ. В ЛЯР гости были ознакомлены с проводимыми исследованиями, ускорительным комплексом и достижениями ОИЯИ в области синтеза сверхтяжелых элементов. В ЛФВЭ гости посетили синхрофазотрон и нуклотрон, побывали на фабрике сверхпроводящих магнитов.

5 июня на стадионе ОИЯИ «Наука» состоялось торжественное открытие модернизированной беговой дорожки, велопроката и обновленного спортивного корпуса. В нем приняли участие директор ОИЯИ В. А. Матвеев, глава города М. Н. Данилов, председатель городского совета депутатов С. А. Куликов. В спортзале состоялось выступление секции художественной гимнастики и показательная тренировка баскетболистов.

Выступая в обновленном спортзале, В. А. Матвеев поблагодарил всех занимавшихся модернизацией спортсооружений коллег, руководство города. Затем на стадионе состоялся футбольный матч между командами ОИЯИ и городского поселения Павловичи.

8 июня в Доме ученых ОИЯИ состоялось первое заседание Общественного совета в обновленном составе. Участники заседания обсудили благоустройство набережной им. Д. И. Менделеева,

благоустройство территорий вокруг объектов ОИЯИ, а также развитие градостроительного комплекса Дубны. Заседание совета вел руководитель Управления социальной инфраструктуры Института А. В. Тамонов. Он представил основных докладчиков — главу города М. Н. Данилова, главного архитектора ООО «БРТ РУС» Д. Б. Дридзе, заместителя главы администрации Дубны Н. А. Смирнова.

В кратком вступительном слове директор ОИЯИ академик В. А. Матвеев напомнил собравшимся, что Общественный совет при дирекции ОИЯИ был организован в целях создания благоприятных условий для официальной деятельности Института, согласования интересов Института, его сотрудников и членов их семей с органами местного самоуправления Дубны.

По словам Д. Б. Дридзе, авторы проектных предложений по благоустройству набережной и созданию на правом берегу Волги Центрального городского парка старались сохранить стиль, эстетику и дух этого места, его неповторимое лицо. С комментариями к докладу выступили Э. А. Тагиров, П. П. Номоконов, А. П. Сумбаев, Б. В. Шестов, Д. К. Дряблов, О. А. Коваль, С. А. Куликов, Е. Д. Углов, О. Куликов, Ю. Э. Шаропова, И. А. Вяземский и др. Совет поддержал необходимость благоустройства набереж-

upgrading of the Mendeleev embankment and the territory of the neighbouring park.

N. Smirnov presented plans for development of the urban complex of Dubna to the audience. His report contained basic data on successful and problematic objects of urban construction and on development of urban infrastructure. This part of the agenda also provoked a lively discussion.

In the section “Miscellaneous” N. Teryaeva presented her project made together with L. Orelovich to organize a memorial complex at the hotel “Dubna” dedicated to the outstanding poets Andrej Voznesensky and Vladimir Vysotsky for whom Dubna was a special place. The proposal was greeted with warm approval.

On 15 June, a JINR delegation headed by JINR Director Academician V. Matveev visited the Republic of Uzbekistan at the invitation of President of the Academy of Sciences of Uzbekistan Academician B. Juldashiev.

During the meeting with State Counsellor of President of the Republic of Uzbekistan R. Kasymov issues of cooperation between scientific and educational centres of Uzbekistan as well as restoration of full membership of Uzbekistan at JINR were discussed.

The ways of joint actions on the discussed issues were outlined. The delegation from JINR visited the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, the Institute of Nuclear Physics of ASRU where meetings and fruitful discussions were held on cooperation of scientists from JINR and Uzbekistan. In particular, issues of preparation of the 20th International Conference of the CMS RDMS collaboration were discussed that will take place in Tashkent and Samarkand in September. The conference is jointly organized by JINR, CERN and the Academy of Sciences of Uzbekistan. At the end of the visit, the sides exchanged opinions and outlined plans for deepening and updating programmes of scientific, technical and educational cooperation between JINR and Uzbekistan.

The JINR delegation visited the unique scientific complex “Solntse” (lit. “the Sun”) located in the Tian Shan mountains at the height of 1050 m. Thanks to solar energy obtained during the day, controlled temperature up to 3000 °C can be achieved for research in the fields of applied sciences and for the needs of industry and social spheres.

ной им. Д. И. Менделеева и прилегающего к ней парка.

Н. А. Смирнов познакомил участников заседания с планами развития градостроительного комплекса Дубны, привел основные данные об успешных и проблемных строительных объектах городского строительства, о развитии городской инфраструктуры, что также вызвало оживленное обсуждение.

В разделе «Разное» Н. Ю. Теряева представила совместный с Л. Н. Орелович проект создания в гостинице «Дубна» мемориального комплекса, посвященного выдающимся поэтам Андрею Вознесенскому и Владимиру Высоцкому, в жизни которых Дубна сыграла существенную роль. Предложение было положительно встречено участниками заседания.

15 июня делегация ОИЯИ во главе с директором Института академиком В. А. Матвеевым посетила Республику Узбекистан по приглашению президента Академии наук Узбекистана академика Б. С. Юлдашева.

В ходе встречи с государственным советником Президента Республики Узбекистан Р. С. Касымовым обсуждались вопросы сотрудничества с научными

и образовательными центрами Узбекистана, а также восстановления полноправного членства Республики Узбекистан в ОИЯИ, были намечены пути совместных действий. Делегация ОИЯИ посетила Академию наук Республики Узбекистан, Институт ядерной физики АН РУз, где прошли встречи и плодотворные обсуждения сотрудничества между учеными ОИЯИ и Узбекистана, в частности, вопросов подготовки 20-й международной конференции коллаборации CMS RDMS, организуемой совместно ОИЯИ, ЦЕРН и Академией наук Узбекистана, которая пройдет в Ташкенте и Самарканде в сентябре. По итогам визита состоялся обмен мнениями и были намечены планы по углублению и обновлению программ научно-технического и образовательного сотрудничества между ОИЯИ и Республикой Узбекистан.

Делегация ОИЯИ побывала в уникальном научном комплексе «Солнце», расположенном в горах Тянь-Шаня на высоте 1050 м. С помощью солнечной энергии в течение дня в этой «солнечной печи» может создаваться контролируемая температура до 3000 °С для исследований в области прикладных наук и использования для нужд промышленности и в социальных сферах.



Лаборатория физики высоких энергий им. В. И. Векслера и А. М. Балдина, 7–8 июня. Совещание международного экспертного комитета ОИЯИ по проекту ускорительного комплекса NICA

The Veksler and Baldin Laboratory of High Energy Physics, 7–8 June. The meeting of the Machine Advisory Committee for the NICA project at JINR

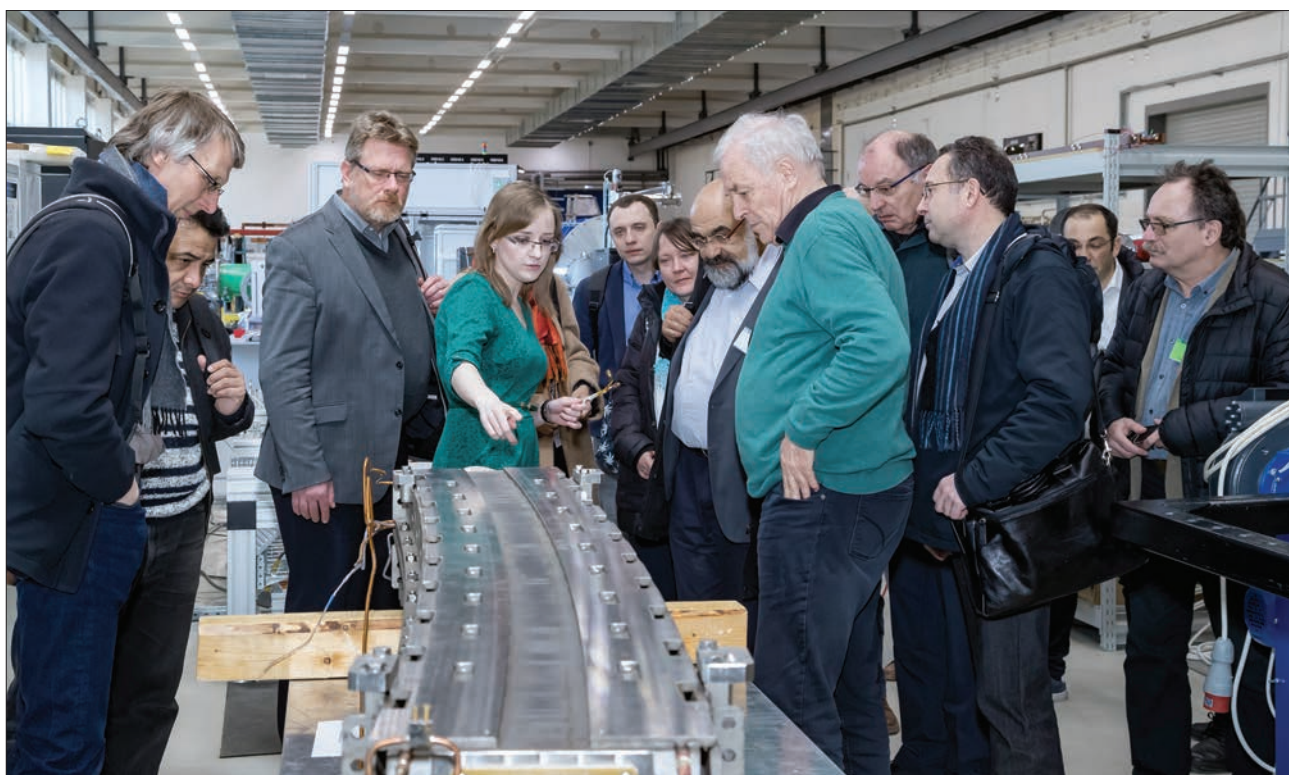
11–13 апреля в ОИЯИ проходило первое коллаборационное совещание по экспериментам MPD и BM@N на установке NICA. В мероприятии приняли участие представители более 40 научных центров из 19 стран мира — директора научных центров, руководители лабораторий, ведущие теоретики мира. В ходе совещания участники были ознакомлены с ходом работ, планами реализации мегапроекта NICA и обсудили возможности объединения усилий и ресурсов.

Открывая совещание, директор ОИЯИ академик В. А. Матвеев отметил огромную заинтересованность в новых идеях и новых подходах для реализации проекта NICA.

Вице-директор ОИЯИ, директор ЛФВЭ В. Д. Кекелидзе также подчеркнул важность интеллектуального ресурса в решении поставленных задач. В двух экспериментах, BM@N и MPD, которые уже реализуются с участием международного сообщества, предоставляется самый широкий спектр исследовательских возможностей.

Лаборатория физики высоких энергий им. В. И. Векслера и А. М. Балдина, 12 апреля.

Участники первого коллаборационного совещания по экспериментам MPD и BM@N на экскурсии в лаборатории



The Veksler and Baldin Laboratory of High Energy Physics, 12 April. Participants of the first collaboration meeting of the MPD and BM@N experiments on an excursion around the laboratory

On 11–13 April, the first collaboration meeting of the MPD and BM@N experiments at the NICA facility was held at JINR. Representatives of more than 40 scientific centres from 19 countries participated in the event. The participants were acquainted with the progress and plans on implementation of the NICA mega-science project as well as discussed possibilities of joining efforts and resources.

The meeting was opened by JINR Director Academician V. Matveev who marked tremendous

interest in new ideas and new approaches to implement the NICA project.

JINR Vice-Director, VBLHEP Director V. Kekelidze also stressed the importance of intellectual resources in tackling the tasks. Two experiments, BM@N and MPD, are being already implemented with participation of the international community and provide a widest range of research opportunities.

The event showed once more growing interest of the international scientific community in the re-

Совещание явилось очередным доказательством растущего интереса международного научного сообщества к исследованиям на комплексе NICA, о чем свидетельствует прибытие на него около 200 участников и большое количество новых групп, которые присоединяются к сотрудничеству.

Помимо пленарных заседаний в ходе совещания были организованы экскурсии на строительную площадку NICA, на фабрику сверхпроводящих магнитов, в детекторные лаборатории.

В результате обсуждений и дискуссий были выработаны уставы коллабораций MPD и BM@N, которые поддержали 29 организаций из 14 стран. Был избран специальный комитет для подбора кандидатов на позиции руководителей коллабораций. Намечены сроки проведения выборов — осень 2018 г., когда в Дубне будут проводиться следующие совещания коллабораций MPD и BM@N.

23 апреля в Европейской организации ядерных исследований (Швейцария) состоялось очередное заседание комитета по сотрудничеству Россия–ЦЕРН. В его работе приняли участие заместитель министра образования и науки РФ

Г. В. Трубников, возглавивший российскую делегацию, и генеральный директор ЦЕРН Ф. Джанотти. В состав российской делегации вошли представители НИЦ «Курчатовский институт», Института ядерной физики им. Г. И. Будкера СО РАН, Объединенного института ядерных исследований, Физического института им. П. Н. Лебедева РАН и Московского физико-технического института.

В ходе встречи был подписан протокол 37-го заседания комитета по сотрудничеству Россия–ЦЕРН, состоявшегося 2 октября 2017 г. в Москве. Участники заседания обсудили актуальные вопросы развития сотрудничества, в частности, обменялись информацией и детализировали совместные планы по обеспечению модернизации Большого адронного коллайдера (ЛHC), заслушали сообщения об участии российских научных организаций в работах по созданию ускорителя ЛHC с высокой светимостью и в других проектах и экспериментах. Стороны договорились продолжить взаимовыгодный диалог.

14 мая в зеленом зале Дома международных совещаний ОИЯИ открылась 11-я стажировка

search at the NICA complex, as about 200 participants attended the meeting, and a large number of new groups join the collaboration.

In addition to the plenary meetings, excursions were organized to the NICA construction site, to the factory of superconducting magnets and detector laboratories.

Discussion resulted in the elaboration of the Charters of the MPD and BM@N collaborations that were supported by 29 organizations from 14 countries. A special committee was elected for selection of candidates for the positions of spokespersons of the collaborations. Election dates were arranged — autumn 2018, at the next meetings of the MPD and BM@N collaborations.

On 23 April, a regular meeting of the “Russia–CERN” Committee in the European Organization for Nuclear Research (CERN) was held in Switzerland. Deputy Minister of Education and Science of the Russian Federation G. Trubnikov and CERN Director General F. Gianotti took part in the meeting. The Russian delegation was represented by the NRC “Kurchatov Institute”, the Institute of

Nuclear Physics of the RAS Siberian Branch, the Joint Institute for Nuclear Research, the Lebedev Physical Institute of RAS, and the Moscow Institute of Physics and Technology.

In the course of the meeting, the protocol was signed of the 37th meeting of the Committee on the Russia–CERN cooperation that had been held on 2 October 2017 in Moscow. Participants of the meeting discussed topical issues concerning development of the Russia–CERN cooperation, in particular, they exchanged information and specified joint plans on modernization of the Large Hadron Collider (LHC). They also heard the reports on participation of Russian scientific organizations in construction of the LHC accelerator with high luminosity as well as in other projects and experiments. The parties agreed to continue the intense, open and mutually beneficial dialogue.

On 14 May, the 11th internship for young scientists and specialists from the CIS countries organized by the International Innovative Nanotechnology Centre of the CIS countries (ININC) with the support of the Intergovernmental Foundation for

молодых ученых и специалистов из стран СНГ, организованная Международным инновационным центром нанотехнологий СНГ при поддержке Межгосударственного фонда гуманитарного сотрудничества государств-участников СНГ.

В этом году для прохождения стажировки в Дубну приехали научные сотрудники, преподаватели, инженеры, аспиранты, студенты из Азербайджана, Армении, Белоруссии, Казахстана, Киргизии, Молдовы, Таджикистана, Узбекистана и Украины. В программе стажировки — экскурсии в лаборатории ОИЯИ, лекции по физике частиц, физике высоких энергий,

физике конденсированных сред с обзором методов, применяемых при изучении материалов, в химии, радиобиологии. Целый день был посвящен знакомству со структурой ОИЯИ, работой подразделений и служб.

Участниками были созданы исследовательские команды, объединившие молодых ученых, работающих по схожей тематике, для выполнения практических работ в лабораториях, обмена исследовательским и научно-организационным опытом, установления контактов, выработки новых подходов и идей. Для этого в программе

Дубна, 25 мая. Праздничный вечер в честь Дня славянской письменности и культуры в Доме культуры «Мир»



Dubna, 25 May. The festive event on the occasion of the Day of Slavic Writing and Culture in the Cultural Centre “Mir”

Educational, Scientific and Cultural Cooperation (IFESCCO) was launched in the Green Hall of the International Conference Hall.

This year, researchers, teachers, engineers, post-graduate students and students from Azerbaijan, Armenia, Belarus, Kazakhstan, Kyrgyzstan, Moldova, Tajikistan, Ukraine and Uzbekistan arrived in Dubna to participate in the internship programme. The programme of the internship comprises excursions to the JINR Laboratories, lectures on particle physics, high energy physics, condensed matter physics with an outlook of methods used for study of materials, chemistry, and radiobiol-

ogy. One of the days of the internship was fully dedicated to acquaintance with the JINR structure, work of departments and various services.

Participants built research teams to unite young scientists keen on similar topics. This provided not only the exchange of research and scientific-organizational experience but development of new approaches and ideas as well. Particularly for this task, the programme provided special team training and business games.

During the internship, topical issues were discussed in the round-table format related to scientific activities, scientific-organizational events that

были предусмотрены специальный командный тренинг и деловые игры.

В ходе стажировки в формате круглого стола обсуждались актуальные вопросы, связанные с научной деятельностью, научно-образовательные мероприятия, которые проводятся на территории СНГ, поддержка инновационных проектов. Состоялась встреча участников с представителями Объединения молодых ученых и специалистов ОИЯИ и Советом молодых ученых Московской области.

В университете «Дубна» участники посетили Центр прототипирования и Инжиниринговый центр, ознакомились с опытом инновационного менеджмента и коммерциализации разработок в Особой экономической зоне, нанотехнологическом центре «Дубна» и инновационном территориальном кластере «Ядерно-физические и нанотехнологии».

Стажировка завершилась защитой проектов и вручением сертификатов.

8 июня в Дубне завершилась 7-я международная стажировка для руководителей науки и международного сотрудничества «Опыт ОИЯИ для стран-участниц и государств-партнеров»

(JEMS-7). В числе ее участников были представители министерств, университетов и научных организаций из Вьетнама, Китая, России, Чехии и ЮАР.

Итоги насыщенной программы знакомства с ОИЯИ были подведены на заседании круглого стола с представителями дирекции и руководства Института, в завершение которого директор ОИЯИ академик В. А. Матвеев торжественно вручил участникам дипломы. В своих выступлениях участники стажировки говорили о ее значительной пользе для себя в профессиональном плане и своих ярких впечатлениях об Институте в целом. Было отмечено, что JEMS — комфортная среда для установления деловых связей, рождения новых идей и организации совместных проектов.

are held in CIS, support of innovation projects. A meeting was held of the participants with representatives of the JINR Association of Young Scientists and Specialists and the Council of Young Scientists of the Moscow Region.

The participants of the meeting visited the Centre of Prototyping and the Engineering Centre at the University “Dubna”, got acquainted with innovation management and commercializing of elaborations at the Special Economic Zone, the Nanotechnological Centre “Dubna”, and the Innovation Territorial Cluster “Nuclear-Physics and Nano Technologies”.

The internship concluded with defense of projects and presentation of certificates.

On 8 June, the 7th international training programme for decision-makers in science and international scientific cooperation “JINR Expertise for Member States and Partner Countries” (JEMS-7) was finished. Representatives of ministries, universities and scientific organizations of Vietnam, China, Russia, the Czech Republic and RSA participated in JEMS-7.

The milestones of the rich programme of acquaintance with JINR were summed up at a round table with representatives of the JINR Directorate at the end of which JINR Director Academician V. Matveev awarded diplomas to the participants. The participants of the training programme noted in their speeches its significant benefits in professional terms and their vivid impression of the Institute at large. It was also noted that JEMS provides a comfortable environment for establishing business ties, generation of new ideas and organization of joint projects.

В Лаборатории теоретической физики с 16 по 19 апреля прошло *2-е международное рабочее совещание, посвященное моделированию столкновений релятивистских тяжелых ионов* для изучения критических явлений в адронной материи при экстремальных условиях.

Наряду с серией совещаний по квантовой хромодинамике на решетке и функциональным непertурбативным методам квантовой хромодинамики при ненулевых плотностях энергии и барионов, рабочие совещания по моделированию столкновений тяжелых ионов являются ключевыми дубненскими площадками, на которых обсуждаются современные проблемы физики адронной материи и теоретические методы их изучения. В рамках апрельского совещания был организован коллоквиум, посвященный памяти советского физика Д. Н. Зубарева, внесшего выдающийся вклад в развитие метода функций Грина в применении к изучению сильно коррелированных систем и методов описания неравновесных явлений.

Оба мероприятия вызвали большой интерес у теоретиков из ведущих институтов и университетов разных стран. В них приняло участие около 50 ученых из Германии, Польши, Словакии, Индии, Японии и России. Научная программа была очень насыщенной,

за четыре рабочих дня было сделано 42 доклада по результатам самых актуальных исследований в области релятивистской физики тяжелых ионов. Природа теоретических исследований в этой области требует решения ряда фундаментальных задач, а также феноменологических исследований, непосредственно связанных с экспериментами, и должна основываться на реализации широкого спектра методов квантовой хромодинамики, релятивистской ядерной физики, кинетической теории, гидродинамики и изучении критических явлений в конечных короткоживущих статистических системах. Докладчики, среди которых было много молодых ученых, представили результаты исследований в каждой из этих областей теоретической физики.

Официальная страница совещания <http://theor.jinr.ru/~hmec16/2w0418/index.html>.

С 28 мая по 1 июня в Сиане (Китай) проходил ежегодный *Международный семинар по взаимодействию нейтронов с ядрами (ISINN-26)*. В этом году впервые соорганизаторами, кроме его основателя и многолетнего организатора — Лаборатории нейтронной физики ОИЯИ, стали Северо-Западный институт ядерных технологий (NINT) и Сианьский Цзяотун университет (XJTU), а также Китайское общество радиа-

II International Workshop on Simulation of HIC for NICA Energies was held on 16–19 April at the Bogoliubov Laboratory of Theoretical Physics.

Workshops on simulation of HIC, along with the cycle of meetings on lattice quantum chromodynamics and functional nonperturbative methods in quantum chromodynamics at nonzero energy and baryon density, are key Dubna sites where modern problems in hadron matter physics and theoretical methods of their study are discussed. The workshop was followed by a satellite meeting in memory of the Soviet physicist D. Zubarev who made an outstanding contribution to the development of the Green function method applied in studies of strongly correlated systems and methods to describe nonequilibrium phenomena.

Both events raised great interest among theoretical physicists from leading universities and institutes from different countries. The total number of participants in the April meeting was about 50 people, including participants from Germany, Poland, Slovakia, India, Japan and Russia. The scientific program of the Workshop was intensive, and during four days 42 talks were presented about the modern investigations in the relativistic heavy ion phys-

ics. The theoretical study in this area demands the solution of the fundamental tasks and phenomenological analysis of experimental results and should be based on the implementation of a wide range of methods of quantum chromodynamics, relativistic nuclear physics, kinetic theory, hydrodynamics, and the study of critical phenomena in finite short-lived statistical systems. Speakers, among whom there were many young scientists, presented the results of research in each of these areas of theoretical physics.

The web-page of the meeting is <http://theor.jinr.ru/~hmec16/2w0418/index.html>.

The annual *International Seminar on Interaction of Neutrons with Nuclei (ISINN-26)* was held from 28 May to 1 June in Xi'an, the ancient capital of China. This year, for the first time ISINN-26 was jointly organized by its founder and long-term organizers — the Frank Laboratory of Neutron Physics of JINR, the Northwest Institute of Nuclear Technology (NINT), Xi'an Jiaotong University (XJTU), and the Chinese Radiation Physics Society (CRPS). The Seminar drew the attention of specialists from the major nuclear centers of China — the Institute of Nuclear Physics and Chemistry (INPC) of the Chinese

ционной физики (CNS). Семинар привлек внимание специалистов из основных ядерных центров Китая — Китайской академии инженерной физики, Китайского института радиационной защиты, Китайского института атомной энергии, Института физики высоких энергий, университетов Ланьчжоу, Пекина, Сычуаня и др. В этом году в нем приняли участие около 170 человек из 12 стран. По традиции участвовала большая группа исследователей из стран-участниц ОИЯИ, а также из Египта, Италии, Пакистана, Республики Кореи, США, Франции и Японии. По тематике семинара было сделано 23 приглашенных доклада, 47 устных и представлено 64 постера.

Открывая семинар, сопредседатель оргкомитета директор NINT профессор Донвей Хей подчеркнул, что ему очень приятно видеть участников ISINN-26 в Сиане — столице древнего Китая, игравшей важную роль связующего звена между Западом и Востоком. Директор ЛНФ ОИЯИ В. Н. Швецов поблагодарил ки-

тайских коллег за проделанную работу по организации ISINN-26 — конференции, которая уже 26 лет ежегодно собирает специалистов из многих стран мира. С приветственными словами выступили руководитель департамента международных связей и обменов XJTU профессор Ли Лянг и почетный председатель ISINN-26 В. И. Фурман (ОИЯИ), которые выразили надежду, что традиционный обмен знаниями между опытными и молодыми исследователями продолжится. А поскольку конференция привлекла большое число молодых людей, значит, нейтронные исследования имеют будущее.

На первых пленарных сессиях с приглашенными докладами выступили В. И. Фурман («Экспериментальные и теоретические аспекты ядерного деления, индуцированного резонансными нейтронами»), В. Н. Швецов («Ядерная планетология»), Джин Ю Тан («Состояние дел на CSNS и установке Back-n White Neutrons»), Дж. Талиенте («Установка n_TOF

Сиань (Китай), 28 мая. Участники 26-го Международного семинара по взаимодействию нейтронов с ядрами (ISINN-26)



Xi'an (China), 28 May. Participants of the International Seminar on Interaction of Neutrons with Nuclei (ISINN-26)

Academy of Engineering Physics, the Chinese Institute for Radiation Protection (CIRP), the Chinese Institute of Atomic Energy (CIAE), the Institute of High Energy Physics (IHEP), universities of Lanzhou, Beijing, Sichuan and others. The Seminar brought together a large group of researchers from the JINR Member States, as well as from Egypt, Italy, Pakistan, the Republic of Korea, the United States, France and Japan. The scientific program of the Seminar included 23 invited talks, 47 oral presentations and 64 posters.

Opening the Conference, the co-chairman of the Organizing Committee, NINT Director Prof. Hei Dongwei pointed out that he was very pleased to see the participants of ISINN-26 in Xi'an, the capital of ancient China, which played an important role in history as a link between the West and the East. The co-chairman of the Seminar, FLNP

Director V. Shvetsov, thanked his colleagues from China for the work done on the organization of ISINN-26 — a conference that each year for 26 years already has been gathering scientists from around the world. This year it was attended by about 170 people from 12 countries. The participants of the Seminar were greeted by the Head of the Department of International Cooperation and Exchange of XJTU Prof. Liang Li and the Honorary Chairman of ISINN-26 W. Furman (JINR), who expressed the hope that the traditional exchange of knowledge between experienced and young researchers will continue. And the fact that the conference attracted a large number of young people means that neutron research has a future.

The first plenary sessions were opened with invited talks by W. Furman (“Experimental and theoretical aspects of nuclear fission induced by resonance neu-

в ЦЕРН»), П. Гельтенборт («Фундаментальная нейтронная физика в ILL»), Сичао Руан («Прогресс в измерениях ядерных данных в Институте атомной энергии Китая»), Гон Жиань («Перспективы изучения нейтронного рассеяния в Китае»).

Пленарные заседания и приглашенные доклады второго дня семинара были посвящены как вопросам фундаментальной ядерной физики (П. В. Седышев (ЛНФ ОИЯИ) — «Поиск эффектов нарушения пространственной четности в реакциях на легчайших ядрах», А. И. Франк (ЛНФ ОИЯИ) — «Групповое время задержки и нейтронная оптика», Р. Голуб и Е. Коробкина (Университет Северной Каролины, США) — «Поиск ЭДМ нейтрона с использованием сверхтекучего гелия», Г. А. Кулин (ЛНФ ОИЯИ) — «Эксперимент по прямому наблюдению эффекта Гуса–Хенхена с нейтронами»), так и сугубо практическим задачам (Ю. Отаке (RIKEN, Япония) — «Компактный нейтронный источник на основе ускорителя для прикладных исследований», Тишуань Фан (Пекинский университет) — «Развитие нейтронной диагностики для китайской термоядерной дейтериевой установки EAST», Ю. Н. Копач (ЛНФ ОИЯИ) — «Метод меченых нейтронов для изучения ядерных реакций и элементного анализа — проект TANGRA»).

Большой интерес вызвали сообщения представителей ЛЯР ОИЯИ Д. В. Каманина и Ю. В. Пяткова, посвященные исследованию коллинеарного кластерного деления. Необычные свойства этой экзотической моды ядерного деления до сих пор вызывают активное обсуждение и критические замечания, что, в свою очередь, инициирует новые эксперименты.

Оживленную дискуссию вызвали доклады О. Куликов, С. А. Куликова и К. А. Мухина об исследованиях по нейтронно-активационному анализу, о детекторном окружении и оригинальном холодном замедлителе на реакторе ИБР-2М.

Третий и четвертый день семинара проходили в форме параллельных сессий и общей 3-часовой постерной сессии. Доклады ученых из ОИЯИ, России, Китая и других стран охватывали широкий круг вопросов — от нарушения фундаментальных симметрий в ядерном делении до параметров нейтронных источников на сильноточных протонных ускорителях, работающих в России и только что введенных в строй в Китае, и экспериментов на них.

Содержательной была сессия, посвященная ядерному делению. Были заслушаны доклады Ю. М. Чувильского (НИИЯФ МГУ) «Резонансная интерференция как общая причина псевдо-Т-неинвариантного

trons»), V. Shvetsov (“Nuclear planetology”), Tang Jingyu (“Status of CSNS and Back-n White Neutron facility”), G. Tagliente (“The n_TOF facility at CERN”), P. Geltenbort (“Fundamental neutron physics at the ILL”), Ruan Xichao (“Progress of neutron reaction data measurements at CIAE”), Gong Jian (“Prospects for studying neutron scattering in China”).

The second day of the Seminar also included only plenary sessions with invited talks. They were devoted both to problems of fundamental nuclear physics (P. Sedyshev (FLNP JINR) — “Search for spatial parity violation effects in reactions of cold polarized neutrons with lightest nuclei”, A. Frank (FLNP JINR) — “Group delay time and neutron optics”, R. Golub and E. Korobkina (University of North Carolina, USA) — “Search for an electric dipole moment of the neutron using superfluid helium”, G. Kulin (FLNP JINR) — “Experiment on direct observation of Goos-Hänchen effect with neutrons”) and purely practical problems (Y. Otake (RIKEN, Japan) — “Accelerator-driven compact neutron source for applied research”, Tieshuan Fan (Beijing University) — “Development of neutron diagnostics for Chinese thermonuclear deuterium facility EAST”, Yu. Kopatch (FLNP JINR) — “Tagged

neutron method as a tool for nuclear reaction studies and elemental analysis — the TANGRA project”).

Great interest was aroused by the reports delivered by D. Kamanin and Yu. Pyatkov (FLNR JINR) devoted to the study of collinear cluster fission. Unusual properties of this exotic nuclear fission mode still trigger heated discussions and criticisms, which, in turn, initiate new experiments.

Lively discussions were triggered by the reports presented by O. Culicov, S. Kulikov and K. Mukhin on research using neutron-activation analysis, development of neutron detectors, and an original cold moderator at the IBR-2M reactor of FLNP JINR.

The third and fourth days of the Seminar were held in the form of parallel sessions and a joint three-hour poster session. The reports of the participants from JINR, Russia, China and other countries covered a wide range of issues ranging from the violation of fundamental symmetries in nuclear fission to discussions of parameters of neutron sources on high-current proton accelerators operating in Russia and just recently put into operation in China, as well as experiments on them.

As usual, the session devoted to nuclear fission was very informative, featuring the reports by Yu. Chuvilskii

РОТ-эффекта в делении и других реакциях, индуцированных нейтронами», Д. Берикова (ЛНФ ОИЯИ) «Измерение Т-нечетных эффектов в $^{235}\text{U}(n, f)$ -реакции на горячем источнике поляризованных нейтронов в Мюнхене», Н. Каржана (ЛЯР ОИЯИ) «Нейтронная эмиссия из ускоренных тяжелых ядер», Жимин Ванга (Пекинский университет) «Изучение пятимерных поверхностей потенциальных энергий для актинидных изотопов в двуцентровой осцилляторной модели», А. М. Воробьева и А. М. Гагарского (РНЦ КИ ПИЯФ) «Поиск разрывных нейтронов в измерениях угловых и энергетических распределений мгновенных нейтронов деления $^{233-235}\text{U}$, ^{239}Pu и ^{252}Cf » и «Угловые распределения и анизотропия фрагментов деления ^{232}Th , $^{233,235,238}\text{U}$, $^{\text{nat}}\text{Pb}$ и ^{209}Bi ».

В другой параллельной сессии с большим интересом были встречены доклады В. Н. Швецова (ЛНФ ОИЯИ) — о результатах поиска воды на Марсе ровером Curiosity с помощью прибора, созданного при участии ЛНФ и ЛРБ ОИЯИ московским Институтом космических исследований, и профессора Чаокуин Хуана (INPC) — об исследованиях по нейтронной рефлектометрии на исследовательском реакторе CMRR. Было представлено много результатов первых экспериментов на новом китайском импульсном источни-

ке нейтронов CSNS (доклады Юонхао Чена, Таофен Вана, Люин Занга и Жи Бао) и на источнике нейтронов RADEX ИЯИ РАН в Троицке (доклад Д. В. Хлюстина).

Активное обсуждение вызвали доклады Е. В. Лычагина (ЛНФ ОИЯИ), Нинг Лив (RFUE, Китай), Веншоу Занга (NINT), Донмин Вана (Университет Сианя) и Ли Суесона (NINT) по разработке перспективных экспериментальных методик. Широкая география докладчиков сессии, посвященной применению нейтронно-активационного анализа в экологии и археологии, обеспечила активную дискуссию по представленным результатам.

В трехчасовой постерной сессии была возможность детально обсудить многие интересные эксперименты, выполненные молодыми китайскими участниками семинара, а также исследователями из других стран.

Итоги конференции на заключительном пленарном заседании подвели директор NINT Донвей Хей и директор ЛНФ ОИЯИ В. Н. Швецов. Они отметили успешный опыт проведения Международного семинара по взаимодействию нейтронов с ядрами ISINN-26 в Китае и выразили надежду на реализацию планов по дальнейшей совместной организации и проведению совещаний этой серии. Это будет способствовать укре-

(SINP MSU) “Resonance interference as a common origin of pseudo-T-noninvariant ROT effect in fission and other neutron-induced reactions”, D. Berikov (FLNP JINR) “Measurement of T-odd effects in the neutron induced fission of ^{235}U at a hot source of polarized resonance neutrons in Munich”, N. Carjan (FLNR JINR) “Acceleration induced neutron emission from heavy nuclei”, Zhiming Wang (Beijing University) “Study of five-dimensional potential-energy surfaces for actinide isotopes in the double-center oscillator model”, A. Vorobyov (NRC KI PNPI) “Search for scission neutrons in the measurements of angular and energy distributions of prompt fission neutrons for $^{233-235}\text{U}$, ^{239}Pu and ^{252}Cf ”, and A. Gagarskiy (NRC KI PNPI) “Angular distributions and anisotropy of fission fragments from neutron-induced fission of ^{232}Th , $^{233,235,238}\text{U}$, $^{\text{nat}}\text{Pb}$ and ^{209}Bi ”.

In other parallel session, the reports made by V. Shvetsov (FLNP JINR) on the results of the search for water on the Mars by NASA’s Curiosity rover using an instrument developed by the Space Research Institute of RAS with the participation of FLNP and LRB of JINR and by Prof. Chaoqiang Huang (INPC) about neutron reflectometry studies at the CMRR research reactor were met with

great interest. A large number of results were presented on the preparation of measurements and first experiments on the new Chinese pulsed neutron source CSNS (reports by Yonghao Chen, Taofeng Wang, Liying Zhang and Jie Bao) and at the spallation neutron source RADEX of INR RAS in Troitsk (report by D. Khliustin).

Lively discussions were sparked by the reports of E. Lychagin (FLNP JINR), Ning Liv (RFUE, China), Wenshou Zhang (NINT), Dongming Wang (University of Xi’an), and Li Xuesong (NINT) devoted to the development of promising experimental techniques. The wide geography of the speakers of the session dedicated to the application of neutron activation analysis in ecology and archeology inspired an active discussion of the presented results.

During a three-hour poster session, there was an opportunity to discuss in detail a lot of interesting experiments performed by numerous young Chinese participants of the Seminar, as well as by researchers from other countries.

Summing up the results of the conference at the final plenary session, NINT Director Hei Dongwei and FLNP Director V. Shvetsov noted the success of the first experi-

плению и развитию реального сотрудничества между ОИЯИ и институтами и университетами Китая.

Необходимо отметить, что успешному проведению ISINN-26 способствовала серьезная финансовая поддержка китайских спонсоров, которая обеспечила, в частности, существенное уменьшение расходов для участников семинара от ОИЯИ.

30–31 мая в Доме международных совещаний ОИЯИ проходила международная конференция «*Проблемы химической защиты и репарации при радиационных воздействиях*». Ее учредителями являлись Отделение физиологических наук РАН, Российское радиобиологическое общество, Научный совет РАН по радиобиологии, Лаборатория радиационной биологии ОИЯИ, НПЦ «Фармзащита» ФМБА России, ООО «Специальная и медицинская техника». К началу конференции вышел в свет сборник тезисов докладов.

В работе конференции приняли участие более 80 ученых из России, Армении, Чехии. Были представлены ведущие научно-исследовательские институты, лечебно-диагностические и научно-практические центры РАН и НАН Армении, Белоруссии, Украины, Министерство обороны и Министерство

здравоохранения России, ФМБА России, университеты и медицинские университеты России, Армении, Украины, Чехии. Было заслушано 30 докладов, рассмотрено 12 стендовых сообщений. Проведена общая дискуссия по всем вопросам научной программы, а также конкурс докладов молодых ученых, участникам которого были вручены памятные подарки, а победителям — дипломы и премии.

В ходе конференции были проведены заседания по следующим направлениям:

- новые подходы к поиску, классификации и созданию противолучевых средств (ПЛС);
- критерии оценки радиомодифицирующего эффекта ПЛС;
- проблемы химической защиты в условиях космических полетов;
- современные возможности профилактики и терапии основных синдромов радиационных поражений, включая местные, комбинированные и сочетанные поражения;
- современные представления о механизмах репарации лучевых повреждений и возможности их модификации;
- перспективы разработки и внедрения радиосенсибилизаторов, радиопротекторов, средств профилактики

ence of hosting the International Seminar on Interaction of Neutrons with Nuclei ISINN-26 in China and expressed the hope for the implementation of plans for joint organization and holding of future meetings of this series. This will help to strengthen and develop real cooperation between JINR and institutes and universities of China.

It should be emphasized that the serious financial support provided by Chinese sponsors largely contributed to the successful holding of ISINN-26, making it possible, in particular, to significantly reduce the costs for the participants from JINR.

On 30–31 May, the international conference “*Problems of Radiation Exposure-Related Chemical Protection and Repair*” was held at JINR’s International Conference Hall. Its organizers were the Physiological Science Section of the Russian Academy of Sciences; the Russian Radiobiological Society; the RAS Scientific Council on Radiobiology; JINR’s Laboratory of Radiation Biology (LRB); *Farmzashchita* — a research and production center of the Federal Biomedical Agency of Russia; and *ООО Spetsmedtekhnika* — a limited liability company under the

laws of the Russian Federation. By the beginning of the conference, a book of abstracts had been published.

More than 80 scientists from Armenia, the Czech Republic, and Russia participated in the conference. Represented were leading research institutes, diagnosis and treatment centers, and clinical research centers of the Russian Academy of Sciences; the National Academies of Sciences of Armenia, Belarus, and Ukraine; Russia’s Ministry of Defense, Ministry of Health, and Federal Biomedical Agency; and universities and medical higher learning institutions of Armenia, the Czech Republic, Russia, and Ukraine. Thirty reports were heard and twelve poster presentations were analyzed. A general discussion was held on all questions of the scientific program. A contest of young scientists’ report was held, the participants of which got memorable gifts and the winners were awarded diplomas and prizes.

The sessions were held on the following topics:

- new approaches to the search for, classification, and creating of radioprotective preparations;
- assessment criteria of the radiomodifying effect of radioprotective preparations;

ки и лечения побочных эффектов лучевой и химиолучевой терапии.

Обсудив доклады, представленные на конференции, участники отметили, что проблема защиты живых организмов от действия ионизирующей радиации остается актуальной. В настоящее время в России отсутствуют новые и слабо используются в медицинской практике разработанные ранее ПЛС. Это связано с исчерпанием возможностей скринингового подхода к поиску ПЛС, ограниченной адекватностью химических моделей лучевого поражения, сложностью или невоз-

можностью выполнения требований методических указаний по проведению опытов на облученных крупных лабораторных животных и клинических испытаний 2–3-й фазы на облученных пациентах. В связи с этим интерес представляет индикационный подход с использованием в процессе клинических испытаний отработанных на лабораторных животных маркеров повышения резистентности, т. е. без облучения. Большой интерес представляют новые варианты классификации радиозащитных препаратов, представленные в докладах Л. М. Рождественского и В. И. Легезы.

Дубна, 31 мая. Победители конкурса докладов молодых ученых в рамках международной конференции «Проблемы химической защиты и репарации при радиационных воздействиях»



Dubna, 31 May. The winners of young scientists' report contest as a part of the international conference "Problems of Radiation Exposure-Related Chemical Protection and Repair"

- problems of chemical protection in spaceflight conditions;
- modern capabilities of the prophylaxis and therapy of the main radiation damage syndromes, including local, combined, and associated damage;
- state-of-the-art capabilities of repair radiation injury mechanisms and possibilities of their modification;
- prospects for the development and introduction of radiosensitizers, radioprotectors, and preparations for the prophylaxis and treatment of the side effects of radiation and radiochemotherapy.

Having discussed the talks, the participants mentioned that the problem of protecting living organisms from ionizing radiation is still relevant. There are no new radioprotector medicines (RPMs) in Russia now; little medical use is made of the ones designed earlier. The reasons are that the opportunities provided by the screening approach to the search for RPMs have been exhausted; the adequacy of the chemical models of radiation damage is limited; guidance on conducting experiments on irradiated large laboratory animals and second- and third-phase clinical tests on irradiated patients is complicated or impossible to

Особое внимание было уделено законодательным вопросам. Механизмы регистрации новых ПЛС согласно Федеральному закону от 12 апреля 2010 г. №61-ФЗ «Об обращении лекарственных средств» были затруднены, так как не учитывали своеобразие радиационной патологии. В 2015 г. закон был дополнен пунктом, предусматривающим особый порядок регистрации препаратов, предназначенных для профилактики и лечения заболеваний и поражений, полученных в результате воздействия неблагоприятных химических, биологических и радиационных факторов. В настоящее время создана и работает специальная комиссия, но процесс испытаний таких препаратов и их регистрации сложен и нуждается в дальнейшем совершенствовании.

На конференции было отмечено, что наиболее актуальными направлениями исследований в рассматриваемой области, востребованными практикой, являются защита нормальных тканей при лучевой терапии злокачественных опухолей, защита от отдаленных (канцерогенных) последствий облучения и защита космонавтов от действия тяжелых заряженных частиц (ТЗЧ) космического излучения при возможных дальних космических полетах. Наиболее сложной является проблема радиационной безопасности космических

полетов, связанная с действием ТЗЧ на центральную нервную систему, в связи с полученной в экспериментах информацией о нарушениях когнитивных и поведенческих функций экспериментальных животных. Механизм нарушений ЦНС пока не известен. В настоящее время эффективных радиозащитных средств от действия ТЗЧ не существует.

На итоговом заседании конференции было выработано решение, содержащее следующие пункты (приведены в сокращении).

1. Поддержать предложение и создать рабочую группу для разработки новых методических указаний по доклиническому исследованию ПЛС. При этом важно акцентировать необходимость выявления маркеров повышенной каждым ПЛС радиорезистентности организма/критического органа с целью их использования для индикационной оценки эффективности ПЛС в опытах на крупных лабораторных животных и в клинических испытаниях.

2. Разработать тактико-технические требования к маркерам повышенной радиорезистентности. Провести на пациентах-добровольцах исследования по оценке противолучевой эффективности разрешенных к применению на человеке ПЛС с помощью выявленных индикаторов/маркеров повышенной данным

follow. Consequently, an indicative approach is promising where proven markers of increased resistance developed on laboratory animals would be used in clinical tests — that is, without exposure. Of great interest are new RPM classifications proposed in reports by L. Rozhdestvensky and V. Legeza.

Special attention was paid to legal issues. The mechanisms of new RPM registration, as regulated by Federal Law No.61 of 12 April 2010, were hard to implement because they did not take into account radiation pathology specifics. In 2015, the law was expanded to include a special procedure of registering the preparations for the prophylaxis and treatment of diseases and damage caused by adverse biological, chemical, and radiation exposure. A panel has been set up and is working, but the procedure of testing and registering such preparations is still complicated and needs improvement.

It was noted at the conference that the most urgent, demanded in practice, directions of research in the considered area are the protection of normal tissues during the radiation therapy of malignant tumors; protection from delayed consequences of radiation exposure (cancer development); and protection of cosmonauts from heavy charged

particles (HCP) of cosmic radiation during possible deep-space flights. The most difficult problem of the radiation safety of deep-space flights is HCP action on the central nervous system (CNS) as it has been found in experiments that the experimental animals' cognitive and behavioral functions are impaired. The CNS damage mechanism is still unknown. Efficient RPMs against HCP have not been created yet. A resolution was adopted at the final session of the conference, which included the following decision items (summarized):

1. To establish a working group for the development of new guidance on the pre-clinical studies of radioprotector medicines (RPMs). In particular, it is important to emphasize the necessity of identifying the markers of the organism's or critical organ's increased radioresistance for each RPM to use them for an indicative evaluation of RPM efficiency in experiments on large laboratory animals and clinical tests.

2. To develop technical requirements for increased radioresistance markers. To perform a volunteer patient-based study of the efficiency of the RPMs permitted for human use involving the identified markers of the organism's or critical organ's increased radioresistance for a

ПЛС радиорезистентности организма/критического органа. Это может внести существенную коррекцию в оценку расчетной эффективности разрешенных (для человека) доз соответствующих ПЛС.

3. Считать особо актуальными проблемы противорадиационной химической защиты при космических полетах в дальний космос (Луна, Марс). С учетом пролонгированных лучевых воздействий протонов высоких энергий в дальнем космосе особый упор в поиске новых средств следует сделать на радиомитигаторы, усиливающие репаративные постлучевые процессы, а также на поиск средств химической (фармакологической) защиты от ТЗЧ космического излучения.

4. Продолжить углубленные исследования препаратов цитокинов при различных видах лучевого поражения.

5. Усилить кооперацию между институтами различных ведомств для более эффективной разработки и внедрения радиозащитных препаратов.

6. Для оценки эффективности ПЛС разрабатывать и использовать новые методологические подходы, в частности, связанные с получением химерных организмов, в которых представлен гемопоэз человека в организме грызунов.

7. Обратит внимание Президиума РАН, руководства Министерства науки и образования РФ, Министерства здравоохранения РФ, Министерства обороны РФ, Федерального медико-биологического агентства, Роскосмоса, Российского фонда фундаментальных исследований на необходимость проведения активных фундаментальных исследований в области поиска новых средств химической защиты при радиационных воздействиях, в особенности для решения проблем лучевой терапии злокачественных новообразований и радиационной безопасности дальних космических полетов.

*Секретарь Научного совета РАН
по радиобиологии В. И. Найдич*

С 11 по 18 июня на базе пансионата «Дубна» в Алуште проходила ежегодная **7-я Школа-конференция молодых ученых и специалистов «Алушта-2018»**. Центральной ее тематикой традиционно являются приоритетные направления исследований и основные научные достижения Института.

Ведущие ученые ОИЯИ прочли лекции о результатах, полученных в лабораториях Института. В свою очередь, молодые ученые и специалисты из ОИЯИ представили доклады по темам их научных исследований. В рамках конференции состоялся круглый стол,

specific RPM. The estimated efficiency of the RPM doses permitted for humans can thus be significantly corrected.

3. To consider the problems of chemical protection against radiation in connection with deep-space flights (missions to the Moon and Mars) to be of special urgency. Taking into account the prolonged action of deep-space high-energy protons, special emphasis in the search for new medicines has to be placed on radiomitigators enhancing the post-irradiation reparative processes and preparations for chemical (pharmacological) protection against cosmic radiation HCP.

4. To continue advanced research on cytokine preparations for different radiation injury types.

5. To strengthen cooperation between institutes of different ministries and agencies for higher efficiency of the development and introduction of new preparations.

6. For RPM efficiency evaluation, to develop and use new methodological approaches — in particular, the ones involving the creation of chimeric organisms representing human hematopoiesis in the rodent organism.

7. To draw attention of the RAS Presidium and authorities of the Russian Ministry of Science and Education, Ministry of Health, Ministry of Defense, Federal Bio-

medical Agency, Roscosmos, and the Russian Foundation for Basic Research to the necessity of conducting intense fundamental research aimed at designing new medicines for chemical protection against radiation exposure, especially for solving the problems of the radiation treatment of malignant tumors and radiation safety of deep-space missions.

*Secretary, RAS Scientific Council on Radiobiology
V. Naydich*

On 11–18 June, the **7th school-conference of young scientists and specialists “Alushta-2018”** was held on the basis of the JINR Resort Hotel “Dubna” in Alushta. The main topic of the Conference was traditionally dedicated to the priority fields of research of the Institute and its major scientific achievements.

Leading JINR scientists gave lectures on the results obtained at JINR Laboratories. In return, young scientists and specialists from JINR presented their reports on topics of their research. In the frames of the conference, a meeting of young scientists with JINR leaders was held as a round table discussion.

на котором молодые ученые встретились с представителями руководства ОИЯИ.

В этом году на конференции с постерными докладами выступили школьники Крыма. Лучшие докладчики были награждены дипломами, которые в дальнейшем будут учитываться при поступлении в университет «Дубна». Научная программа конференции была дополнена интеллектуальной игрой «Brain quiz» и спортивными мероприятиями.

В начале июля состоялась традиционная конференция «*Структура ядра и связанные проблемы*» (NSRT'18), организованная совместно Лабораторией теоретической физики им. Н. Н. Боголюбова и Институтом ядерных исследований и ядерной энергетики

Болгарской академии наук. Эта была 8-я по счету конференция серии NSRT, которая впервые проводилась за пределами Дубны. В этом году по предложению болгарских физиков и при активной поддержке полномочного представителя правительства Болгарии в ОИЯИ профессора Л. Костова местом проведения конференции стал город Бургас на болгарском побережье Черного моря.

В NSRT'18 приняли участие более 80 ученых из 19 стран. Изменение места проведения конференции наложило свой отпечаток на состав участников: помимо участников из ОИЯИ и Болгарии наибольшее число докладов представили ученые из Румынии и Италии. Активное участие в конференции приняли ученые из Японии, Китая, США и Германии. Среди

Алушта (Крым, Россия), 11–18 июня. Участники 7-й Школы-конференции молодых ученых и специалистов



Alushta (Crimea, Russia), 11–18 June. The participants of the 7th School-Conference of Young Scientists and Specialists

This year, school students from Crimea presented poster reports at the conference. The best speakers were awarded with diplomas that will be taken into account at their future entrance examination at the University “Dubna”. In addition to the scientific programme of the conference, an intellectual game “Brain Quiz” and sport activities were held.

The traditional conference “*Nuclear Structure and Related Topics*” (NSRT'18) was held in early June. It was organized jointly by the Bogoliubov Laboratory of Theoretical Physics JINR and the Institute of Nuclear Research and Nuclear Energy of the Bulgarian Academy

of Sciences. It was the 8th conference in the NSRT cycle that was for the first time held outside Dubna.

This year, the conference was held in Burgas on the Bulgarian coast of the Black Sea, as suggested by Bulgarian physicists and actively supported by Plenipotentiary of the Government of Bulgaria to JINR Professor L. Kostov.

Over 80 scientists from 19 countries took part in the conference. The fact that this time the place of the event changed led to wider participation: along with scientists from JINR and Bulgaria, there were participants from Romania and Italy. Scientists from Japan, China, the USA and Germany also took an active part in the conference.

молодых участников стоит отметить группу ученых из Казахстана, тесно сотрудничающих с ЛТФ ОИЯИ.

Магистральная линия программы конференции NSRT'18 — теоретические и экспериментальные исследования так называемых экзотических атомных ядер, т. е. ядер, близких к линиям нуклонной стабильности, с очень короткими временами жизни и, как правило, аномальным соотношением чисел протонов и нейтронов. К таким ядрам относятся, например, сверхтяжелые элементы (СТЭ). Различные аспекты физики СТЭ обсуждались в докладах М. Г. Иткиса (ОИЯИ) и М. Коваля (NCNR, Варшава). Теоретические методы описания глобальных свойств экзотических атомных ядер, их формы и массы обсуждались в докладах китайских теоретиков.

Значительное число докладов было посвящено спин-изоспиновым степеням свободы ядер, в том числе резонансам Гамова–Теллера, и микроскопическим подходам к вычислению вероятностей как обычного бета-распада ядер, так и двойного безнейтринного бета-распада. Как известно, экспериментальное обнаружение последнего (если таковое состоится) поколеблет основы Стандартной модели.

Отдельную сессию составили доклады, посвященные кластерным степеням свободы ядер. Здесь сто-

ит отметить выступление профессора А. Афанасьева (Университет шт. Миссисипи, США), показавшего, что экстремально деформированные состояния тяжелых ядер с хорошей точностью могут рассматриваться как ядерные молекулы. Проявление кластерных степеней свободы в легких ядрах обсуждалось в докладах ученых из Бразилии, Казахстана и Японии.

В заметном числе докладов рассматривались экспериментальные и теоретические аспекты изучения ядерных реакций. В докладах ученых из Болгарии и ЮАР обсуждались новые результаты, полученные в реакциях срыва и подхвата с легкими нейтронно- и протонно-избыточными ядрами. Французские теоретики продемонстрировали свои последние достижения в описании реакций с тяжелыми ионами в рамках зависящего от времени метода Хартри–Фока. Обсуждалась также такая фундаментальная проблема теории ядра, как последовательный расчет плотности уровней атомных ядер.

Болгарские ядерщики представили 10 докладов, содержащих новые результаты теоретических исследований ядерной структуры и ядерных реакций, а также новые экспериментальные данные в области ядерной спектроскопии.

A group of young scientists from Kazakhstan should be specially noted; they closely cooperate with BLTP JINR.

The main topic of the NSRT'18 programme was theoretical and experimental research of the so-called exotic atomic nuclei, that is, the nuclei that are close to nucleon stability lines, with very short life-time and, as a rule, an anomalous ratio of number of protons and neutrons. Such nuclei are, for example, superheavy elements (SHE). Various aspects of the SHE physics were discussed in reports by M. Itkis (JINR) and M. Koval (NCNR, Warsaw). Theoretical methods of description of global properties of exotic atomic nuclei, their forms and masses were discussed in reports by Chinese theoreticians.

A great number of reports were devoted to spin-isospin degrees of freedom of nuclei, including the Gamow–Teller resonances and microscopic approaches to probability calculations of both the usual beta decay of nuclei and the double neutrino-less beta decay. As it is known, the experimental discovery of the latter (if it happens) will challenge the grounds of the Standard Model.

In a separate session reports were delivered on cluster degrees of freedom of nuclei. The report by A. Afanasiev (Mississippi University, US) should be mentioned. The

scientist showed that extremely deformed states of heavy nuclei can be regarded with good accuracy as nuclear molecules. Manifestation of the cluster degrees of freedom in light nuclei was discussed in reports by scientists from Brazil, Kazakhstan and Japan.

Experimental and theoretical aspects of the nuclear reactions were considered in a noticeable amount of reports. The scientists from RSA and Bulgaria presented new results obtained in the pickup and stripping reactions with light neutron- and proton-rich nuclei. French theoreticians presented recent developments in the description of the reactions with heavy ions within time-dependent Hartree–Fock method. The consistent calculation of nuclear level density, which is one of the fundamental problems of theoretical nuclear physics, has been debated as well.

Bulgarian nuclear physicists presented 10 reports containing new theoretical results of the investigation of nuclear structure and reactions as well as new experimental data on nuclear spectroscopy.

The topics of the reports of participants from Dubna were the theory of nuclear fission, where new interesting results have been obtained in recent years within the dinuclear system model, and microscopic approaches in the

Темами докладов дубненских теоретиков были теория деления ядер, где в последние годы получены интересные результаты в рамках модели двойной ядерной системы, и микроскопические подходы в теории гигантских резонансов атомных ядер. Последняя тематика традиционна для конференций NSRT. Повышенное внимание к ней объясняется, в частности, тем, что эти ядерные возбуждения играют большую роль в астрофизических процессах, например, нуклеосинтезе или коллапсе массивной звезды. Доклады по ядерной астрофизике были представлены участниками из Великобритании, Румынии и ЛТФ.

Всего на конференции NSRT'18 было заслушано 57 докладов. Хорошая погода и вполне теплое (по дубненским меркам) море не только не мешали работе, но наоборот — подзаряжали участников энергией и бодростью.

24 апреля в Лаборатории информационных технологий состоялся *юбилейный семинар, посвященный 80-летию со дня рождения профессора И. В. Пузынина*.

Открыл семинар директор ЛИТ В. В. Кореньков, который тепло поздравил Игоря Викторовича с юбилеем, зачитал приказ директора ОИЯИ и поздравительные адреса на имя юбиляра.

М. Гнатич (Институт экспериментальной физики САН, Кошице) напомнил об истоках сотрудничества ученых Словакии с ЛИТ, когда И. В. Пузынин, будучи директором лаборатории, способствовал появлению в ней словацких сотрудников из Технического университета, Университета им. П. Й. Шафарика, Института экспериментальной физики САН. В знак признательности дирекция Института экспериментальной физики наградила юбиляра золотой медалью, которой удостоиваются выдающиеся ученые, внесшие большой личный вклад в развитие сотрудничества со словацким институтом.

Прозвучали поздравления от Тверского государственного университета, почетным профессором которого является юбиляр, от Софийского университета и Технического университета Софии, а также от болгарских коллег из США, Германии, от полномоч-

theory of giant resonances in nuclei. The latter is traditional for NSRT conferences. The increased attention to it is explained, in particular, by the fact that these nuclear excitations play an important role in astrophysical processes, for example, nuclear synthesis or collapse of a massive star. Reports on nuclear astrophysics were presented by participants from UK, Romania and BLTP.

In total, 57 reports were presented at the NSRT'18 conference. Good weather and, by Dubna standards, quite warm sea did not prevent the work of the conference, but on the contrary — recharged the participants with energy and cheerfulness.

On 24 April, a *jubilee seminar on the 80th anniversary of the birthday of Professor I. V. Puzynin* was held at LIT.

LIT Director V. Korenkov opened the event, warmly congratulated Igor Viktorovich on his jubilee, and read out the Order by JINR Director and congratulatory addresses in the name of the scientist.

M. Hnatič (the Institute of Experimental Physics of SAS, Košice, Slovakia) spoke about the background of cooperation of LIT and Slovak scientists when I. Puzynin, the Laboratory Director at the time, encouraged visits to LIT of Slovak scientists from the Technical University, P. J. Šafárik University, the Institute of Experimental Physics of SAS. In appreciation of his service, the Directorate of the Institute of Experimental Physics awarded I. Puzynin with a Gold Medal that is usually presented to outstanding scientists who greatly contributed personally to cooperation with the Slovak Institute.

Congratulations were read out from Tver State University, where I. Puzynin is Professor Emeritus, from Sofia University and the Technical University of Sofia, from Bulgarian colleagues from the USA, Germany, from Plenipotentiary of the Government of Mongolia and the

ного представителя правительства Монголии и монгольского землячества, Академии наук Таджикистана. И. В. Пузынина тепло поздравили коллеги из Института математических проблем биологии РАН (Пушchino), а также из Российского университета дружбы народов, с которым у лаборатории давние тесные связи.

В. В. Кореньков передал юбиляру поздравительные адреса от Института прикладной математики им. М. В. Келдыша РАН, Саратовского национального исследовательского государственного университета, Белгородского государственного университета, письмо от директора Института ядерных исследований и ядерной энергетики БАН (Болгария) Д. Тонева. Сердечно поздравили Игоря Викторовича сотрудники ЛИТ и других лабораторий ОИЯИ. В. В. Галактионов, знакомый с юбиляром более полувека, выступил с воспоминаниями о совместной молодости, прошедшей

в ЛТФ, шахматных баталиях, обществе ДОСААФ и работе в подшефном колхозе.

Ученики и коллеги В. С. Мележик, В. П. Гердт, В. П. Цветков, З. А. Шарипов выступили с научными докладами, которые также сопровождались воспоминаниями и поздравлениями.

4 мая в большом конференц-зале Лаборатории физики высоких энергий им. В. И. Векслера и А. М. Балдина состоялся *юбилейный семинар, посвященный 10-летию образования ЛФВЭ*.

От имени дирекции сотрудников лаборатории приветствовал вице-директор ОИЯИ Р. Ледницки. Директор ЛФВЭ В. Д. Кекелидзе в своем выступлении рассказал об истории и целях создания лаборатории, бюджете, составе сотрудников, итогах 10-летнего развития, научных исследованиях и планах.

Лаборатория
информационных
технологий, 24 апреля.
Семинар, посвященный
80-летию со дня рождения
профессора И. В. Пузынина

The Laboratory of Information
Technologies, 24 April.
The seminar on the 80th
anniversary of the birthday
of Professor I. Puzynin



Mongolia group of JINR staff members, and the Academy of Sciences of Tajikistan. Colleagues from the Institute of Mathematical Problems of Biology of RAS (Pushchino) and the Peoples' Friendship University of Russia (PFUR) that has long standing close ties with LIT also warmly congratulated I. Puzynin.

V. Korenkov handed over to I. Puzynin congratulatory addresses from Keldysh Institute of Applied Mathematics of RAS, Saratov National State Research University, Belgorod State University, the letter from the Director of the Institute of Nuclear Research and Nuclear Energy of BAS (Bulgaria) D. Tonev. Staff members of LIT and other JINR Laboratories heartily congratulated Igor Viktorovich. V. Galaktionov, who has been a close friend of I. Puzynin for over 50 years, spoke about their young days at LTP,

games of chess, their involvement in the DOSAAF movement and work in kolkhoz.

I. Puzynin's pupils and colleagues V. Melezhih, V. Gerdt, V. Tsvetkov, Z. Sharipov made scientific reports and shared their reminiscences and congratulations.

On 4 May, a *jubilee seminar on the 10th anniversary of the VBLHEP establishment* was held in the big conference hall of the Laboratory.

On behalf of the JINR Directorate, JINR Vice-Director R. Lednický greeted the Laboratory staff members. VBLHEP Director V. Kekelidze spoke in his presentation about the history and goals of the laboratory establishment, the budget, personnel, results of ten years of development, scientific research and plans.

На семинаре прозвучали доклады по основным научным направлениям: «Ускорительный комплекс ЛФВЭ вчера, сегодня, завтра» (А. В. Тузиков), «Криогенные технологии в физике высоких энергий» (А. В. Константинов), «Исследование свойств барионной материи в столкновениях релятивистских ионов» (В. И. Киреев), «Сверхпроводящие магниты в проекте NICA» (Д. Н. Никифоров).

С 14 по 18 мая в местечке Боровец, недалеко от Софии, проходила 11-я Международная школа по ядерной физике «Дни ОИЯИ в Болгарии». Лекторы из Объединенного института ядерных исследований, представлявшие все лаборатории Института, организаторы школы, более 40 студентов из Болгарии, Македонии, Греции и Турции разместились на живописном горном курорте.

В этом году слушателями школы стали студенты Пловдивского университета им. Паисия Хилендарского, Технического университета Софии, Юго-Западного университета им. Неофита Рильского, Софийского университета им. Св. Климента Охридского и Шуменского университета им. епископа Константина Преславского.

Школу открыли члены оргкомитета заместитель председателя Агентства по ядерному регулированию Болгарии А. Алексиев, директор Института ядерных исследований и ядерной энергетики БАН Д. Тонев и профессор ИЯИЭ БАН Ч. Стоянов.

Наряду с тем, что программа школы была весьма насыщенной, каждый вечер участники школы проводили вместе за дружеским ужином, где можно было не только продолжить дискуссии, но и потанцевать. В заключительный день школы делегация ОИЯИ встре-

тилась с организаторами для подведения итогов и обсуждения планов на будущее.

Уже более десяти лет эта международная школа по ядерной физике пользуется большим успехом среди болгарских студентов и студентов соседних с Болгарией стран и уже стала обязательной частью их профессиональной ориентации. А в последние несколько лет в ней принимают участие и болгарские учителя средних школ. Каждый год ученые из лабораторий ОИЯИ читают тематические лекции, знакомя болгарских студентов, аспирантов и учителей с актуальными проблемами ядерной физики и ее применениями, а также с направлениями научной деятельности Объединенного института ядерных исследований.

21 мая в ЛИТ прошел *юбилейный семинар, посвященный 70-летию главного научного сотрудника ЛИТ профессора В. В. Иванова.*

Коллеги по лаборатории подготовили для Виктора Владимировича поздравительный адрес с фотографиями памятных моментов его жизни. Г. Адам зачитал несколько поздравлений, пришедших в лабораторию. Юбилера поздравил полномочный представитель правительства Армении в ОИЯИ, полномочный представитель правительства Монголии, друзья и коллеги из Центра квантовой информации и коммуникаций (Брюссель, Бельгия), МИФИ, Санкт-Петербургского и Тверского государственных университетов, Российского университета дружбы народов, Института теоретической и экспериментальной биофизики РАН (Пушино). От имени сотрудников Института экспериментальной физики САН, Технического университета и Университета им. П. Й. Шафарика юбиляру была вручена памятная серебряная медаль Технического



Лаборатория физики высоких энергий им. В. И. Векслера и А. М. Балдина, 4 мая. Участники семинара, посвященного 10-летию образования ЛФВЭ

The Veksler and Baldin Laboratory of High Energy Physics, 4 May. Participants of the seminar on the 10th anniversary of the VBLHEP establishment



Лаборатория информационных технологий, 21 мая.
Семинар, посвященный 70-летию профессора
В. В. Иванова

The Laboratory of Information Technologies, 21 May.
The seminar on the 70th anniversary of the birthday
of Professor V. Ivanov

Reports on the main topics of scientific trends were delivered: “LHEP accelerator complex yesterday, today, tomorrow” (A. Tuzikov), “Cryogenic technology in high energy physics” (A. Konstantinov), “Studies of the properties of baryonic matter in collisions of relativistic ions” (V. Kireev), “Superconducting magnets in the NICA project” (D. Nikiforov).

On 14–18 May, the 11th traditional international school on nuclear physics “*JINR Days in Bulgaria*” was held at the Bulgarian skiing resort “Borovets”. Lecturers from the Joint Institute for Nuclear Research who represented all laboratories, the School organizers, over 40 students from Bulgaria, Macedonia, Greece and Turkey were accommodated in this picturesque resort.

This year, the listeners of lectures were students of Plovdiv University “Paisii Hilendarski”, the Technical University of Sofia, the South-West University “Neofit Rilski”, Sofia University “St. Kliment Ohridski”, and the Konstantin Preslavsky University of Shumen.

Members of the Organizing Committee Deputy Chairman of the Agency on Nuclear Regulation of Bulgaria A. Aleksiev, Director of the Institute of Nuclear Research and Nuclear Energy of BAS D. Tonev, and Professor of the Institute of Nuclear Research and Nuclear Energy of BAS Ch. Stoyanov opened the School. Along with the rich programme of the event, each evening the School participants had reunion dinner where they could continue their discussions and even have a dance. On the final day of the

School, the delegation of JINR met the organizers to make conclusions and discuss future plans.

For more than a decade this international school on nuclear physics has been very popular with Bulgarian students and students from neighbouring countries; it has become an essential part of their professional orientation. In the recent years Bulgarian school teachers also take part in it. Every year scientists from JINR Laboratories give lectures there familiarizing Bulgarian students, PhD physicists and teachers with topical issues of nuclear physics and their application and trends of scientific research at JINR.

On 21 May, *a seminar* was held at LIT *dedicated to the 70th anniversary of the birthday of the Chief Researcher of LIT Professor V. V. Ivanov*.

Colleagues in the laboratory prepared a congratulatory address for Viktor Vladimirovich with photographs of memorial events in his life. G. Adam read out several congratulation letters that were sent to the laboratory address. Plenipotentiaries of the Government of Armenia and the Government of Mongolia to JINR, friends and colleagues from the Centre of Quantum Information and Communications (Brussels, Belgium), MEPhI, St. Petersburg and Tver Universities, University of Peoples’ Friendship of Russia (PFUR), the Institute of Theoretical and Experimental Biophysics of RAS (Pushchino) congratulated V. Ivanov on the anniversary. On behalf of staff members of the Institute of Experimental Physics of SAS, the Technical University

университета (Кошице, Словакия). Прозвучали сердечные поздравления и пожелания от коллег из ЛИТ и других лабораторий Института.

С первым докладом в научной части семинара выступил сам юбиляр. Подробно проиллюстрированный фотографиями доклад охватил все ключевые события его жизни. Завершением семинара стали доклады коллег и учеников: «Новые методы анализа функциональных зависимостей и временных процессов» (А. В. Крянев), «Экспрессия генов и компьютерная математика: краткие заметки» (Р. В. Полозов), «На пути

к созданию J/e^+e^- триггера в эксперименте CBM» (О. Ю. Дереновская).

20 июня в Доме ученых ОИЯИ состоялся *юбилейный семинар, посвященный 90-летию профессора С. М. Биленького*. Организованный лабораториями теоретической физики и ядерных проблем семинар открыл директор Лаборатории теоретической физики профессор Д. И. Казаков.

Выступление Самоила Михелевича Биленького, посвященное многолетнему объекту его исследований, было названо им «Нейтрино в моей жизни».

Дубна, 20 июня. Семинар, посвященный 90-летию профессора С. М. Биленького



Dubna, 20 June. The seminar on the 90th anniversary of the birthday of Professor S. Bilenky

and P.J. Šafárik University V. Ivanov was awarded a silver commemorative medal of the Technical University of Košice. Colleagues from LIT and other JINR laboratories expressed their hearty congratulations.

In the scientific part of the seminar V. Ivanov was the first to make a report. His presentation was rich in photographs and overlapped all key events of his life. Then his colleagues and students took the floor and made their reports: “New methods of analysis of functional dependences and time processes” (A. Kryanov), “Gene expression and computer mathematics: brief notes” (R. Polozov), “To

the development of the J/e^+e^- trigger in the CBM experiment” (O. Derenovskaya).

On 20 June, *the jubilee seminar dedicated to the 90th anniversary of the birthday of S. M. Bilenky* was held at the JINR Scientists’ Club. It was organized by the Bogoliubov Laboratory of Theoretical Physics and the Dzhelepov Laboratory of Nuclear Problems and opened by Director of BLTP Professor D. Kazakov. Samoil Mihelevich in his turn dedicated his speech to the subject of his long-term research and called it “Neutrino in my life”.

В научной части семинара с докладом о достижениях и целях в физике нейтрино выступил профессор К. Джунти (INFN, Триест, Италия), несколько раз участвовавший в качестве приглашенного профессора в международных школах по физике нейтрино им. Бруно Понтекорво, организуемых ОИЯИ. Тему вклада юбиляра в исследовании загадочной частицы продолжил его ученик и коллега Ф. Шимковиц (ЛТФ ОИЯИ и Университет им. Я. Коменского, Братислава). Профессор А. Г. Ольшевский представил собравшимся в зале коллегам, друзьям, ученикам С. М. Биленького нейтринную программу ОИЯИ.

В завершение научной части семинара директор ОИЯИ академик В. А. Матвеев сердечно поздравил юбиляра, вручив посвященный ему фотоальбом, отпечатанный в Издательском отделе ОИЯИ и подготовленный сотрудниками научно-информационного отдела.

Professor K. Dzhunti (INFN, Italy, Trieste) as an invited specialist participated in several schools on neutrino physics that are organized by JINR and named after Bruno Pontecorvo. His report was devoted to achievements and tasks of neutrino physics. The topic of contribution of S. Bilenky to studies of the mysterious particle was continued by his student and colleague F. Šimkovic (BLTP JINR and Comenius University in Bratislava). Professor A. Olshevsky presented the JINR neutrino programme to colleagues, friends, and students of Samoil Mihelevich.

Academician V. Matveev concluded the scientific part of the seminar, heartily congratulated S. Bilenky and presented to him a photo album printed by the JINR Publishing Department and prepared by the JINR Scientific Information Department.

США и Индия подписали соглашение о сотрудничестве по физике нейтрино

16 апреля 2018 г. в Нью-Дели министр энергетики США Р. Перри и министр атомной энергии Индии д-р С. Басу подписали соглашение о расширении сотрудничества по основным научным исследованиям и технологическим проектам. Это соглашение открывает перед США и Индией возможности для сотрудничества в таких передовых новейших проектах физики нейтрино, как базовая нейтринная установка LBNF (<https://lbnf.fnal.gov/>) и международный проект подземного нейтринного эксперимента DUNE (<http://www.dunescience.org/>), которые проводятся Национальной ускорительной лабораторией им. Э. Ферми Министерства энергетики США и Нейтринной обсерваторией (INO), расположенной в Индии.

Эксперимент PROSPECT в Окриджской национальной лаборатории

В эксперименте PROSPECT (Precision Reactor Oscillation and Spectrum Experiment) завершена установка нового антинейтринного детектора, который будет искать проявления существования новой формы материи. Эксперимент проводится на высокопоточном изотопном реакторе (HFIR) в Окриджской национальной лаборатории Министерства энергетики США. Начался сбор данных для изучения электронных антинейтрино, которые получены в ядерных распадах на реакторе. Ведется поиск так называемых стерильных нейтрино и изучение процессов, лежащих в основе ядерных реакций, которые происходят на термоядерном реакторе. «Нейтрино — самые распространенные частицы во Вселенной, — сказал физик из Йельского университета К. Хеегер, главный исследователь и со-

U.S. and India Signed Agreement Providing for Neutrino Physics Collaboration

16 April, U.S. Secretary of Energy R. Perry and India's Atomic Energy Secretary Dr. S. Basu signed an agreement in New Delhi to expand the two countries' collaboration on world-leading science and technology projects. It opens the way for jointly advancing cutting-edge neutrino science projects under way in both countries: the Long-Baseline Neutrino Facility (<https://lbnf.fnal.gov/>) (LBNF) with the international Deep Underground Neutrino Experiment (DUNE (<http://www.dunescience.org/>)) hosted at Fermilab of the U.S. Department of Energy and the India-based Neutrino Observatory (INO).

PROSPECT Collaboration, Oak Ridge National Laboratory

The Precision Reactor Oscillation and Spectrum Experiment (PROSPECT) has completed the installation of a novel antineutrino detector that will probe the possible existence of a new form of matter. PROSPECT, located at the High Flux Isotope Reactor (HFIR) at the Department of Energy's Oak Ridge National Laboratory (ORNL), has begun taking data to study electron antineutrinos that are emitted from nuclear decays in the reactor to search for the so-called sterile neutrinos and to learn about the underlying nuclear reactions that power fission reactors. "Neutrinos are among the most abundant particles in the Universe," said Yale University physicist K. Heeger, principal investigator and co-spokesperson for PROSPECT. "The discovery of neutrino

руководитель эксперимента PROSPECT. — Открытие нейтринных осцилляций распахнуло новое окно в физике за пределами Стандартной модели. Изучение антинейтрино в эксперименте PROSPECT позволяет осуществлять поиск ранее ненаблюдаемых частиц, так называемых стерильных нейтрино...»

За прошедшие несколько лет в некоторых нейтринных экспериментах на ядерных реакторах было зарегистрировано меньше антинейтрино, чем предполагали ученые, и энергия нейтрино не отвечала их ожиданиям. Это, наряду с ранее полученными аномальными результатами, навело ученых на мысль,

что часть антинейтрино может трансформироваться в стерильные нейтрино, которые оставались не замеченными в прежних экспериментах.

Начались работы по главной модернизации ускорителя частиц LHC

В ЦЕРН прошла беспрецедентная церемония по поводу начала строительных работ на ускорителе частиц LHC. Модернизация увеличит потенциал ускорителя для новых открытий в физике, начиная с 2026 г. «Проект HiLumi позволит нам получить гораздо больше информации с LHC, чем мы могли до

ЦЕРН, 15 июня. Церемония начала строительных работ по модернизации LHC (фото ЦЕРН)



CERN, 15 June. The start of the civil engineering works on the LHC upgrade was marked with a ceremony (image copyright CERN)

oscillation has opened a window to physics beyond the Standard Model of physics. The study of antineutrinos with PROSPECT allows us to search for a previously unobserved particle, the so-called sterile neutrino.”

Over the past few years several neutrino experiments at nuclear reactors have detected fewer antineutrinos than scientists had predicted, and the energy of the neutrinos did not match expectations. This, in combination with earlier anomalous results, led to the hypothesis that a fraction of electron antineutrinos may transform into sterile neutrinos that would have remained undetected in previous experiments.

Work has begun on a major upgrade to the Large Hadron Collider (LHC) particle smasher

CERN held a ground-breaking ceremony to mark the beginning of civil engineering works at the particle smasher of the LHC.

The upgrade will boost the accelerator’s potential for new discoveries in physics, starting in 2026.

“The HiLumi project will allow us to get a lot more out of the LHC than we have been able to get so far,” said theoretical physicist Prof. J. Ellis.

“It’s going to enable us to probe much deeper into the history of the Universe, look at very rare processes

этого делать, — сказал физик-теоретик профессор Дж.Эллис. — Этот проект даст нам возможность проникнуть гораздо глубже в историю Вселенной, взглянуть на очень редкие процессы и заниматься физикой частиц гораздо более детально, чем на обычном LHC».

Начаты работы по модернизации установки для перспективных ускорительных тестовых экспериментов в Национальной ускорительной лаборатории SLAC (США)

В Национальной ускорительной лаборатории SLAC Министерства энергетики США начаты работы по сборке новой установки для передовых технологий, которые, возможно, помогут создать ускорители будущего в 100 и даже 1000 раз меньшего размера, но гораздо более эффективные в работе. Это проект модернизации установки для перспективных ускорительных тестовых экспериментов (FACET), которая работала с 2011 по 2016 г. Как и ее предшественница, FACET-II будет создавать пучки высокоэнергетических электронов, но они будут значительно лучшего качества. Эти пучки будут преимущественно использоваться для разработки методов ускорения плазмы, что позволит создать коллайдеры частиц нового поколения, с помощью которых ученые будут изучать фундаментальные частицы и силы, а новые рентгеновские лазеры предоставят уникаль-

and study particle physics in much more detail than the regular LHC.”

Work has begun on an upgrade to the Facility for Advanced Accelerator Experimental Tests at SLAC National Accelerator Laboratory

The Department of Energy's SLAC National Accelerator Laboratory has started to assemble a new facility for revolutionary accelerator technologies that could make future accelerators 100 to 1000 times smaller and boost their capabilities.

The project is an upgrade to the Facility for Advanced Accelerator Experimental Tests (FACET), a DOE Office of Science user facility that operated from 2011 to 2016. FACET-II will produce beams of highly energetic electrons like its predecessor, but with even better quality. These beams will primarily be used to develop plasma acceleration techniques, which could lead to next-generation particle colliders that enhance our understanding of nature's fundamental particles and forces, and novel X-ray lasers that provide us with unparalleled views of ultrafast processes in the atomic world around us.

The DOE has now approved the \$26 million project. The new facility, which is expected to be completed by the end of 2019, will also operate as an Office of Science user facility — a federally sponsored facility for

ные данные об ультрабыстрых процессах на атомном уровне.

Министерство энергетики США выделило 26 млн долларов на проект. Ожидается, что новая установка заработает к концу 2019 г. Она будет работать как пользовательская установка Министерства науки США — с федеральной поддержкой для передовых ускорительных исследований на конкурсной рецензионной основе для ученых со всего мира.

Астрографический телескоп им. Энни Мондер установлен в Королевской обсерватории (Гринвич, Великобритания)

На обратной стороне Луны есть кратер Мондер, названный в честь двух британских астрономов — Энни и Уолтера Мондер.

Энни Скот Дилл Рассел родилась в 1868 г. в Страбана (Северная Ирландия). Она получила грант на обучение в Гиртон-колледже в Кембридже и стала одной из первых женщин-ученых, работавших в Королевской обсерватории в Гринвиче. В конце XIX в. Энни работала вместе со своим мужем У.Мондером, регистрируя темные пятна, которыми усыпано Солнце. Имя Мондер по-прежнему хорошо



Энни Мондер

Annie Maunder

advanced accelerator research available on a competitive, peer-reviewed basis to scientists from around the world.

The Annie Maunder Astrographic Telescope (AMAT) installed at the Royal Observatory, Greenwich, UK

On the far side of the Moon lies the Maunder crater, named after two British astronomers — Annie and Walter Maunder.

Annie Scott Dill Russell was born in 1868 in Strabane.

She won a scholarship to Girton College, Cambridge, and became one of the first female scientists to work at the Royal Observatory, Greenwich. Annie worked alongside her husband W. Maunder at the end of the 19th century, recording the dark spots that pepper the Sun.

известно в научных кругах, однако упоминание об Энни каким-то образом исчезло из истории.

В исторической обители астрономических исследований Британии недавно установлены новые телескопы в «Grade II Altazimuth Pavilion», в котором также была проведена реставрация. Эта установка названа в честь Энни Мондер — одной из первых женщин-ученых, которая сделала важнейшие открытия в исследованиях Солнца. Этими приборами смогут пользоваться не только профессионалы, но и любители и школьники.

Астрографический телескоп Энни Мондер (AMAT) — это четыре прибора в одной установке. В нее входят три рефрактора вокруг телескопа Шмидта-Кассегрена с апертурой 14 дюймов (35,5 см). Пользователи смогут изучать Солнце и планеты Солнечной системы, а также заглядывать дальше, на далекие звезды и планетарные туманности (большие скопления газа и пыли).

По материалам пресс-релиза
Национальной ускорительной лаборатории SLAC,
интернет-сайта BBC,
интернет-сайта «Interactions collaboration»

The name Maunder is still known in scientific circles, yet Annie has somehow slipped from history.

British astronomy's historic home has installed new telescopes in its Grade II Altazimuth Pavilion, which has also undergone a restoration. The new facility is to be named after Annie Maunder, one of the first female scientists who made key discoveries about the Sun. Professionals, amateurs and school children will use the instruments.

The Annie Maunder Astrographic Telescope (AMAT) is actually a four-in-one instrument. It comprises three smaller refractors around a top-end, 14-inch (35.5 cm) aperture Schmidt-Cassegrain telescope. Users will be able to study the Sun and the planets in our Solar System, but also look beyond to more distant stars and planetary nebulae (great clouds of gas and dust). For the system to be used to look at the Sun is particularly apt in the context of Annie Maunder.

Source: press release of SLAC
National Accelerator Laboratory,
BBC Science News website,
Interactions collaboration

□ VII International Pontecorvo Neutrino Physics School, Prague, Czech Republic, Aug. 20 – Sept.1, 2017: Proceedings of Student Poster Session / International Pontecorvo Neutrino Physics School (7; 2017; Prague); Ed.: F.Simkovic. — Dubna: JINR, 2018. — 176, [1] p.: ill. — (JINR; E1,2,4-2018-10). — Bibliogr.: end of papers.

□ Fundamental Interactions & Neutrons, Nuclear Structure, Ultracold Neutrons, Related Topics: XXV International Seminar on Interaction of Neutrons with Nuclei, Dubna, Russia, May 22–26, 2017: Proceedings of the Seminar. — Dubna: JINR, 2018. — 422 p.: ill. — (JINR; E3-2018-12). — Bibliogr.: end of papers. — Spread head: ISINN-25. Neutron Spectroscopy, Nuclear Structure, Related Topics.

□ New Trends in High-Energy Physics: Proceedings of the Conference, Budva, Becici, Montenegro, 2–8 October 2016. — Dubna: JINR, 2018. — 321 p.: ill. — (JINR; E1,2-2018-14). — Bibliogr.: end of papers.

□ *Бедняков В.А., Будагов Ю.А., Кухтин В.В., Русакович Н.А., Челпаков А.П., Шелков Г.А., Храмов Е.В.* Объединенный институт ядерных исследований в эксперименте ATLAS. 1992–2015 гг. — Дубна: ОИЯИ, 2018. — 280 с.: цв. ил. — (ОИЯИ; 2017-45). — Библиогр.: с. 240–280.

Bednyakov V., Budagov Yu., Kukhtin V., Russakovich N., Cheplakov A., Shelkov G., Khramov E. Joint Institute for Nuclear Research in the ATLAS Experiment. 1992–2015. — Dubna: JINR, 2018. — 280 p.: col. ill. — (JINR; 2017-45). — Bibliogr.: p. 240–280.

□ Проблемы химической защиты и репарации при радиационных воздействиях. Международная конференция, Дубна, 30–31 мая 2018 г.: тезисы докладов. — Дубна: ОИЯИ, 2018. — 181 с. — (ОИЯИ; 2018-26). — Библиогр. в конце докладов.

Radiation Exposure-Related Problems of Chemical Protection and Repair. International conference, Dubna, 30–31 May 2018: theses. — Dubna: JINR, 2018. — 181 p. — (JINR; 2018-26). — Bibliogr. end of papers.

□ Samoil Bilenky: To the 90th Anniversary of the Birthday / Joint Institute for Nuclear Research; Comp.: A. Olshevsky, A. Bolshakova, B. Starchenko, I. Shcherbakova; Transl.: I. Kronshtadtova; Comp. of bibliogr.: V. Litsitis, E. Ivanova. — Dubna: JINR, 2018. — 85 p.: ill. — Bibliogr. of works of S. Bilenky: p. 53–85.

□ International Workshop on Biomonitoring of Atmospheric Pollution (8; 2018; Dubna). The 8th International Workshop on Biomonitoring of Atmospheric Pollution (BIOMAP 8), Dubna, July 2–7, 2018: Programme & Abstracts. — Dubna: JINR, 2018. — 83 p.: ill. — (JINR; E18-2018-32). — Bibliogr.: end of papers.