

Лаборатория теоретической физики им. Н. Н. Боголюбова

За последние 85 лет количество известных нуклидов увеличилось более чем в десять раз: в настоящее время известно около 4000 изотопов 118 элементов. Этим значительным прогрессом мы обязаны открытию новых типов реакций, созданию мощных ускорителей и экспериментальных методов разделения и идентификации продуктов реакций. Предсказания моделей показывают, что еще около 4000 нуклидов ждут своего открытия. Самая обширная неисследованная территория нейтроноизбыточных ядер расположена в верхней половине диаграммы нуклидов. Ее исследование позволит получить ответы на такие фундаментальные вопросы ядерной физики, как определение границ стабильности атомных ядер, механизм синтеза элементов во Вселенной и эволюция звезд. Возможности изучения этих ядер в настоящее время ограничены интенсивностями пучков и/или отсутствием соответствующих методов их получения и идентификации. Последнее особенно касается новых нейтроноизбыточных изотопов трансурановых и сверхтяжелых элементов. Для расширения этой области в настоящее время предлагаются реакции многонуклонных передач и реакции полного слияния с использованием радиоактивных пучков. Но в какой степени перспектив-

ны эти подходы? На основе современного состояния экспериментальных и теоретических методов рассмотрены следующие вопросы: где мы в настоящее время находимся на нашем пути к новой территории на карте нуклидов, как велики шансы достичь ее в будущем и с какими вызовами нам придется столкнуться.

Adamian G. G., Antonenko N. V., Diaz-Torres A., Heinz S. How to Extend the Chart of Nuclides? // *Eur. Phys. J. A.* 2020. V. 56. P. 47.

Предложен метод генерации реалистичных структур фторированного графена, базирующийся на результатах стохастических молекулярно-динамических расчетов. Электронные свойства таких структур рассчитаны в широком интервале значений концентрации атомов фтора, а также при различной степени их упорядочения. Обнаружено соответствие между нерегулярностью расположения атомов фтора и электронными свойствами. Предложенное рассмотрение позволило воспроизвести два экспериментальных наблюдения в данном материале, а именно электрон-дырочную асимметрию транспортных свойств и пик в проводимости при концентрации фтора около 10 %.

Yamaletdinov R. D., Katkov V. L., Nikiforov Ya. A., Okotrub A. V., Osipov V. A. Effect of Fluorine Patterns on Electronic Transport in Fluorinated Graphene. <https://doi.org/10.1002/adts.201900199>.

Bogoliubov Laboratory of Theoretical Physics

In the past 85 years the number of known nuclides increased by more than a factor of ten, resulting in 4000 presently known isotopes of 118 elements. We owe this considerable progress to the discovery of new reaction types along with the development of powerful accelerators and experimental techniques for separation and identification of reaction products. Model predictions indicate that still about 4000 nuclides are waiting for their discovery. The vastest unexplored territory is located on the neutron-rich side in the upper half of the chart of nuclides and hides the answers to some of the most fundamental questions of nuclear physics like the limits of nuclear stability, element synthesis in the universe or stellar evolution. The access to these nuclei is presently limited by available beam intensities and/or the lack of appropriate methods for their production and identification. The latter concerns particularly new neutron-rich isotopes of transuranium and superheavy elements. To extend this area, multinucleon transfer reactions and the application of fusion reactions with radioactive ion beams are presently proposed. But how promising

are these approaches? Based on a survey of the present-day knowledge, we will treat the questions where we currently are on our journey towards a new territory on the chart of nuclides, what the chances are to gain a new territory in the future and what challenges we will have to face.

Adamian G. G., Antonenko N. V., Diaz-Torres A., Heinz S. How to Extend the Chart of Nuclides? // *Eur. Phys. J. A.* 2020. V. 56. P. 47.

Within the framework of stochastic reactive molecular dynamics simulations, a statistical method for generating fluorinated graphene structures with desirable fluorine distribution is developed. Electronic transport properties of fluorinated graphene in a wide range of functionalization degrees and system ordering are investigated. A strong correlation between irregularities in fluorine distribution and electronic properties is found. In particular, the proposed consideration allows for the reproduction of both the experimentally observed electron-hole asymmetry in transport properties of fluorinated graphene and a recently revealed conductivity peak at 10% fluoride content.

Yamaletdinov R. D., Katkov V. L., Nikiforov Ya. A., Okotrub A. V., Osipov V. A. Effect of Fluorine Patterns on Electron-

Кинетическое уравнивание плотности материи и барионной плотности, достигаемое в центральной области сталкивающихся ядер Au + Au в области энергий $\sqrt{s_{NN}} = 3,3\text{--}39$ ГэВ, исследуется в рамках модели трехжидкостной динамики. Обнаружено, что кинетическое уравнивание происходит быстрее при больших энергиях столкновения: время уравнивания (в с.ц.м. сталкивающихся ядер) растет от ~ 5 фм/с при $\sqrt{s_{NN}} = 3,3$ ГэВ до ~ 1 фм/с при 39 ГэВ. Химическое уравнивание и, следовательно, термализация, длится дольше. Утверждается, что представленная временная эволюция средней плотности барионов и плотности энергии в центральной области является необходимой предпосылкой для правильного воспроизведения объемных наблюдаемых в центральной области быстрой. Для информативного сравнения различных моделей полезно вычислять инвариантный 4-объем (V4), где собственная плотность уравновешенной материи превосходит определенное значение. Преимущество этого 4-объема состоит в том, что он не зависит от специфического выбора 3-объема в различных исследованиях, причем учитывается время жизни области с высокой плотностью, также имеющее значение. 4-объем $V4 = 100$ фм⁴/с выбран для сравнения барионной плотности, достигаемой при различных

энергиях. Обнаружено, что наибольшая собственная барионная плотность растет с ростом энергии соударения от $n_B/n_0 \approx 4$ при 3,3 ГэВ до $n_B/n_0 \approx 30$ при 39 ГэВ. Эти наибольшие плотности достигаются в центральной области системы, образованной в результате соударения.

Ivanov Yu. B., Soldatov A. A. Equilibration and Baryon Densities Attainable in Heavy-Ion Collisions // Phys. Rev. C. 2020. V. 101, No. 2. P. 024915.

Изучена $N = 2$ суперсимметричная гиперболическая модель Калоджеро–Сазерленда, полученная в работе С. Федорука, Е. Иванова, О. Лехтенфельда (Nucl. Phys. B. 2019. V. 944. P. 114633) путем калибровки $N = 2$ суперполевого матричного системы. Найдены классические и квантовые генераторы $N = 2$ суперсимметрии. Установлено различие в структуре классических и квантовых суперзарядов. Показано, что в отличие от классических суперзарядов квантовые генераторы суперсимметрии могут быть ограничены инвариантным подсектором, который не содержит недиагональных фермионных операторов. Построена пара Лакса для суперсимметричного обобщения гиперболической системы Калоджеро–Сазерленда.

Fedoruk S. N = 2 Supersymmetric Hyperbolic Calogero–Sutherland Model // Nucl. Phys. B. 2020. V. 953. P. 114977.

ic Transport in Fluorinated Graphene. <https://doi.org/10.1002/adts.201900199>.

Kinetic equilibration of the matter and baryon densities attained in the central region of colliding Au+Au nuclei in the energy range of $\sqrt{s_{NN}} = 3.3\text{--}39$ GeV is examined within the model of the three-fluid dynamics. It is found that the kinetic equilibration is faster at higher collision energies: the equilibration time (in the c.m. frame of colliding nuclei) rises from ~ 5 fm/c at $\sqrt{s_{NN}} = 3.3$ GeV to ~ 1 fm/c at 39 GeV. The chemical equilibration, and thus thermalization, takes longer. We argue that the presented time evolution of the net-baryon and energy densities in the central region is a necessary prerequisite of a proper reproduction of bulk observables in midrapidity. We suggest that for an informative comparison of predictions of different models it is useful to calculate an invariant 4-volume (V4), where the proper density of the equilibrated matter exceeds a certain value. The advantage of this 4-volume is that it does not depend on a specific choice of the 3-volume in different studies and takes into account the lifetime of the high-density region, which also matters. The 4-volume $V4 = 100$ fm⁴/c is chosen to compare the baryon densities

attainable at different energies. It is found that the highest proper baryon density increases with the collision energy rise, from $n_B/n_0 \approx 4$ at 3.3 GeV to $n_B/n_0 \approx 30$ at 39 GeV. These highest densities are achieved in the central region of a colliding system.

Ivanov Yu. B., Soldatov A. A. Equilibration and Baryon Densities Attainable in Heavy-Ion Collisions // Phys. Rev. C. 2020. V. 101, No. 2. P. 024915.

The $N = 2$ supersymmetric hyperbolic Calogero–Sutherland model obtained in the paper by S. Fedoruk, E. Ivanov, O. Lechtenfeld (Nucl. Phys. B. 2019. V. 944. P. 114633) by gauging the $N = 2$ superfield matrix system is studied. Classical and quantum $N = 2$ supersymmetry generators are found. The difference in the structure of classical and quantum supercharges is established. It is shown that, unlike classical supercharges, quantum supersymmetry generators can be limited to an invariant sub-sector that does not contain off-diagonal fermion operators. The Lax pair for supersymmetric generalization of the hyperbolic Calogero–Sutherland system is constructed.

Fedoruk S. N = 2 Supersymmetric Hyperbolic Calogero–Sutherland Model // Nucl. Phys. B. 2020. V. 953. P. 114977.

Лаборатория ядерных проблем им. В. П. Дзелепова

Строящийся байкальский нейтринный телескоп Байкал-GVD предназначен для регистрации и исследования потоков нейтрино сверхвысоких энергий от астрофизических источников. С его помощью ученые планируют исследовать процессы с огромным выделением энергии, которые происходили во Вселенной в далеком прошлом. Одной из загадок современной астрофизики является механизм рождения во Вселенной нейтрино, в миллиарды раз более энергичных, чем солнечные нейтрино, и байкальский нейтринный телескоп, благодаря своим уникальным характеристикам, может пролить свет на эту тайну. Байкал-GVD является уникальной научной установкой и, наряду с телескопами IceCube, ANTARES и KM3NeT, входит в Глобальную нейтринную сеть (GNN) как важнейший элемент в Северном полушарии Земли.

По проекту объем готовой установки на озере Байкал должен составить порядка одного кубического километра. Байкальский нейтринный телескоп устанавливается на расстоянии 3,5 км от берега на глубине 750–1300 м в Южной котловине озера Байкал. Монтаж установки производится со льда, что является важным преимуществом байкальского проекта по сравнению

с другими проектами, где телескопы разворачиваются непосредственно с морских судов.

С 17 февраля по 10 апреля 2020 г. был осуществлен монтаж двух новых кластеров оптических модулей, шестого и седьмого из двенадцати. Эффективный объем установки вырос до 0,35 км³. Несмотря на тяжелые аномальные природные условия, за время этой экспедиции были установлены не только два новых кластера, но и экспериментальная технологическая гирлянда, оснащенная пятью калибровочными лазерными источниками света. Выбранная конфигурация расположения лазеров обеспечивает возможность калибровки всех каналов кластера. Первичное тестирование лазерных источников света показало их полную работоспособность. Программа экспедиции 2020 года выполнена полностью.

Всего в экспедиции участвовало 60 научных сотрудников, инженеров, техников, рабочих, включая волонтеров. Среди них три специалиста из зарубежных организаций. В международную научную коллаборацию Байкал-GVD 2020 г. вошли Институт ядерных исследований РАН (Москва), Объединенный институт ядерных исследований (Дубна), Иркутский государственный университет, Нижегородский государственный технический университет, Санкт-Петербургский

Dzhelepov Laboratory of Nuclear Problems

The Baikal-GVD neutrino telescope is designed for detecting and studying high-energy neutrino fluxes from astrophysical sources. Scientists plan to explore the processes of an enormous energy release that took place in the Universe long ago. One of the riddles in contemporary astrophysics is the mechanism of production of the neutrinos milliard times more energetic than solar neutrinos. And the Baikal neutrino telescope, due to its exceptional characteristics, can shed light on this mystery. Baikal-GVD is a unique scientific facility and, together with the telescopes IceCube, ANTARES and KM3NeT, is part of the Global Neutrino Net (GNN) as a most important element in the Northern Hemisphere of the Earth.

According to the project, the volume of the completed facility in Lake Baikal should be about one cubic kilometer. The Baikal neutrino telescope is installed 3.5 km from the shore 750–1300 m deep in the Southern basin of the lake. The assembling of the facility is done from the ice that is an important advantage in comparison with other projects where telescopes are installed in the sea vessels.

From 17 February to 10 April, two new clusters of optical modules were installed, the sixth and the seventh out of twelve. The effective volume of the facility expanded up to 0.35 km³. Despite hard natural conditions during this expedition not only two new clusters were installed but also an experimental technological garland with five calibration laser light sources. The chosen configuration of the laser location provides an opportunity to calibrate all cluster channels. The primary testing of the laser light sources showed their total capacity. The programme of the expedition 2020 is accomplished in full.

On the whole, 60 researchers, engineers, technicians and workers, including volunteers, participated in the expedition. There were three specialists from foreign institutions among them. The International Scientific Baikal-GVD Collaboration comprises the Institute for Nuclear Research of RAS (Moscow), the Joint Institute for Nuclear Research (Dubna), Irkutsk State University, Nizhny Novgorod State Technical University, St. Petersburg State Marine Technical University, the Institute of Experimental and Applied Physics of the Czech Technical University in Prague, the Faculty of Mathematics, Physics and Informatics of the Comenius University in Bratislava



Монтаж центра нового, седьмого кластера под руководством
И. А. Белолаптиева

Mounting the central part of the new, seventh cluster under the
guidance of I. A. Belolaptikov



Участники экспедиции 2020 г. по строительству
глубоководного нейтринного телескопа Байкал-GVD
(фото Б. Шайбонова)

Participants of the 2020 expedition for the construction
of the deep water neutrino telescope Baikal-GVD
(photo by B. Shajbonov)

государственный морской технический университет, Институт экспериментальной и прикладной физики Чешского технического университета (Прага, Чехия), факультет математики, физики и информатики Университета им. Я. Коменского (Братислава, Словакия), Институт ядерной физики Польской академии наук (Краков, Польша), компания EvoLogics GmbH (Берлин, Германия).

Лаборатория информационных технологий

Предложен новый алгоритм для представления полиномов в задачах вычисления инволютивных базисов и базисов Грёбнера систем нелинейных полиномиальных уравнений. В данном алгоритме все полиномы, которые необходимы для вычислений, представлены в виде единой таблицы, столбцы которой сопоставлены с мономами, в данный момент входящими в базис, а строки — с полиномами. В ячейках таблицы находятся коэффициенты при мономах в конкретном полиноме. Для обеспечения произвольного доступа по мономам и более простой работы с данными к таблице привязано несколько более сложных структур: связанный список мономов, отсортированных по убыванию согласно используемому упорядочению, задающий

соответствие между мономом и номером его столбца в таблице, хэш-таблица по ключу-моному, выдающему номер его столбца в таблице, и еще одна хэш-таблица, по номеру столбца выдающая моном, ему соответствующий. Такой структуры данных вполне достаточно для реализации алгоритма вычисления базиса.

Показано, что вычисления с таблицей можно частично перенести на GPU, что является, насколько известно автору, первым случаем GPU-ускоренного вычисления базиса Грёбнера. Вычисления на GPU с помощью данной структуры имеют меньше промахов кэша по сравнению с традиционными структурами данных, тесты показывают сравнимую скорость выполнения вычислений в большинстве случаев и большой выигрыш на некоторых примерах.

Янович Д. А. Вычисление инволютивных базисов и базисов Грёбнера, используя табличное представление полинома // Программирование. 2020. Т. 46, № 2. С. 67–72.

Анализируется проблема квантово-механического описания околорезонансного слияния тяжелых ядер, происходящего в условиях сильной связи их относительного движения с поверхностными колебаниями. С этой целью предложен эффективный метод конечных элементов для численного решения системы связанных уравнений Шредингера с граничными услови-

(Slovakia), the Institute of Nuclear Physics of the Polish Academy of Sciences (Krakow, Poland), and EvoLogics GmbH (Berlin, Germany).

Laboratory of Information Technologies

A new algorithm for representing polynomials in computations of involutive and Gröbner bases of systems of nonlinear polynomial equations is proposed. In this algorithm, all polynomials that are necessary for calculations are presented in the form of a unified table, the columns of which are assigned to monomials that are currently included in the basis, and the rows correspond to the polynomials. The table cells contain the coefficients of the monomials. To ensure random access to the coefficients of the polynomial by its monomials and to simplify the work with data, some more structures are added to this table: a linked list of monomials arranged in descending order of some ordering, each element of which is assigned to the index of its column in the table; a hash table that, given the key-monomial, produces the index of its column in the table and another hash table that, given the column index in the table, produces the corresponding monomial. Such

a data structure is enough to implement a basis calculation algorithm.

It is shown that calculations with a table can be partially transferred to GPU, which is, as far as the author knows, the first case of GPU-accelerated calculations of the Gröbner basis. Computations on CPU using this structure have fewer cache misses, compared to traditional data structures; tests show a comparable speed of calculations in most cases and a big gain in some examples.

Yanovich D. Computation of Involutive and Gröbner Bases Using a Tabular Representation of Polynomials // Program. Comput. Software. 2020. V. 46, No. 2. P. 67–72.

The problem of a quantum-mechanical description of a near-barrier fusion of heavy nuclei, which occurs at strong coupling of their relative motion to surface vibrations, is analyzed. To this end, an efficient finite-element method is proposed for numerically solving coupled Schrödinger equations with boundary conditions corresponding to total absorption. The method allows us to eliminate the instabilities in numerical solutions that appear at a large number of coupled channels in some reactions. To illustrate the validity of our approach, the results of the fusion cross

ями, соответствующими полному поглощению. Метод позволяет устранять неустойчивости в численных решениях, возникающие при большом количестве связанных каналов в некоторых реакциях. Чтобы проиллюстрировать обоснованность метода, результаты по сечениям слияния реакций $^{64}\text{Ni} + ^{100}\text{Mo}$ и $^{36}\text{S} + ^{48}\text{Ca}$ были пересмотрены. Полученные результаты замечательно согласуются с имеющимися экспериментальными данными. Установлено, что можно воспроизвести экспериментальные данные с помощью потенциала Вудса–Саксона без введения отталкивающих ядер. Показано, что сечения слияния при глубоких суббарьерных энергиях чувствительны к профилю потенциального кармана.

Wen P.W. et al. Near-Barrier Heavy-Ion Fusion: Role of Boundary Conditions in Coupling of Channels // Phys. Rev. C. 2020. V. 101. P. 014618.

Разработан рабочий прототип геометрической базы данных (Geometry Database) для эксперимента BM@N проекта NICA. Основной целью этой базы данных является централизованное хранение геометрии BM@N, предоставление удобных средств для управления данными о геометрических модулях, сборке различных версий установки BM@N из мо-

дулей и дополнительных файлов. Разработанная информационная система включает в себя базу данных, интуитивный и компактный графический интерфейс, а также программный интерфейс в виде набора макросов. В данной разработке был применен опыт работы с Geometry Database для эксперимента CBM, а улучшения графического интерфейса были выполнены на основе требований пользователей BM@N. Прототип Geometry Database был введен в эксплуатацию.

Akishina E. et al. Development of the Geometry Database for the BM@N Experiment of the NICA Project // Eur. Phys. J. Web of Conf., Conf. MMCP 2019. 2020. V. 226. 03001.

На основе технологий MPI и OpenMP разработана параллельная реализация метода расчета вещественной части оптического ядро-ядерного потенциала в рамках микроскопической модели двойного фолдинга. Тестовые расчеты полного сечения реакции $^6\text{He} + ^{28}\text{Si}$ при энергии 50 МэВ показывают, что оба метода вполне эффективны и обеспечивают более чем 20-кратное ускорение вычислений по сравнению с последовательным режимом счета. Расчеты выполнены на кластере HybriLIT Многофункционального информационно-вычислительного комплекса Лаборатории информационных технологий ОИЯИ. Пакет компью-

section of the $^{64}\text{Ni} + ^{100}\text{Mo}$ and $^{36}\text{S} + ^{48}\text{Ca}$ reactions have been re-examined. The obtained results demonstrate a remarkable agreement with the available experimental data. It is found that experimental data can be reproduced with the use of the Woods–Saxon potential, without introducing repulsive cores. It appears that fusion cross sections at deep sub-barrier energies are sensitive to the potential pocket profile.

Wen P.W. et al. Near-Barrier Heavy-Ion Fusion: Role of Boundary Conditions in Coupling of Channels // Phys. Rev. C. 2020. V. 101. P. 014618.

A workable prototype of the Geometry Database for the BM@N experiment of the NICA project has been developed. The main goal of the database is to provide a central storage of the BM@N geometries, convenient tools for managing its geometry modules, various software assembling versions of the BM@N setup from geometry modules and additional files. The developed information system includes a database, an intuitive and compact Graphical User Interface (GUI) and Application Programming Interface (API) tools as a set of ROOT macros. The experience of the Geometry Database design for the CBM experiment

has been applied to this development, and GUI improvements have been made on the basis of BM@N users' requirements. The Geometry Database prototype has been put into operation.

Akishina E. et al. Development of the Geometry Database for the BM@N Experiment of the NICA Project // Eur. Phys. J. Web of Conf., Conf. MMCP 2019. 2020. V. 226. 03001.

On the basis of MPI and OpenMP technologies, a parallel implementation of the method for calculating the real part of the nucleus–nucleus optical potential within the microscopic double-folding model has been developed. Test calculations of the total cross section of the $^6\text{He} + ^{28}\text{Si}$ scattering at an energy of 50 MeV show that both techniques are quite efficient, with more than 20 times speedup of calculations in comparison with the serial mode. The calculations have been performed on the HybriLIT cluster of the Multifunctional Information and Computing Complex of the Laboratory of Information Technologies of JINR. The package of computer codes DFM-POTM, including the serial C++ code, the MPI code and the OpenMP code, is freely available at the JINRLIB library of JINR.

терных кодов DFM-POTM, включающий последовательный код на C++, MPI-код и OpenMP-код, передан для свободного доступа в библиотеку электронных программ JINRLIB ОИЯИ.

Bashashin M., Zemlyanaya E., Lukyanov K. Double-Folding Nucleus–Nucleus Optical Potential: Parallel MPI and OpenMP Implementations // Eur. Phys. J. Web of Conf. EDP Sci. 2020. V. 226. 02004.

Лаборатория нейтронной физики им. И. М. Франка

В ЛНФ в отделе комплекса спектрометров реактора ИБР-2 разработан программный комплекс, предназначенный для управления и контроля работы криогенного замедлителя реактора ИБР-2. Комплекс

криогенных замедлителей представляет собой сложную систему, основное назначение которой обеспечивать пользователей физических установок реактора пучками холодных нейтронов. Спектральные характеристики такого пучка нейтронов на выходе из замедлителя соответствуют той температуре, при которой происходит процесс термализации, и часто экспериментаторам, работающим на выведенных пучках, требуются именно такие нейтроны, энергии которых имеют распределение с максимумом в области 20–100 К. Естественно, что управление такой сложной системой, работающей к тому же в высоких радиационных полях, является жизненно важной задачей.

Разработанный программный комплекс позволяет дистанционно контролировать процесс пневмотранспортировки замедляющего материала (шариков смеси

Лаборатория нейтронной физики им. И. М. Франка, 22 января.
Общелабораторный семинар, посвященный 75-летию А. М. Балагурова



The Frank Laboratory of Neutron Physics, 22 January.
General laboratory seminar dedicated to the 75th anniversary of A. M. Balagurov

Bashashin M., Zemlyanaya E., Lukyanov K. Double-Folding Nucleus–Nucleus Optical Potential: Parallel MPI and OpenMP Implementations // Eur. Phys. J. Web of Conf. EDP Sci. 2020. V. 226. 02004.

Frank Laboratory of Neutron Physics

A software package designed to control the operation of cryogenic moderators of the IBR-2 reactor was developed in the IBR-2 Spectrometer's Complex Department

of JINR FLNP. The complex of cryogenic moderators is a complex system aimed to provide users of the IBR-2 instruments with cold neutron beams. The spectral characteristics of these beams at the exit from the moderator correspond to the temperature of thermalization process, and often, experimenters working on extracted beams require precisely these neutrons with the energy distribution with the maximum in the region of 20–100 K. Naturally, the control over this complex system operating in high radiation fields is of vital importance.

ароматических углеводородов мезитилена и метаксилола диаметром ~4 мм) в камеру замедлителя у активной зоны реактора, расход транспортирующего газа (гелия) в трубопроводе, показания температуры и давления в системе, а также управлять различными клапанами и вентилями вакуумной и криогенной системы комплекса.

Комплекс имеет иерархическую структуру, унифицированный протокол взаимодействия с программными модулями на основе быстрого хранилища данных. Благодаря наличию конфигурационного файла его легко адаптировать к использованию на одном из трех криогенных замедлителей, работающих в настоящее время на реакторе ИБР-2. Графический интерфейс позволяет пользователю наблюдать за показаниями датчиков, которые отображаются на мнемонической схеме замедлителя, видеть графики изменения температуры в контрольных точках замедлителя и управлять всеми системами замедлителя.

Лаборатория радиационной биологии

За цикл работ «Исследование закономерностей и механизмов формирования молекулярных нарушений в генетических структурах клеток человека и млекопи-

тающих при действии ускоренных тяжелых ионов низких и промежуточных энергий» его авторам: А. В. Бореико, Т. С. Булановой, М. Г. Заднепрянец, Е. А. Красавину, Е. А. Кругляковой, Е. В. Смирновой, Г. Н. Тимошенко — присуждена первая премия ОИЯИ в области научно-технических прикладных работ.

Данные работы были направлены на изучение закономерностей и механизмов формирования повреждений ДНК в клетках человека и млекопитающих при действии ионизирующих излучений разного качества: ускоренных тяжелых ионов, протонов и γ -квантов. Работы выполнены с использованием пучков заряженных частиц, генерируемых ускорителями ОИЯИ, с применением высокоэффективных методов анализа повреждений генетических структур клеток: методов иммуноцитохимии и гистохимии и метода SMLM (Single Molecule Localization Microscopy) — наноскопии с высоким разрешением. Использование такого рода подходов позволяет не только проводить количественный анализ формирования генетических нарушений, но и учитывать пространственное распределение повреждений в генетических структурах клеток — формирование кластерных повреждений ДНК (ДНК-фокусов). Это важное обстоятельство дает возможность ответить на вопросы: влияет ли распределение различных ви-

The developed software package allows one to remotely control the process of pneumatic transportation of moderating material (beads of a mixture of aromatic hydrocarbons (mesitylene and metaxylene) with a diameter of ~4 mm) to the moderator chamber near the reactor core, the flow rate of the transporting gas (helium) in the pipeline, temperature and pressure in the system, as well as to control various valves of the vacuum and cryogenic system of the complex.

The package has a hierarchical structure and a unified communications protocol for interacting with software modules on the basis of fast data repository. Due to the available configuration file, it can easily be adapted for use on one of the three cryogenic moderators currently operating at the IBR-2 reactor. The graphical interface allows the user to monitor the sensor readings displayed on the moderator's mnemonic diagram, view temperature graphs at the moderator's control points, and control all the moderator's systems.

Laboratory of Radiation Biology

The authors of a series of works entitled “Research on molecular damage formation in genetic structures of human and mammalian cells after exposure to low and intermediate-energy accelerated heavy ions” — A. V. Boreyko, T. S. Bulanova, E. A. Krasavin, E. A. Kruglyakova, E. V. Smirnova, G. N. Timoshenko, and M. G. Zadneprianeec — have been awarded JINR's First Prize for applied research and technology papers.

The studies focused on the patterns and mechanisms of DNA damage formation in human and mammalian cells after exposure to ionizing radiation of different quality: accelerated heavy ions and protons and γ rays. The work was performed at charged particle beams generated by JINR's accelerators with the use of highly efficient methods of analyzing damage to cell genetic structures: immunocyto- and histochemistry and SMLM (single molecule localization microscopy) — high-resolution nanoscopy. These approaches allow not only the quantitative analysis of genetic damage formation, but also taking into consideration the spatial distribution of lesions in cell genetic structures: the formation of clustered DNA damage (DNA foci). This

дов повреждений ДНК на способность клеток к репарации и каким образом различные белки «узнают» кластерные повреждения.

Исследования позволяют дать количественную и качественную характеристику нарушений генетических структур клеток, индуцируемых ускоренными тяжелыми ионами низких и промежуточных энергий. В мировой литературе близкие по направленности исследования представлены лишь с тяжелыми заряженными частицами высоких энергий (500 МэВ/нуклон и более). Полученные материалы, несомненно, будут востребованы при решении широкого круга вопросов космической радиобиологии, радиационной медицины, радиационной генетики и других дисциплин.

Учебно-научный центр

Учебный процесс. 16 января на государственном экзамене по направлению подготовки «Прикладная математика и физика» четыре студента базовой кафедры фундаментальных и прикладных проблем физики микромира Физтех-школы физики и исследований им. Л. Д. Ландау МФТИ получили высшие оценки.

9-й турнир CyberDubna-2020. 14–16 февраля в Дубне проходил 9-й турнир по робототехнике

CyberDubna-2020. В нем принимали участие около 80 учащихся 4–11-х классов, а также учащиеся средних специальных учебных заведений из городов Дмитров, Долгопрудный, Дубна, Королев, Ликино-Дулево, Протвино, Пушкино, Москва, Санкт-Петербург, Ельдигино и рабочего поселка Правдинский Пушкинского района Московской обл.

22 команды трех возрастных групп участвовали в конкурсе «Робот для жизни» для создания уменьшенных и упрощенных по функционалу копий устройств. Для участников младшего возраста был проведен мастер-класс по созданию «интеллектуального туннеля», а ребята постарше делали «умный сейф».

Организаторы турнира: ОИЯИ, клуб спортивной робототехники МФТИ, Межрегиональная компьютерная школа (Дубна), Центр информационных технологий «Цитадель» (Яхрома).

Школа ОИЯИ–ЮАР в iThemba LABS. С 9 по 30 января в iThemba LABS (Южная Африка) в работе 2-й школы ОИЯИ–ЮАР (SAINTS@tlabs Physics Summer School) принимали участие представители ОИЯИ. Восемь сотрудников ЛТФ, ЛФВЭ, ЛЯП и УНЦ читали лекции по направлениям исследований Института и проводили мастер-классы. Школа была

significant circumstance makes it possible to answer the questions whether the distribution of different DNA damage types influences the cells' ability for repair and how different proteins identify clustered damage.

This series of research enables a quantitative and qualitative evaluation of damage to cell genetic structures induced by accelerated heavy ions of low and intermediate energies. In the literature worldwide, similar studies have been reported for only high-energy heavy charged particles (500 MeV/nucleon and more). The obtained results will undoubtedly be necessary for solving a wide range of problems in space radiobiology, radiation medicine, radiation genetics, and other disciplines.

JINR University Centre

Education. On 16 January, four students of the JINR-based Department of Fundamental and Applied Problems of Microworld Physics of the MIPT Physics and Technology School named after L. D. Landau got top marks in “Applied Mathematics and Physics” at the state exam.

IX Tournament “CyberDubna-2020”. On 14–16 February, Dubna hosted the 9th Tournament in Robotics “CyberDubna-2020”. The event was attended by about 80 secondary- and high-school students (4–11 grades), as well as students of secondary vocational schools, from Dmitrov, Dolgoprudny, Dubna, Eldigino, Korolev, Likino-Dulyovo, Moscow, Protvino, Pushkino, St. Petersburg, and village Pravdinsky, Pushkino District of the Moscow Region.

Twenty-two teams of three age groups participated in the “Robot for Life” contest aimed at building minimised and functionally simplified models of devices. For the younger participants, a master class on the building of an “intellectual tunnel” was held, while the older children made a “smart safe”.

Organisers of the Tournament were JINR, MIPT Club of Sports Robotics, Interregional Computer School (Dubna), and IT Centre “Citadel” (Yakhroma).

JINR–RSA School at iThemba LABS. On 9–30 January, representatives of JINR participated in the work of the second JINR–RSA School (SAINTS@tlabs Physics Summer School) at iThemba LABS. Eight staff members of BLTP, VBLHEP, DLNP, and JINR UC deliv-

организована южно-африканским Институтом ядерных технологий и наук.

32 студента и аспиранта из 13 южно-африканских университетов были выбраны из 66 претендентов, подавших заявки на участие в школе. Одной из задач программы стал отбор участников 1-го этапа международной студенческой практики ОИЯИ.

Визиты. В январе–марте были организованы ознакомительные визиты: для учащихся школы №37 и детского технопарка «Кванториум» (Владимир), для старшеклассников гимназии «Тарасовка» (Пушкино), для учащихся и учителей Немецкой школы им. Ф. П. Гааза (Москва), для учащихся школ №2107 (Москва), для учащихся школ Санкт-Петербурга, а также для студентов Тамбовского государственного технического университета, находящихся на модульном обучении в государственном университете «Дубна».

ered lectures on the research fields of the Institute and gave master classes. The School was organised by the South African Institute for Nuclear Technology and Sciences.

Thirty-two undergraduate and postgraduate students from 13 South African universities were selected from the total of 66 applicants. One of the objectives of the programme was to select participants in Stage 1 of the JINR International Student Practice.

Visits. In January–March, introductory visits were organised for students of School No. 37 and the Kvantorium Children’s Technopark (Vladimir city); for high-school students of the Tarasovka Gymnasium (Pushkino); for students and teachers of the Haass German School (Moscow); for students of School No. 2107 (Moscow); for students of St. Petersburg schools, as well as for the students of the Tambov State Technical University, who are doing a modular training programme at Dubna State University.

A. P. Nagaytsev

COMPASS и COMPASS-II. Двадцать лет успешных измерений

В настоящее время COMPASS-II — один из ведущих экспериментов по спиновой физике высоких энергий и адронной спектроскопии, который проводится на суперпротонном синхротроне (SPS) в ЦЕРН (Женева). Эксперимент и коллаборация имеют довольно длинную историю. В феврале 1997 г. эксперимент был одобрен в ЦЕРН, а в сентябре 1998 г. был подписан окончательный меморандум о взаимопонимании, в том числе и с ОИЯИ [1, 2].

Спектрометр (рис. 1) был смонтирован в 1999–2000 гг. и введен в эксплуатацию в ходе технического запуска в 2001 г. Летом 2002 г. начался первый набор экспериментальных данных с мюонным пучком и поляризованными мишенями [3].

Физическая программа измерений, которая была выполнена в 2002–2018 гг., отражена в таблице.

Экспериментальная программа COMPASS-II, утвержденная в 2010 г., в основном посвящена изучению попе-

A. P. Nagaytsev

COMPASS and COMPASS-II: Twenty Years of Successful Measurements

COMPASS-II is currently one of the leading experiments in high-energy spin physics and hadron spectroscopy, running on the Super Proton Synchrotron (SPS) at CERN in Geneva, Switzerland. The experiment and collaboration have a fairly long history; the experiment was approved by CERN in February 1997, and a final Memorandum of understanding including with JINR was signed in September 1998 [1–2].

The spectrometer (Fig. 1) was installed in 1999–2000 and put into operation during the technical run in 2001. In the summer of 2002, the first set of experimental data with a muon beam and polarized targets started [3].

The physical measurement programme performed in 2002–2018 is shown in the table.

The COMPASS-II experimental programme, approved in 2010, is mainly devoted to the study of the transverse and three-dimensional structure of nucleons and Drell–Jan (DY) reactions [4].

Программа измерений экспериментов COMPASS и COMPASS-II / Measurement Programme of COMPASS and COMPASS-II

Year / Год	Beam / Пучок	Target / Мишень	Measurement / Физические измерения
2002	μ^- , 160 GeV/c	${}^6\text{LiD}$	SIDIS / Полуинклюзивные реакции
2003	μ^- , 160 GeV/c	${}^6\text{LiD}$	SIDIS / Полуинклюзивные реакции
2004	μ^- , 160 GeV/c	${}^6\text{LiD}$	SIDIS / Полуинклюзивные реакции
2006	μ^- , 160 GeV/c	${}^6\text{LiD}$	SIDIS / Полуинклюзивные реакции
2007	μ^- , 160 GeV/c	NH_3	SIDIS / Полуинклюзивные реакции
2008	π^- , 190 GeV/c	LH_2	Hadron spectroscopy / Адронная спектроскопия
2009	π^- , 190 GeV/c	LH_2 , Ni, W, Pb	Hadron spectroscopy, Primakoff reactions / Адронная спектроскопия, реакции Примакова
2010	μ^- , 160 GeV/c	NH_3	SIDIS / Полуинклюзивные реакции
2011	μ^- , 160 GeV/c	NH_3	SIDIS / Полуинклюзивные реакции
2012	μ^- , 160 GeV/c (test) π^- , 190 GeV/c	LH_2 Ni, C, W, Pb	DVCS / Глубоконеупругое виртуальное рассеяние Hadron spectroscopy, Primakoff reactions / Адронная спектроскопия, реакции Примакова
2014	π^- , 190 GeV/c (test)	NH_3	Drell–Yan reactions / Реакции Дрелла–Яна
2015	π^- , 190 GeV/c	NH_3	Drell–Yan reactions / Реакции Дрелла–Яна
2016	μ^- , 160 GeV/c	LH_2	DVCS / Глубоконеупругое виртуальное рассеяние
2017	μ^- , 160 GeV/c	LH_2	DVCS / Глубоконеупругое виртуальное рассеяние
2018	π^- , 190 GeV/c	NH_3	Drell–Yan reactions / Реакции Дрелла–Яна

This measurement programme started in 2012 with a data taking for Primakoff reactions and a preliminary (test) data taking for studies of deep inelastic virtual scattering on a muon beam with an energy of 160 GeV and a long liquid hydrogen target. For these studies, two new detectors were created: the recoil detector and the electromagnetic calorimeter, which was built mainly by the JINR group [5] (Fig. 2).

The physical programme and the results of the COMPASS and COMPASS-II experiments are a unique example of combining very different studies — from Primakoff reactions to gluon polarization. Such a wide range of tasks required new methods for preparing of detectors and targets.

Of particular note are pioneering measurements that have never been performed before in other experiments — the study of transverse spin distributions in Drell–Yan processes on a beam of negative pions and with a polarized proton target. These measurements were successfully completed in 2015 and continued in 2018.

Already the first results of studies of the Drell–Yan processes have shown that such measurements are an important component of the study of the structure of nucleons. The fact is that the parton distributions that are measured in these processes are not evaluated with fragmentation functions, as is the case in semi-inclusive reactions. Thus, it is not necessary to use data from other ex-

periments to obtain results, which significantly improves the systematic uncertainty in the results obtained. Another important feature of research on the structure of nucleons on the COMPASS and COMPASS-II set-up is the possibility to perform measurements of Drell–Yan processes and semi-inclusive processes on the same set of detectors, which again minimizes the systematic uncertainties of the results of parton distributions measured in these processes.

Already the first results of measurements showed great opportunities for installing COMPASS-II to study the Drell–Yan processes [6]. It was found that the observed Sivers asymmetry sign is consistent with the fundamental QCD prediction that the Sivers asymmetry extracted from the data on the Drell–Yan processes has a sign opposite to the sign extracted from the data on the semi-inclusive deep-inelastic scattering (Fig. 3).

The data taking of experimental statistics was continued in 2018. The first results of this data will be presented in the near future.

It is important to note that the analysis of non-polarized experimental data of the Drell–Yan processes is also active. These studies have four main goals:

- study of distributions of valence quarks in a pion;
- getting data on the Boer–Mulders parton distribution;
- check the Lam–Tung ratio;

речной и трехмерной структуры нуклонов и реакций Дрелла–Яна [4]. Эта программа измерений стартовала в 2012 г. с набора данных по реакциям Примакова и предварительного (пробного) набора данных для исследований глубоконеупругого виртуального рассеяния на мюонном пучке энергии 160 ГэВ и с длинной

жидководородной мишенью. Для этих исследований были созданы два новых детектора: детектор отдачи и электромагнитный калориметр, который был построен в основном группой ОИЯИ [5] (рис. 2).

Физическая программа и результаты экспериментов COMPASS и COMPASS-II являются уникальным

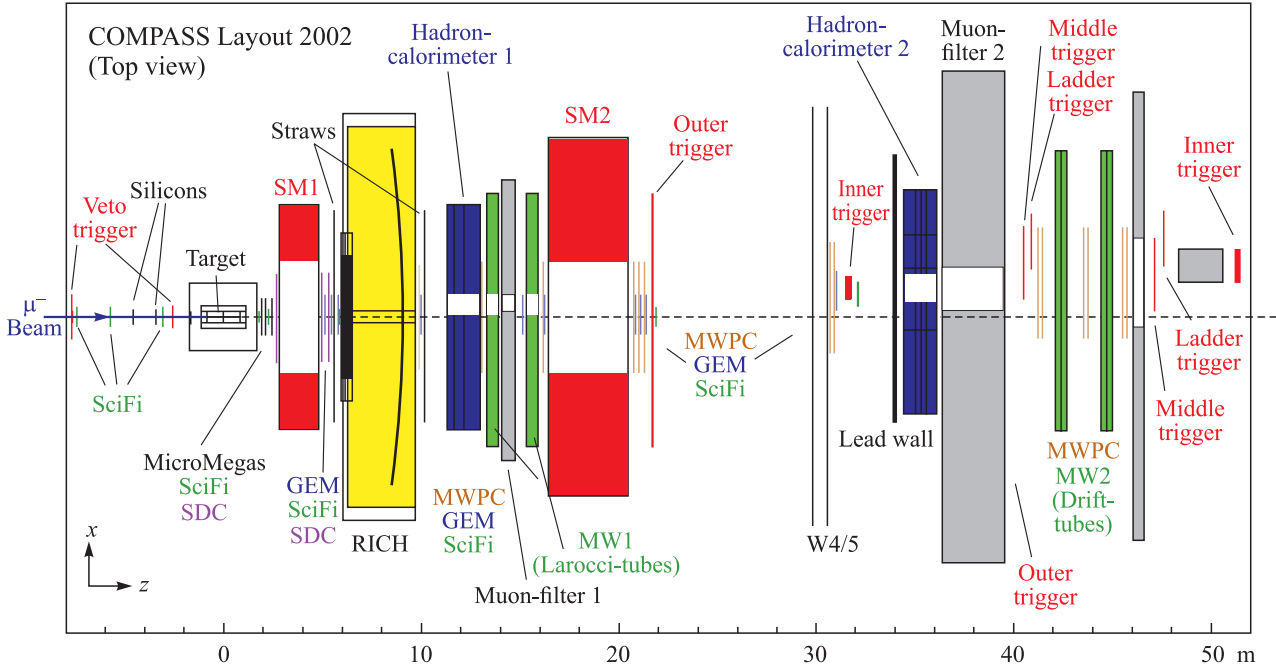


Рис. 1. Экспериментальная установка COMPASS в 2002 г.

Fig. 1. Experimental set-up of COMPASS in 2002

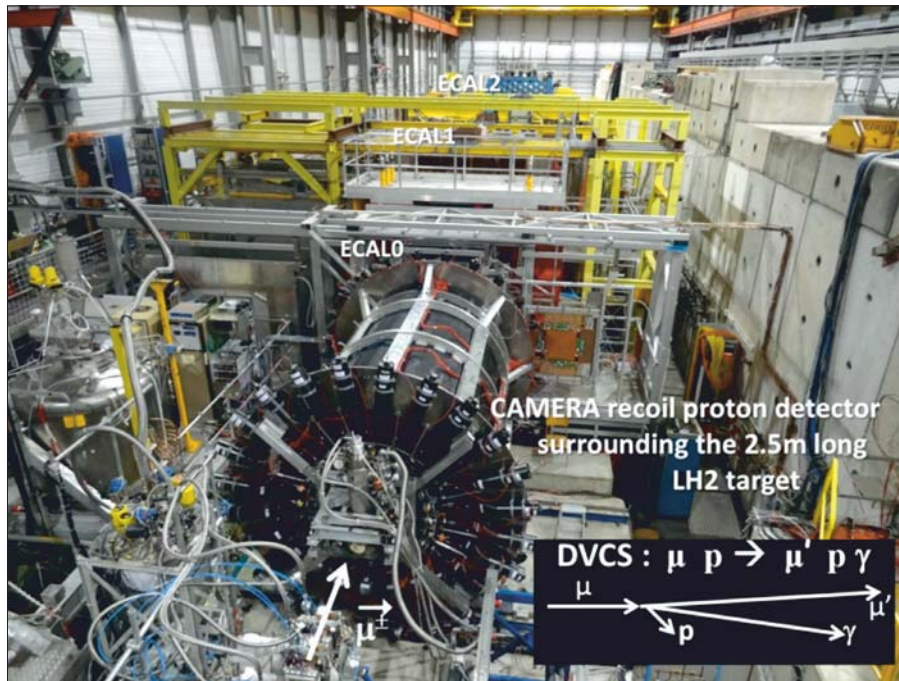


Рис. 2. Передняя по пучку часть установки COMPASS-II для измерений глубоконеупругого виртуального рассеяния лептонов на ядрах

Fig. 2. The forward part of the COMPASS-II set-up for measuring deep inelastic virtual scattering of leptons on nuclei

примером объединения очень сильно отличающихся исследований: от реакций Примакова до поляризации глюонов. Такой широкий спектр задач требовал новых методов подготовки детекторов установки и мишеней.

Особо стоит отметить пионерские измерения, никогда ранее не выполнявшиеся в других экспериментах: изучение поперечных спиновых распределений в процессах Дрелла–Яна на пучке отрицательных пионов и с поляризованной протонной мишенью. Эти измерения были успешно выполнены в 2015 г. и продолжены в 2018 г.

Уже первые результаты исследований процессов Дрелла–Яна показали, что такие измерения являются важнейшей составляющей изучения структуры нуклонов. Дело в том, что партонные распределения, которые измеряются в этих процессах, не «свернуты» с функциями фрагментации, как в полуинклюзивных реакциях. Таким образом, для получения результатов не надо использовать данные других экспериментов, что существенно улучшает систематическую неопределенность в полученных результатах. Также важной особенностью исследований структуры нуклонов на установках COMPASS и COMPASS-II является возможность выполнения измерений процессов Дрелла–Яна и полуинклюзивных процессов на одном и том же наборе детекторов, что также минимизирует систематические неопределенности результатов партонных распределений, измеренных в этих процессах.

Уже первые результаты измерений показали большие возможности установки COMPASS-II по изучению процессов Дрелла–Яна [6]. Было установлено, что наблюдаемый знак асимметрии Сиверса согласуется с фундаментальным предсказанием КХД о том, что асимметрия Сиверса, извлеченная из данных из-

мерений процессов Дрелла–Яна, имеет знак, противоположный знаку, извлеченному из данных измерений полуинклюзивного неупругого рассеяния (рис. 3).

Набор экспериментальной статистики был продолжен в 2018 г. В ближайшее время будут представлены первые результаты по этим данным.

Важно отметить, что активно идет анализ неполяризованных экспериментальных данных процессов Дрелла–Яна. Эти работы имеют 4 основные цели:

— изучение распределений валентных кварков в пионе;

Рис. 3. Асимметрия Сиверса, измеренная в процессах Дрелла–Яна, и теоретические предсказания с учетом смены знака (см. пояснения в тексте)

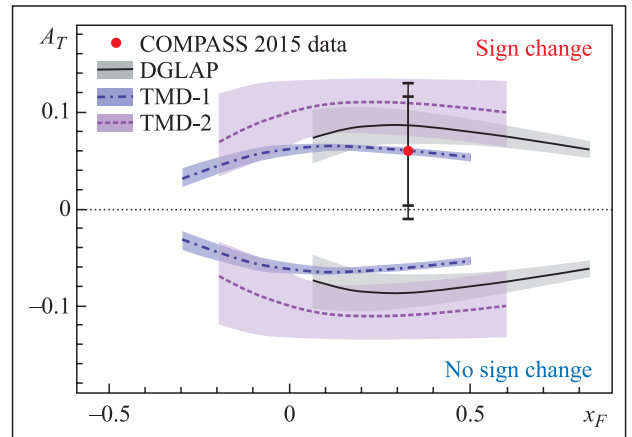


Fig. 3. Siverts asymmetry measured in the Drell–Yan processes and theoretical predictions based on sign changes (see explanations in the text)

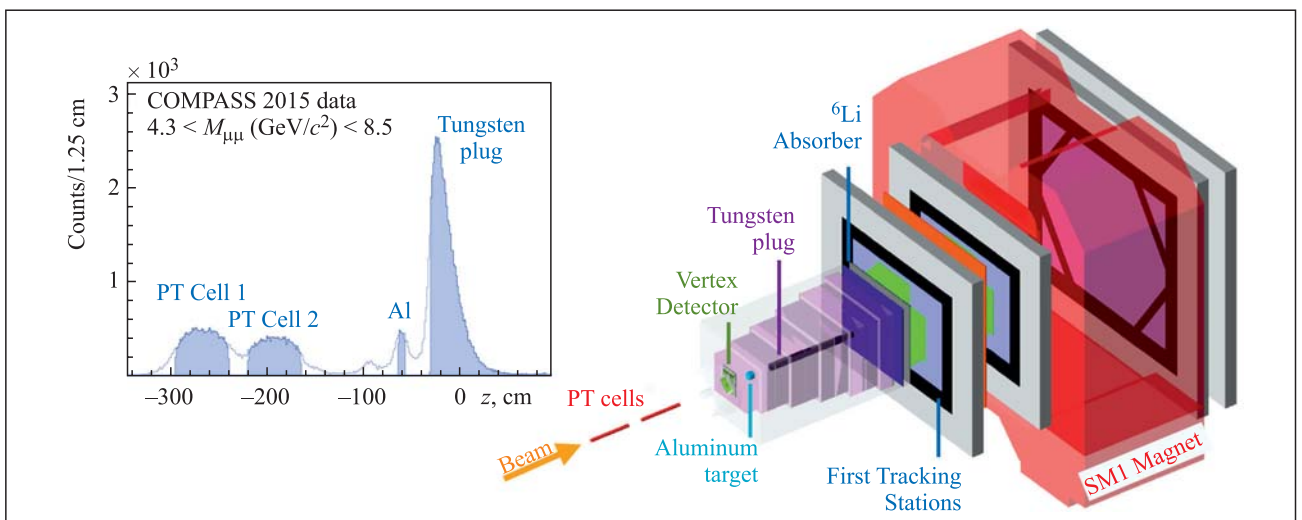


Рис. 4. Абсорбер установки COMPASS-II для измерений процессов Дрелла–Яна и распределение событий в элементах абсорбера

Fig. 4. Compass-II absorber for measuring Drell–Yan processes and event distribution in the absorber elements

- получение данных по партонному распределению Бурра–Мулдерса;
- проверку соотношения Лама–Тунга;
- исследование зависимости отношений сечений от ядер различных типов (EMC-эффект и эффект Кронины).

Последний пункт исследований возможен благодаря использованию сложного абсорбера для поглощения адронного фона в измерениях на COMPASS-II (рис. 4) [6].

Это позволяет получать данные не только на ядре водорода, но и на ядрах алюминия и вольфрама. В обработке экспериментального материала по этим ядрам активно участвуют физики ЛЯП.

Важно отметить, что первые теоретические основы измерений процессов Дрелла–Яна были разработаны физиками ОИЯИ в работе [7]. Развитие теории по этой тематике заложило основы для успешных экспериментальных измерений этих процессов в эксперименте COMPASS-II [4–6].

Изучение поляризованных процессов Дрелла–Яна остается важным пунктом научных программ многих экспериментов по физике высоких энергий, в том числе и эксперимента SPD на коллайдере NICA [8].

— study of the dependence of cross-section relations on nuclei of different types (EMC effect and Cronin effect).

The last point of research is possible due to the use of a complex absorber to absorb the hadron background in measurements on the COMPASS-II installation (Fig. 4) [6].

This allows one to get data not only on the hydrogen core, but also on the aluminum and tungsten cores. In the processing of experimental material for these nuclei, DLNP physicists are actively involved.

It is important to note that the first theoretical foundations for measuring Drell–Yan processes were developed by JINR physicists in [7]. The development of the theory on this topic laid the foundations for successful experimental measurements of these processes in the COMPASS-II experiment [4–6].

The radiation of polarized Drell–Yan processes remains an important point in the scientific programmes of many high-energy physics experiments, including the SPD experiment on the NICA collider [8].

Список литературы / References

1. COMPASS Collab. Proposal. CERN/SPSLC 96-14, SPSLC/P297, 1 March 1996.
2. COMPASS. MoU, 2 September 1998. http://wwwcompass.cern.ch/compass/gl/documents/mou/MOUFIN_D.pdf.
3. COMPASS Collab. // Nucl. Instr. Meth. A. 2007. V. 577. P. 455–518.
4. COMPASS Collab. COMPASS-II Proposal. SPSC-2010-014/P-340, 17 May 2010. http://wwwcompass.cern.ch/compass/proposal/compass-II_proposal/compass-II_proposal.pdf.
5. Крумштейн З. В., Нагайцев А. П., Ольшевский А. Г., Савин И. А. Новый электромагнитный калориметр для эксперимента COMPASS в ЦЕРН. <http://www.jinr.ru/posts/novyj-elektromagnitnyj-kalorimetr-dlya-eksperimenta-compass-v-tserne/>.
6. Krumsteyn Z. V., Nagaytsev A. P., Olchevsky A. G., Savin I. A. New Electro-Magnetic Calorimeter for COMPASS at CERN. <http://www.jinr.ru/posts/novyj-elektromagnitnyj-kalorimetr-dlya-eksperimenta-compass-v-tserne/>.
7. COMPASS Collab. // Phys. Rev. Lett. 2017. V. 119. P. 112002.
8. Матвеев В. А., Мурадян Р. М., Тавкхелидзе А. Н. Рождение мюонных пар в сильных взаимодействиях и асимптотические правила сумм. Препринт ОИЯИ P2-4543. Дубна, 1969; Препринт SLAC_TRANS_0098.
9. Matveev V., Muradyan R., Tavkhelidze A. Production of Muon Pairs in Strong Interactions and Asymptotic Sum Rules. JINR Preprint P2-4543. Dubna, 1969; Preprint SLAC_TRANS_0098.
10. Tsenov R. et al. Conceptual and Technical Design of the Spin Physics Detector (SPD) at the NICA Collider. JINR PAC, Jan 2019, <https://indico.jinr.ru/event/718/>.

О. Ю. Смирнов

Эксперимент «Borexino» в 2019 г.

В 2019 г. коллаборация «Borexino» получила новые ограничения на нестандартные взаимодействия нейтрино, опубликовала результаты поиска модельно-независимых нейтринных и антинейтринных астрофизических потоков, а также новые результаты по антинейтринным потокам от распадов элементов в Земле, так называемых геонейтрино.

Поиски нестандартных взаимодействий (НСВ) нейтрино проводились на основе данных второй фазы эксперимента [1]. Эти данные уже использовались ранее для поиска распада электрона и установления пределов на магнитный момент нейтрино. Поиск НСВ, рассматриваемых некоторыми физическими теориями вне Стандартной модели (СМ), проводился путем исследования допустимых отклонений экспериментальных спектров от теоретически предсказываемых в рамках СМ. Спектры электронов отдачи, наблюдаемые в «Borexino», определяются зависящей от энергии вероятностью $P_{ee}(E)$ выживания электронных нейтрино и киральными константами связи нейтрино

и электрона. НСВ могут изменить как киральные связи (что приводит к изменениям в спектре электронов отдачи), так и вероятность P_{ee} (за счет влияния на процессы распространения нейтрино в веществе Солнца). Анализ проводился для ароматово-диагональных взаимодействий для электронных и тау-нейтрино, в применении к мюонным ароматам более сильные ограничения на НСВ получены в ускорительных экспериментах. Не было найдено никаких указаний на наличие НСВ на уровне чувствительности эксперимента, что позволило установить соответствующие ограничения на параметры НСВ (рис. 1). Более того, получены ограничения на угол Вайнберга ($\sin 2\theta_W$), сравнимые с ограничениями, полученными в экспериментах с реакторными антинейтрино. Данный анализ проводился силами дубненских физиков. По результатам работы была защищена кандидатская диссертация [2].

Другая работа, законченная в 2019 г., посвящена поиску нейтрино и антинейтрино от астрофизических источников [3]. Получены модельно-независимые

О. Yu. Smirnov

Borexino in 2019

In 2019, the Borexino collaboration has presented the results of the search for non-standard neutrino interactions, model-independent limits on neutrino and antineutrino fluxes from astrophysical sources, as well as a new analysis of the antineutrino fluxes from the Earth, the fluxes of the so-called geoneutrinos.

The search for the neutrino non-standard interactions (NSI) was performed with Borexino Phase II data [1]. These data were used earlier to search for the electron decay and set limits on the neutrino magnetic moment. The search for the neutrino NSI, considered by some physics theories beyond the Standard Model, was carried out by searching for the deviations of the observed spectra from those predicted by the SM. The electron-recoil spectra observed in Borexino are determined by the energy-dependent solar ν_e survival probability $P_{ee}(E)$, and chiral couplings of a neutrino and an electron. The NSI would modify both the chiral couplings (modifying the electron-recoil spectra) and the P_{ee} (modifying neutrino propagation through the Sun). The analysis was restricted by

the case of flavor-diagonal interactions, and only the electron- and tau-flavors were considered, because the muon flavor NSIs are strongly restricted by the accelerator measurements. No indications of new physics were found at the level of the detector sensitivity, and some competitive constraints on the NSI parameters were placed (see Fig. 1 for example). In addition, the Weinberg angle ($\sin 2\theta_W$) was obtained with a precision comparable to that achieved in reactor antineutrino experiments. The analysis was performed by the Dubna group physicists. A. Formozov defended a PhD thesis based on the work [2] in 2019.

The other work completed in 2019 was devoted to the search for neutrinos and antineutrinos from astrophysical sources [3]. The model-independent upper limits on the antineutrino fluxes from unknown sources in the energy range of 1.8–16.8 MeV were established, exceeding the previously published ones by a factor of 2.5. Using the same data set, the first experimental constraints on the diffuse supernova anti- ν_e fluxes were obtained in the previously unexplored region below 8 MeV, and the limits on

ограничения на антинейтринные потоки в диапазоне энергий 1,8–16,8 МэВ, в 2,5 раза более сильные, чем опубликованные ранее. С тем же набором данных получены первые экспериментальные ограничения на поток диффузных антинейтрино от сверхновых в ранее не исследованной области энергий ниже 8 МэВ, а также улучшены ограничения на поток антинейтрино от Солнца. Присутствие последних в потоке солнечных нейтрино было бы проявлением аномально большого магнитного момента нейтрино, приводящим к конверсии майорановских нейтрино в антинейтрино за счет комбинации механизма спин-ароматовой прецессии в сильном магнитном поле Солнца и нейтринных осцилляций. В предположении, что форма

энергетического антинейтринного спектра совпадает с формой спектра от солнечных борных нейтрино, получено ограничение на поток солнечных антинейтрино $\Phi < 384 \text{ см}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$ (90%-й уровень достоверности (у.д.)), что соответствует пределу на вероятность конверсии $p(\nu_e \rightarrow \bar{\nu}_e) < 7,2 \cdot 10^{-5}$ (90%-й у.д.) при энергиях выше энергии обратного бета-распада протона, а именно 1,8 МэВ. При более низких энергиях пределы на вероятность конверсии нейтрино получены из изучения формы спектра электронов отдачи для солнечных бериллиевых нейтрино с энергией 862 кэВ, новый предел составил $p(\nu_e \rightarrow \bar{\nu}_e) < 0,14$ (90%-й у.д.). И, наконец, исследовалась гипотеза об излучении нейтрино при солнечных вспышках путем поиска нейтрино

Рис. 1. Ограничения на область параметров НСВ в плоскости $\epsilon_e^{L/R}$, полученные коллаборацией «Borexino», в сравнении с разрешенными областями параметров, полученными в других экспериментах. При анализе использовались оба варианта Стандартной модели Солнца: с высокой (HZ, сплошная красная) и с низкой (LZ, штриховая красная) металличностью. Ограничения, полученные из полного анализа данных солнечных экспериментов, обозначены черной пунктирной линией. Все контуры соответствуют 90%-му у.д. (для двух степеней свободы). Точечная серая линия ограничивает область параметров ϵ' , ответственных за влияние НСВ на прохождение нейтрино в веществе Солнца

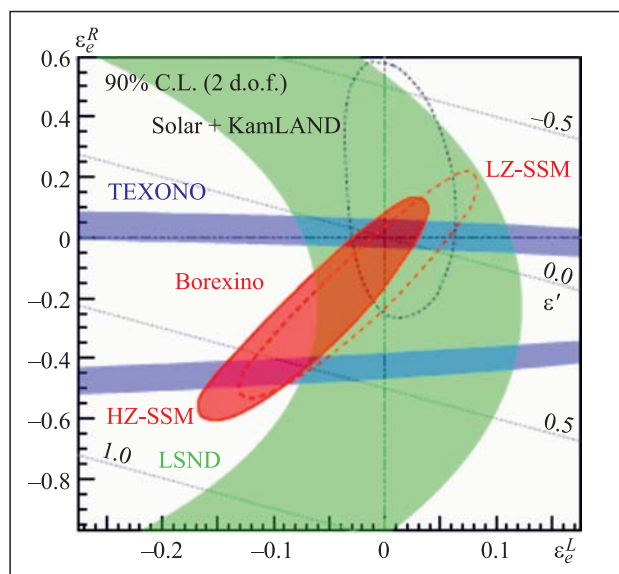


Fig. 1. A region for NSI parameters in $\epsilon_e^{L/R}$ plane obtained by the Borexino collaboration compared to the allowed regions obtained in other experiments. Both existing variants of the Standard Solar Model were tested: HZ-SSM (filled red) and LZ-SSM (dashed red). The bounds from the global analysis of solar neutrino experiments are presented by dashed black line. All contours correspond to 90% C.L. (2 d.o.f.). The dotted gray lines represent the range of ϵ' parameter, relevant for NSIs at propagation

the solar antineutrino fluxes were improved. The presence of these anti- ν_e in the solar neutrino spectra would be a manifestation of a non-zero anomalous magnetic moment of Majorana neutrinos, making possible their conversion into antineutrinos in the strong magnetic field of the Sun due to the spin-flavor precession mechanism in conjunction with the neutrino oscillations. A limit for the solar anti- ν_e flux of $384 \text{ см}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$ (90% C.L.) was obtained assuming an undistorted solar ^8B neutrino energy spectrum. The

limits correspond to the transition probability $p(\nu_e \rightarrow \text{anti-}\nu_e) < 7.2 \cdot 10^{-5}$ (90% C.L.) at energies above the threshold of the reaction of the inverse beta decay of the proton, namely 1.8 MeV. At lower energies the spectral shape of elastic scattering events was used to set limits on the solar ^7Be neutrinos conversion into the anti- ν_e at 862 keV, the new limit is $p(\nu_e \rightarrow \text{anti-}\nu_e) < 0.14$ (90% C.L.). Finally, the solar flares were considered as possible neutrino sources; therefore, the search for neutrinos of all flavors was

всех ароматов в совпадении с последними. В результате проведенного исследования получены наиболее сильные ограничения на плотность нейтринного потока в области энергий 3–7 МэВ. Если предположить пропорциональность потока нейтрино интенсивности солнечных вспышек, то данные «Borexino» исключают интенсивную солнечную вспышку как причину наблюдаемого избытка событий в наборе данных №117 хлор-аргонового эксперимента «Homestake» (BNL, США).

Нейтринная геофизика, или изучение внутреннего строения Земли путем измерения нейтринных потоков на ее поверхности, является новой междисциплинарной областью науки, быстро развивающейся на стыке геологии, геофизики и физики частиц. Геонейтрино представляют собой антинейтрино от распадов долгоживущих естественных радиоактивных изотопов, ответственных за радиогенный тепловой поток Земли. Геонейтрино несут уникальную информацию, которая может быть использована при построении моделей химического строения Земли. Подробный обзор экспериментальной нейтринной геофизики опубликован в 2019 г. членом дубненской группы О. Ю. Смирновым [4]. В настоящее время только два детектора, «Borexino» и KamLAND, достигли уровня чувстви-

тельности, необходимого для регистрации геонейтрино.

Новые измерения геонейтринного потока в «Borexino» выполнены на данных, набранных в течение 3263 сут, в период с декабря 2007 г. по апрель 2019 г. Критерии отбора антинейтринных кандидатов были оптимизированы в сравнении с применявшимися ранее. В результате достигнуто значительное увеличение эффективной экспозиции, главным образом за счет увеличения доверительного объема детектора и применения более сложного отбора событий космогенного фона. На экспозиции, в два раза превышающей использованную при предыдущем анализе и достигшей $(1,29 \pm 0,05) \cdot 10^{32}$ протонов \times год, наблюдается $52,6_{-8,6}^{+9,4}$ (стат.) $_{-2,1}^{+2,7}$ (сист.) геонейтринных событий от распадов ^{238}U и ^{232}Th , соответствующих геонейтринному сигналу $47,0_{-7,7}^{+8,4}$ (стат.) $_{-1,9}^{+2,4}$ (сист.) TNU*, точность измерения геонейтринного сигнала достигла $+18,3 \div -17,2\%$. Отношение масс $M(\text{Th})/M(\text{U})$ в основном анализе фиксировалось при значении, полу-

* 1 TNU (Terrestrial Neutrino Unit) соответствует одному взаимодействию на 10^{32} протонов мишени в год (столько протонов содержится приблизительно в 1 кг типичного органического сцинтиллятора).

performed in coincidence with the solar flares. The strongest up-to-date limits on the neutrino fluence of all flavor neutrinos below 3–7 MeV were obtained as a result of the search. Assuming the neutrino flux is proportional to the flare intensity, an intense solar flare was excluded as the cause of the observed excess of the events in Run 117 of the Cl–Ar Homestake experiment.

Neutrino geoscience, the study of the Earth's interior by measuring geologically produced neutrino fluxes at its surface, is a new interdisciplinary field of science, rapidly developing as a synergy between geology, geophysics and particle physics. Geoneutrinos, antineutrinos from long-lived natural isotopes responsible for the Earth radiogenic heat flux, provide valuable information that can be used for designing possible models of the Earth's chemical composition. A comprehensive review of the experimental geoneutrino study was published by O. Smirnov [4] in 2019. At present, only two detectors, Borexino and KamLAND, have reached the level of the sensitivity necessary for the geoneutrino detection.

New measurements of geoneutrino fluxes with Borexino were performed with 3263 days of data taking between December 2007 and April 2019 [5]. Compared to

previous analyses, data selection criteria were significantly optimized. As a result, a significant gain in exposition was achieved due to the use of enlarged fiducial volume and application of a sophisticated cosmogenic veto. The reported exposure of $(1.29 \pm 0.05) \cdot 10^{32}$ protons \times year represents an increase by a factor of two over the previous Borexino analysis. In total, $52.6_{-8.6}^{+9.4}$ (stat.) $_{-2.1}^{+2.7}$ (syst.) antineutrino events associated with decays of ^{238}U and ^{232}Th were observed, corresponding to the geoneutrino signal of $47.0_{-7.7}^{+8.4}$ (stat.) $_{-1.9}^{+2.4}$ (syst.) TNU* with a $+18.3 \div -17.2\%$ total precision. The analysis assumes the $M(\text{Th})/M(\text{U})$ mass ratio of the chondritic CI meteorites, the compatible results were found leaving free the contributions from ^{238}U and ^{232}Th in the fit. The antineutrino background from the world nuclear reactors was unconstrained in the fit procedure and was found to be compatible with the expectations. After the robust confirmation of the non-zero geoneutrino signal, the interest of physicists is concentrat-

* 1 TNU (Terrestrial Neutrino Unit) corresponds to one event per 10^{32} target protons per year (that is how many protons are in one kiloton of typical organic scintillator).

ченном при изучении метеоритов типа CI, при этом результаты анализа данных со свободными вкладами ^{238}U и ^{232}Th совместимы с полученными в основном анализе. Вклад антинейтрино от ядерных реакторов никак не ограничивался при подгонке данных, результаты подгонки совпадают с ожидаемыми. После получения статистически надежного указания на существование геонейтрино усилия физиков сконцен-

трированы на выделении вклада от мантии в полный геонейтринный поток. Поток геонейтрино из мантии, в отличие от доступной для прямых измерений коры, предсказывается геофизическими моделями и критически зависит от модели (рис. 2). Гипотеза отсутствия геонейтринного сигнала от мантии исключается данными «Borexino» на у.д. 99%. Измеренный от мантии сигнал составляет $21,2_{-9,0}^{+9,6}$ (стат.) $_{-0,9}^{+1,1}$ (сист.)

Рис. 2. Разбивка полного измеренного потока тепла на земной поверхности, составляющего 47 ± 2 ТВт (горизонтальные черные линии), на три главных вклада для ряда моделей «кремниевой» Земли: вековое охлаждение (синий) и радиогенный вклад от литосферы (коричневый) и мантии (оранжевый). Вклад от литосферы $8,1_{-1,4}^{+1,9}$ ТВт оценивается на основе непосредственных измерений и не зависит от модели. Радиогенный вклад от мантии зависит от количества радиоактивных изотопов, предсказываемого соответствующей моделью. Для «Borexino» оценка полного теплового потока составляет $30,0_{-12,7}^{+13,5}$ ТВт. Разница между полным потоком тепла и соответствующим радиогенным потоком представляет собой вклад векового теплового потока, или скорость охлаждения Земли в современную эпоху

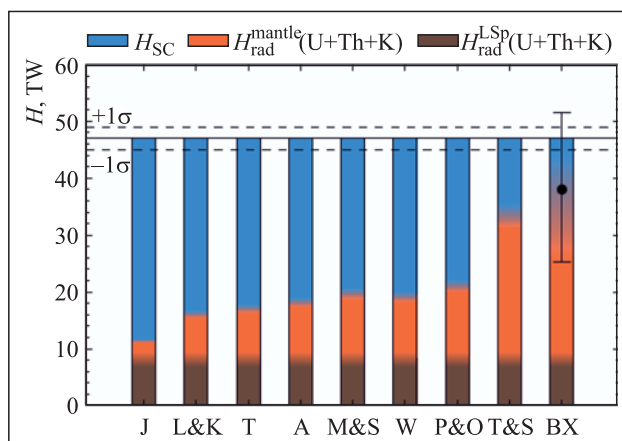


Fig. 2. Decomposition of the measured Earth's total surface heat flux of (47 ± 2) TW (represented by horizontal black lines) into three major contributions for some of the bulk silicate Earth (BSE) models: secular cooling (blue) and radiogenic contribution from lithosphere (brown) and mantle (orange). The lithospheric contribution is the same for all bars, as it is the part of the Earth directly accessible for the measurements. The mantle radiogenic heat depends upon the amount of the heat producing elements predicted by BSE model. For the Borexino the value of $30.0_{-12,7}^{+13,5}$ TW is inferred from the extracted mantle signal. The difference between the total heat and the respective total radiogenic heat is left for the heat from secular cooling of the Earth

ed on separating the crust and mantle contribution. The mantle contribution, in contrast to the accessible crust, is predicted theoretically, and significantly varies for different Earth models (see Fig. 2 for the comparison of models with the Borexino measurement). The null-hypothesis of observing a geoneutrino signal from the mantle is excluded at a 99.0% C.L. by the Borexino data. The measured mantle signal of $21,2_{-9,0}^{+9,6}$ (stat.) $_{-0,9}^{+1,1}$ (syst.) TNU corresponds to the production of radiogenic heat of $24,6_{-10,4}^{+11,1}$ TW from U and Th in the mantle. Large uncertainties of the measurement are associated with the subtraction of two close uncertain values, the Borexino measurement itself and the estimate of the crust contribution. Assuming 18% contribution of K in the mantle and using an estimate of the total radiogenic heat of the lithosphere of $8,1_{-1,4}^{+1,9}$ TW, the

Borexino estimate of the total radiogenic heat of the Earth is $38,2_{-12,7}^{+13,6}$ TW, which corresponds to the convective Urey ratio of $0,78_{-0,28}^{+0,41}$. These values are well compatible with different geological predictions, manifesting just a $\sim 2,4\sigma$ tension compared to the prediction of the Earth models with the lowest concentration of heat-producing elements in the mantle. In addition, the existence of a hypothetical georeactor at the center of the Earth having power greater than 2.4 TW is excluded at 95% C.L. The procedure of georeactor power extraction consisted in a fit of the experimental antineutrino spectrum with an addition of the spectrum from the georeactor with and additional constraint on the number of expected reactor antineutrino events. Particular attention was given to the description of all analysis details which should be of interest for the next

TNU и соответствует радиогенному теплу от U и Th в мантии $24,6_{-10,4}^{+11,1}$ ТВт. Большая неопределенность в измерении связана со статистическим разделением двух близких величин, а именно полного геонейтринного потока в «Borexino» и оценки вклада от коры. В предположении, что вклад калия в тепло мантии составляет 18%, и с учетом оценки полного радиогенного тепла для литосферы $8,1_{-1,4}^{+1,9}$ ТВт измерение «Borexino» соответствует полному радиогенному потоку тепла от Земли $38,2_{-12,7}^{+13,6}$ ТВт, что соответствует конвективному отношению Юри $0,78_{-0,28}^{+0,41}$. Данные значения хорошо совместимы с различными геофизическими моделями, демонстрируя только статистически слабое ($\sim 2,4\sigma$) отклонение для моделей с наиболее низкими концентрациями радиоактивных элементов в мантии. Дополнительно, существование гипотетического геореактора в центре Земли с мощностью выше 2,4 ТВт исключается данными «Borexino» на у. д. 95%. Процесс поиска сигнала от геореактора закончился в подгонке экспериментальных данных с дополнительным вкладом от геореактора, но при вкладе от мировых ядерных реакторов, ограниченном теоретическим предсказанием. В данной статье особое внимание уделено деталям анализа данных, представляющим инте-

рес для следующего поколения экспериментов с жидким сцинтиллятором.

В 2020 г. коллаборация намерена опубликовать результаты поиска нейтрино от углеродно-азотного цикла на Солнце. Данное измерение представляет особый интерес для солнечной физики в связи с так называемой проблемой солнечной металличности (или химического состава Солнца), которая может быть решена после измерения потока нейтрино из цикла CNO. В связи с данным измерением в конструкцию детектора в 2015 г. были внесены серьезные изменения с целью ограничения конвективного переноса остаточного ^{210}Bi в центральный объем детектора для выделения счета событий распада ^{210}Bi , находящихся в вековом равновесии с дочерним ^{210}Po . Измерение скорости счета ^{210}Bi является существенной частью анализа потока нейтрино из цикла CNO, так как спектр бета-распада ^{210}Bi очень похож на спектр электронов отдачи, ожидаемый от нейтрино CNO-цикла.

В настоящее время дубненская группа участвует в комбинированном анализе данных, полученных в первой и второй фазах эксперимента. Основной целью данного анализа является улучшение точности измерения наиболее интенсивных потоков солнечных нейтрино из протон-протонной цепочки (pp и ^7Be).

Список литературы / References

1. Agarwalla S.K. et al. (*Borexino Collab.*). Constraints on Non-Standard Neutrino Interactions from Borexino Phase-II. arxiv:1905.03512[hep-ph]; JHEP (in press).
2. Formosov A. Search for Non-Standard Neutrino Interactions with Large-Volume Liquid Scintillator Detectors. PhD thesis, 2019; DOI: 10.13130/formozov-andrey_phd2019-05-15.
3. Agostini M. et al. (*Borexino Collab.*). Search for Low-Energy Neutrinos from Astrophysical Sources with Borexino. arXiv:1909.02422 [hep-ex]; *Astrop. J.* (submitted).
4. Smirnov O. Experimental Aspects of Geoneutrino Detection: Status and Perspectives // *Prog. Part. Nucl. Phys.* 2019. V. 109. P. 103712.
5. Agostini M. et al. (*Borexino Collab.*). Comprehensive Geoneutrino Analysis with Borexino. arXiv:1909.02257[hep-ex]; *Phys. Rev. D* (in press).

generation geoneutrino measurements using liquid scintillator detectors.

In 2020, the collaboration is planning to release the results of the measurement of the neutrino flux from the CNO cycle in the Sun. This measurement is of primary interest in modern solar physics because of the so-called solar metallicity problem (or the problem of solar chemical composition) which can be solved only by measuring the flux of the CNO-neutrino. In view of the measurement, a serious upgrade of the detector was performed in 2015 with a purpose of stopping the transfer of the residual ^{210}Bi into the central core of the detector due to the convection movement, allowing the separation of the fraction of ^{210}Bi rate in secular equilibrium with ^{210}Po . The measurement of the ^{210}Bi rate is an essential part of the CNO-neutrino analysis, as the spectral shape of ^{210}Bi is very similar to that expected from the CNO-neutrino.

The Dubna group is essentially involved in the combined analysis of the first and second phases of the experiment aiming at the improvement of the accuracy of the measurement of the most intense neutrino fluxes from the proton–proton chain in the Sun (pp and ^7Be).

*И. А. Бобриков, А. М. Балагуров, Н. Ю. Самойлова,
С. В. Сумников, О. Ю. Иваньшина, Р. Н. Васин*

Применение дифракции нейтронов для изучения трансформации структуры и микроструктуры электродных материалов литий-ионных аккумуляторов

Литий-ионные аккумуляторы (ЛИА) давно стали неотъемлемой частью большинства современных портативных электрических устройств: они активно внедряются в автотранспорт как основной источник энергии и используются как накопители энергии на электростанциях. Большое количество ученых и инженеров работают над улучшением характеристик ЛИА, основные из которых — энергоемкость, скорость заряда-разряда, безопасность эксплуатации. Работа в этом направлении требует детального понимания всех процессов, происходящих в элементах аккумулятора во время его работы.

Основные характеристики и принципы функционирования современных ЛИА определяются прежде всего параметрами кристаллической структуры и элементным составом материалов электродов — катода и анода, являющихся ключевыми компонентами таких аккумуляторов (рис. 1). Катод обычно представляет собой сложный оксид на основе лития и переходных металлов (Mn, Fe, Co, Ni), а в качестве анода в подавляющем большинстве случаев выступает синтетический графит различных марок с различной микроструктурой, реже используется оксид титаната лития или металлический литий. Все эти материалы имеют

*I. A. Bobrikov, A. M. Balagurov, N. Yu. Samoylova,
S. V. Sumnikov, O. Yu. Ivanshina, R. N. Vasin*

Application of Neutron Diffraction to Study Structural and Microstructural Transformations of Electrode Materials of Lithium-Ion Batteries

Lithium-ion batteries (LIB) have long become an integral component of most modern portable electrical devices; they are actively introduced in automobiles as the major power source and used as energy storage devices for power plants. A large number of scientists and engineers are working to improve LIB characteristics, the main of which are energy storage capacity, charge-discharge rate, and safety of operation. This work requires a thorough understanding of all processes occurring in battery components during operation.

The main characteristics and principles of operation of modern lithium-ion batteries are primarily determined by the parameters of the crystal structure and elemental composition of materials of electrodes (cathode and anode), which are the key components of such batteries (Fig. 1). The cathode is usually a complex oxide based on lithium and transition metals (Mn, Fe, Co, Ni), while the anode in the vast majority of cases is synthetic graphite of various grades with different microstructures (lithium titanate oxide or lithium metal is more rarely used). All these

кристаллическую структуру, которая исследуется с помощью дифракции коротковолновых излучений — рентгеновского, синхротронного или нейтронного. При этом благодаря высокой проникающей способности и тому, что сечение рассеяния нейтронов случайным образом зависит от номера элемента, дифракция нейтронов проявила себя как уникальный метод исследования электродных материалов. Особенности сечения рассеяния нейтронов на химических элементах позволяют успешно проводить изучение структур, содержащих легкие элементы (например, Li, O), и различать положение в структуре элементов с близкими атомными номерами (например, Mn, Fe, Co, Ni). Их высокая проникающая способность обеспечивает возможность исследовать структурные и микрострук-

турные трансформации электродов непосредственно в реальном устройстве и в реальном времени его эксплуатации (рис. 2).

Наша научная группа одной из первых провела эксперименты по исследованию методом дифракции нейтронов функционирования электродов ЛИА в реальном времени. Первые дифракционные эксперименты были проведены на одном из нейтронных дифрактометров на импульсном реакторе ИБР-2 в 2012 г., предварительные результаты были опубликованы в «Новостях ОИЯИ» в 2013 г., а в 2014 г. опубликованы первые полноформатные научные работы [1, 2]. С того времени нам удалось охватить в своих исследованиях все основные типы структур используемых в ЛИА катодных и анодных материалов, заинтересовать в сотрудни-

Рис. 1. *a*) Иллюстрация работы литий-ионного аккумулятора. Показан процесс заряда — переход лития из анода (литированного графита или металлического лития) через сепаратор (органический электролит) в катод (обычно LiCoO_2 , LiFePO_4 и другие материалы). В качестве токосъемников обычно используются медь и алюминий. *b*) Электрохимическая ячейка (1) во время эксперимента на дифрактометре ФДВР, 2 — коллиматор нейтронов, 3 — входные окна детекторов нейтронов. Падающие и рассеянные нейтроны показаны стрелками. Рис. 1–3 взяты из [6]

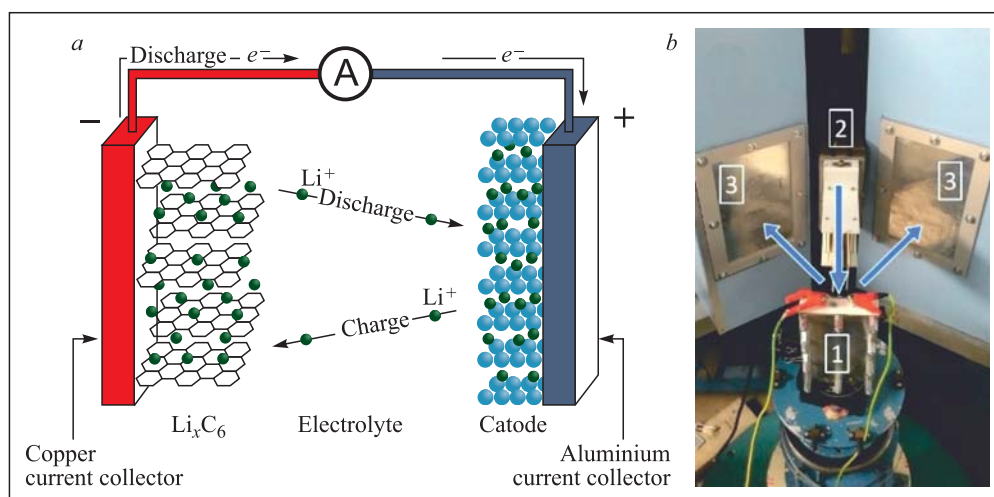


Fig. 1. *a*) Illustration of the operation of Li-ion batteries. The charging process is shown — transition of lithium from the anode (lithium graphite or metallic lithium) through a separator (organic electrolyte) to the cathode (usually LiCoO_2 , LiFePO_4 and other materials). Copper and aluminium are usually used as current collectors. *b*) Electrochemical cell (1) during the experiment at the HRFD diffractometer, (2) neutron collimator, (3) entrance windows of neutron detectors. Incident and scattered neutrons are shown by arrows. Figures 1–3 are taken from [6]

materials have a crystal structure, which is studied using short-wave (X-ray, synchrotron or neutron) diffraction methods, among which neutron diffraction has proved to be a unique technique for studying electrode materials due to its high penetration power and the fact that the neutron scattering cross section randomly depends on the element's atomic number. The specific features of the neutron scattering cross section for chemical elements make it possible to successfully study structures containing light elements (e.g., Li, O), and distinguish the position of elements with

close atomic numbers (e.g., Mn, Fe, Co, Ni). The high penetration power of neutrons allows studying structural and microstructural transformations of electrodes directly in a real device and in real time during its operation (Fig. 2).

Our research group was one of the first to conduct neutron diffraction experiments to study the operation of LIB electrodes in real time. The first diffraction experiments were carried out on one of the neutron diffractometers of the IBR-2 pulsed reactor in 2012; preliminary results were reported in “JINR News” in 2013 and in 2014; first full-

честве большое количество научных групп в России, а также за рубежом (МГУ, СарГУ, ИХТТМ СО РАН, ИЦ «Сколково», Национальный университет Цинь Хуа (Тайвань)), синтезирующих новые электродные материалы. В результате выполненных исследований была детально изучена трансформация кристаллической структуры и микроструктуры оливиноподобных катодных материалов в процессе их электрохимического циклирования, определена причина положительного влияния на емкость таких катодов сверхмалых добавок

ванадия [1]; изучена последовательность структурных переходов в анодном материале между литированными фазами графита в процессе интеркаляции-деинтеркаляции лития [1, 3, 4]; исследована фазовая стабильность ряда слоистых катодных материалов, выполнено численное моделирование структурных процессов [5]; объяснено anomalous поведение структуры таких электродов в процессе циклирования [4].

В одной из последних наших работ по теме исследования электродов в реальном времени было продол-

Рис. 2. В процессе заряда-разряда электрохимической ячейки (или аккумулятора) происходят изменения в кристаллической структуре электродов, которые, в свою очередь, приводят к изменению положения и интенсивности дифракционных пиков. Сверху показан пример дифрактограммы, основной вклад в которую вносят катодный материал (NCA) и литиевый анод. PE — сепаратор, NB — нитрид бора. Ниже показана 2D-эволюция такой дифрактограммы в процессе заряда-разряда. Значения напряжения и тока в процессе заряда-разряда показаны на графике справа

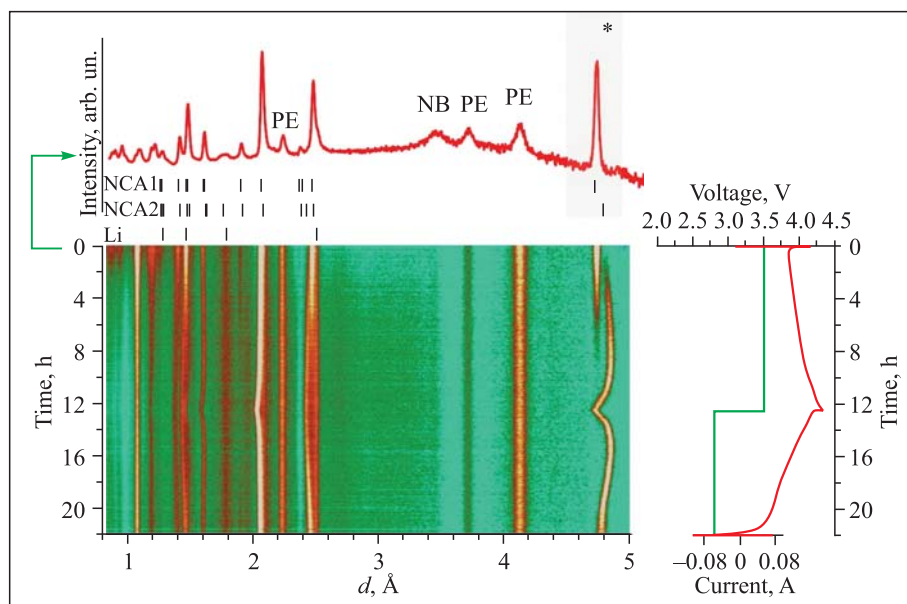


Fig. 2. During charge-discharge of the electrochemical cell (or battery), the crystal structure of the electrodes undergoes changes, which, in turn, lead to a change in the position and intensity of the diffraction peaks. Top: example of a diffraction pattern with the main contribution by cathode material (NCA) and lithium anode. PE — separator, NB — boron nitride. Bottom: 2D evolution of this diffraction pattern during charge-discharge. The voltage and current values during charge-discharge are shown in the graph on the right

length scientific papers were published [1, 2]. Since then, in our investigations we have managed to cover all the main types of structures used in LIB cathode and anode materials, and to establish cooperation with a large number of scientific groups in Russia and abroad that are engaged in the synthesis of new electrode materials (Moscow State University, Saratov State University, the Institute of Solid State Chemistry and Mechanochemistry of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, the Skolkovo Innovation Center, the National Tsing Hua University). Based on the results of the performed investigations, we have studied in detail the transformation of the crystal structure and microstructure of olivine-like cathode ma-

terials during their electrochemical cycling, and identified the cause of the positive effect of addition of ultra-small amounts of vanadium on the capacity of these cathodes [1]; the sequence of structural transitions in the anode material between the lithiated phases of graphite in the process of intercalation–deintercalation of lithium was studied [1, 3, 4]; the phase stability of a number of layered cathode materials was investigated, the numerical simulation of a number of structural processes was performed [5], and the anomalous behavior of the structure of these electrodes during cycling was explained [4].

In one of our recent research studies aimed at investigating electrodes in real time, we continued to in-

жено изучение фазовой стабильности катодного материала $\text{LiNi}_{0.8}\text{Co}_{0.15}\text{Al}_{0.05}\text{O}_2$ в процессе заряда-разряда с акцентом на исследование поведения структуры катода в первом формовочном цикле [6]. Для этого потребовалось дополнительно разработать специальные электрохимические ячейки и даже создать небольшую лабораторию для самостоятельного изготовления электродов ЛИА. В результате исследования, впервые с помощью нейтронов, было зафиксировано двухфазное структурное состояние, возникающее при первом цикле заряда слоистого катодного материала, исчезающее при дальнейшем его разряде и больше не проявляющееся в последующих циклах. Благодаря особенно-

стям проведенного эксперимента, который заключался в исследовании серии электродов с разной степенью прокатки, появление двухфазного состояния удалось объяснить. Оказалось, что причина фазового расслоения лежит в морфологии частиц катодного материала, получаемого методом соосаждения, представляющих собой фрамбонды (вторичные частицы в форме шара, размеры $\sim 5\text{--}10$ мкм), состоящие, в свою очередь, из множества кристаллитов (первичные частицы, размеры $\sim 0,2\text{--}0,5$ мкм). Такая микроструктура и низкая ионная проводимость катодного материала приводят к поэтапной активизации первичных частиц катода, что и проявляет себя на дифрактограмме как сосуще-

Рис. 3. Иллюстрация процесса структурного фазового расслоения, наблюдаемого в слоистом катоде $\text{LiNi}_{1-x-y}\text{Co}_x\text{Al}_y\text{O}_2$ (NCA) при первом заряде. Слева направо: электронно-микроскопическая фотография частицы катода; схематичное изображение такой частицы в процессе первого заряда, где NCA1 и NCA2 — неактивированная и активированная структурные фазы; их проявление на эволюции нейтронного дифракционного пика от катодного материала

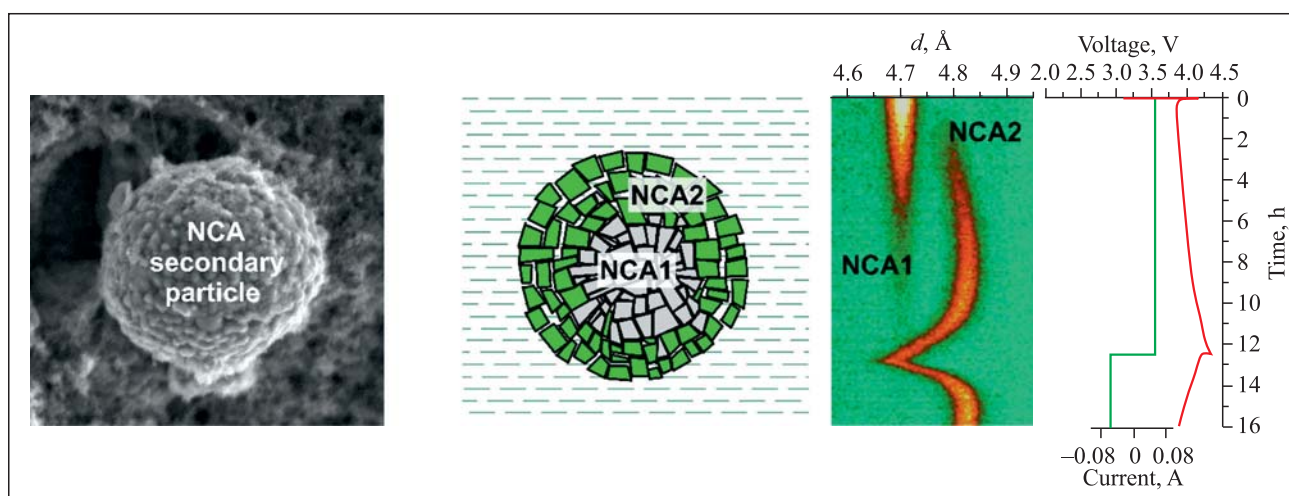


Fig. 3. Illustration of the structural phase separation process observed in the layered cathode $\text{LiNi}_{1-x-y}\text{Co}_x\text{Al}_y\text{O}_2$ (NCA) during the first charge. From left to right: SEM image of a cathode particle; schematic representation of this particle during the first charge, where NCA1 and NCA2 are non-activated and activated structural phases; their manifestation in the evolution of the neutron diffraction peak from the cathode material

investigate the phase stability of the cathode material $\text{LiNi}_{0.8}\text{Co}_{0.15}\text{Al}_{0.05}\text{O}_2$ during charge-discharge with a focus on the behavior of the cathode structure in the first cycle [6]. For these purposes we designed specialized electrochemical cells and organized a special laboratory for local production of LIB electrodes for research. As a result of the study, for the first time using neutrons, a two-phase structural state was recorded that occurs during the first charge cycle of a layered cathode material and disappears when it is further discharged, and no longer appears in subsequent cycles. We managed to explain this effect due to the fact that the study was performed with a series of electrodes rolled with different degrees of compaction. It turned out that the cause of the phase separation is de-

termined by the morphology of particles of the cathode material obtained by co-precipitation — sphere-like framboids (secondary particles, sizes $\sim 5\text{--}10$ μm) composed of crystallites (primary particles, sizes $\sim 0.2\text{--}0.5$ μm). Such kind of microstructure and low ionic conductivity of the cathode material lead to gradual activation of the cathode primary particles, which manifests itself in the diffraction pattern as the coexistence of two structural phases (Fig. 3). A high compaction degree of the electrodes (more than 25% of the initial thickness) results in partial destruction of framboids, thus reducing the effect of phase separation.

Summing up, it should be said that the performed work allowed us not only to obtain a number of important scientific results, but also to demonstrate the exceptional

ствование двух структурных фаз (рис. 3). Сильная прокатка электродов (более 25% от начальной толщины) приводит к частичному разрушению фрамбонидов и уменьшает эффект фазового расслоения.

В заключение следует сказать, что проведенная работа не только позволила получить ряд важных научных результатов, но и показала исключительные возможности метода дифракции нейтронов для исследования в реальном времени структурных и микроструктурных процессов в таких сложных многокомпонентных объектах, как современные электрохимические источники тока. Успех дифракционных исследований стимулировал интерес к изучению процессов в ЛИА с помощью других методик, развитых в ЛНФ на реакторе ИБР-2, а именно рефлектометрии и малоуглового рассеяния нейтронов.

Список литературы

1. Bobrikov I.A., Balagurov A.M., Chih-Wei Hu, Chih-Hao Lee, Deleg S., Balagurov D.A. Structural Evolution in LiFePO₄-Based Battery Materials: In-Situ and Ex-Situ Time-of-Flight Neutron Diffraction Study // *J. Power Sources*. 2014. V. 258. P. 356–364.

2. Балагуров А.М., Бобриков И.А., Самойлова Н.Ю., Дрожжин О.А., Антипов Е.В. Применение рассеяния нейтронов для анализа процессов в Li-источниках электрического тока // *Успехи химии*. 2014. Т. 83, № 12. С. 1120–1134.

3. Бобриков И.А., Самойлова Н.Ю., Балагуров Д.А., Иваньшина О.Ю., Дрожжин О.А., Балагуров А.М. Анализ структурных трансформаций в литий-ионном аккумуляторе с помощью дифракции нейтронов // *Электрохимия*. 2017. Т. 53, № 2. С. 198–207.

4. Bobrikov I.A., Samoylova N. Yu., Sumnikov S. V., Ivanshina O. Yu., Vasin R. N., Beskrovnyi A. I., Balagurov A. M. In-Situ Time-of-Flight Neutron Diffraction Study of the Structure Evolution of Electrode Materials in Commercial Battery with LiNi_{0.8}Co_{0.15}Al_{0.05}O₂ Cathode // *J. Power Sources*. 2017. V. 372. P. 74–81.

5. Eremin R.A., Zolotarev P.N., Ivanshina O. Yu., Bobrikov I.A. Li(Ni,Co,Al)O₂ Cathode Delithiation: A Combination of Topological Analysis, Density Functional Theory, Neutron Diffraction, and Machine Learning Techniques // *J. Phys. Chem. C*. 2017. V. 121, No. 51. P. 28293–28305.

6. Bobrikov I.A., Samoylova N. Yu., Ivanshina O. Yu., Sumnikov S. V., Vasin R. N., Korneeva E. A., Balagurov A. M. Abnormal Phase-Separated State of Li_xNi_{0.8}Co_{0.15}Al_{0.05}O₂ in the First Charge: Effect of Electrode Compaction // *Electrochim. Acta*. 2018. V. 265. P. 726.

capabilities of the neutron diffraction method for real-time investigation of structural and microstructural processes in such complex multicomponent objects as modern electrochemical current sources. The success of diffraction studies stimulated further interest in studying processes in lithium-ion batteries at IBR-2 of FLNP using other neutron scattering techniques, including reflectometry and small-angle scattering.

References

1. Bobrikov I.A., Balagurov A.M., Chih-Wei Hu, Chih-Hao Lee, Deleg S., Balagurov D.A. Structural Evolution in LiFePO₄-Based Battery Materials: In-Situ and Ex-Situ Time-of-Flight Neutron Diffraction Study // *J. Power Sources*. 2014. V. 258. P. 356–364.

2. Balagurov A.M., Bobrikov I.A., Samoylova N. Yu., Drozhzhin O.A., Antipov E.V. Neutron Scattering for Analysis of Processes in Lithium-Ion Batteries // *Russ. Chem. Rev.* 2014. V. 83, No. 12. P. 1120–1134.

3. Bobrikov I.A., Samoylova N. Yu., Balagurov D.A., Ivanshina O. Yu., Drozhzhin O.A., Balagurov A. M. Neutron Diffraction

Analysis of Structural Transformations in Lithium-Ion Batteries // *Russ. J. Electrochem.* 2017. V. 53, No. 2. P. 178–186.

4. Bobrikov I.A., Samoylova N. Yu., Sumnikov S. V., Ivanshina O. Yu., Vasin R. N., Beskrovnyi A. I., Balagurov A. M. In-Situ Time-of-Flight Neutron Diffraction Study of the Structure Evolution of Electrode Materials in Commercial Battery with LiNi_{0.8}Co_{0.15}Al_{0.05}O₂ Cathode // *J. Power Sources*. 2017. V. 372. P. 74–81.

5. Eremin R.A., Zolotarev P.N., Ivanshina O. Yu., Bobrikov I.A. Li(Ni,Co,Al)O₂ Cathode Delithiation: A Combination of Topological Analysis, Density Functional Theory, Neutron Diffraction, and Machine Learning Techniques // *J. Phys. Chem. C*. 2017. V. 121, No. 51. P. 28293–28305.

6. Bobrikov I.A., Samoylova N. Yu., Ivanshina O. Yu., Sumnikov S. V., Vasin R. N., Korneeva E. A., Balagurov A. M. Abnormal Phase-Separated State of Li_xNi_{0.8}Co_{0.15}Al_{0.05}O₂ in the First Charge: Effect of Electrode Compaction // *Electrochim. Acta*. 2018. V. 265. P. 726.

51-я сессия Программно-консультативного комитета по физике конденсированных сред состоялась 20–21 января под председательством профессора Д. Л. Надя.

Председатель ПКК представил обзор выполнения рекомендаций предыдущей сессии ПКК. Вице-директор ОИЯИ Б. Ю. Шарков проинформировал ПКК о резолюции 126-й сессии Ученого совета (сентябрь 2019 г.) и о решениях КПП ОИЯИ (ноябрь 2019 г.).

ПКК заслушал доклад о разработке концепции нового источника нейтронов в ЛНФ, представленный В. Н. Швецовым. ПКК отметил результаты анализа двух альтернативных концепций ДИН-IV: импульсного нейтронного реактора ИБР-3 с активной зоной из ^{237}Np и управляемого ускорителем источника нейтронов с активной зоной из PuO_2 , обеспечивающего коэффициент

размножения нейтронов порядка 20–50. В соответствии с итоговой рекомендацией, сделанной в рамках предпроектной проработки обоих вариантов силами НИКИЭТ им. Н. А. Доллежалы (Москва) и основанной на критериях достижимости необходимых характеристик нейтронов, ядерной безопасности, сложности проектирования, сроков и предполагаемых затрат, рабочей концепцией для ДИН-IV был избран импульсный нейтронный реактор ИБР-3 с топливом из NpN . ПКК поздравил дирекцию ЛНФ с определением рабочей концепции нового источника нейтронов и рекомендовал осуществить ее более глубокую проработку.

ПКК отметил начало сотрудничества ОИЯИ с Высотехнологическим научно-исследовательским институтом неорганических материалов им. А. А. Бочвара (Москва), нацеленного на разработку дорожной карты

Дубна, 20–21 января. 51-я сессия ПКК по физике конденсированных сред



Dubna, 20–21 January, The 51st meeting of the PAC for Condensed Matter Physics

The 51st meeting of the Programme Advisory Committee for Condensed Matter Physics was held on 20–21 January. It was chaired by Professor D. L. Nagy.

The Chair of the PAC presented an overview of the implementation of the recommendations taken at the previous meeting. JINR Vice-Director B. Sharkov informed the PAC about the Resolution of the 126th session of the JINR Scientific Council (September 2019) and about the decisions of the JINR Committee of Plenipotentiaries (November 2019).

The PAC heard a progress report on developing the concept of a new neutron source at FLNP presented by V. Shvetsov. The PAC noted the results of consideration of two alternative concepts of DNS-IV: a pulsed neutron reactor IBR-3 with ^{237}Np core and an accelerator-driven spallation neutron source with PuO_2 core providing a neutron multiplication factor of about 20–50. Both options had been under a feasibility study at the N. A. Dollezhal Research and

Development Institute of Power Engineering (Moscow). The final recommendation made within this study was based on such criteria as achievable neutron characteristics, nuclear safety, engineering complexity, timeline and estimated costs. According to this recommendation, the pulsed neutron reactor IBR-3 with NpN fuel was selected as the working concept for development of DNS-IV. The PAC congratulated the FLNP Directorate on determining the working concept of the new neutron source and recommended its deeper elaboration.

The PAC noted the beginning of JINR's cooperation with the A. A. Bochvar High-Technology Research Institute of Inorganic Materials (Moscow) aimed at developing a roadmap for fabrication of NpN reactor fuel as well as welcomed the detailed roadmap for the DNS-IV implementation presented at the meeting.

The PAC was informed by D. Kozlenko about the main results of instrumentation developments and scientific

по изготовлению реакторного топлива из NpN , а также приветствовал представление подробной дорожной карты создания ДИН-IV.

Заслушав информацию об основных научных и методических результатах исследований в области физики конденсированных сред на ИЯУ ИБР-2 в 2019 г., представленную Д.П. Козленко, ПҚК отметил важность модернизации спектрометров ИБР-2 для обеспечения конкурентоспособности научной программы ЛНФ как в отношении предоставления возможностей для внешних пользователей, так и для расширения области исследований. ПҚК высоко оценил представленные примеры новых научных и методических результатов, достигнутых на ИЯУ ИБР-2 в 2019 г.

ПҚК рекомендовал авторам будущих докладов о новых спектрометрах ИБР-2 четко указывать на возможные угрозы и затруднения при разработке или модернизации каждой рассматриваемой установки. Требования соответствующего сообщества пользователей к конкретному спектрометру должны быть четко обоснованы, а актуальность соответствующих задач текущего Семилетнего плана развития ОИЯИ должна быть отражена в презентациях.

ПҚК заслушал информацию, представленную Д.Худобой, о статистике программы пользователей ЛНФ, осуществляемой на спектрометрах ИБР-2, и поддержал дальнейшее развитие программы пользователей ЛНФ с включением в нее установки для нейтрон-

ного активационного анализа, а также рекомендовал рассмотреть возможность изменения периода подачи заявки на второй этап программы пользователей.

Заслушав доклад о современных тенденциях в нейтронной спектроскопии и состоянии спектроскопии неупругого рассеяния нейтронов в ЛНФ, представленные В. Зайонцем и Д. Худобой, ПҚК отметил, что два спектрометра, упомянутые в докладах, более не удовлетворяют требованиям пользователей. ПҚК принял к сведению ход работ по подготовке к открытию проекта разработки нового спектрометра неупругого рассеяния нейтронов на 2021–2023 гг., поддержал это намерение и ожидает детального предложения по новому проекту на следующей сессии.

ПҚК заслушал доклад, представленный К. Назаровым, о создании установки нейтронной радиографии и томографии на реакторе ВВР-К Института ядерной физики (Алма-Ата, Казахстан) в сотрудничестве с ЛНФ. ПҚК принял к сведению характеристики основных компонентов установки, результаты первых тестовых экспериментов и рекомендовал начать реализацию предложенной исследовательской программы.

ПҚК рассмотрел отчет о выполнении проекта «Создание открытой информационно-образовательной среды для поддержки приоритетных направлений исследований в области наук о материалах и структуре материи» и предложение нового проекта «Открытая информационно-образовательная среда поддержки

research in the field of condensed matter physics at the IBR-2 reactor in 2019. The PAC considered the activities focused on the upgrade of the IBR-2 instruments to be important for providing competitive research opportunities to the external users and for expanding the research areas. The PAC appreciated the demonstrated examples of the new scientific results and instrumentation developments at IBR-2 achieved in 2019.

In future reports on new instrumentation developments at IBR-2, the PAC recommended that their authors be explicit on possible threats and difficulties of the development or upgrade of each particular facility under consideration. The demands of the respective user community to a particular instrument should be clearly justified and the relevance to corresponding tasks of the current Seven-Year Plan for the development of JINR should be reflected in presentations.

The PAC heard information presented by D. Chudoba on the statistics of the FLNP User Programme at the IBR-2 spectrometers. It supported further developing the FLNP User Programme, including the neutron activation analysis facility, and recommended considering a possibility of changing the application submitting period for the second round.

The PAC heard reports presented by W. Zając and D. Chudoba on the current trends in neutron spectroscopy and on the status of inelastic neutron scattering spectroscopy at FLNP. It noted that the two spectrometers mentioned in the reports no longer satisfied the requirements of users. The PAC took note of the progress of work for opening the new project of developing a new inelastic neutron scattering spectrometer for 2021–2023 and supported this intention. The PAC expects a detailed proposal for this new project to be presented at the next meeting.

The PAC heard a report presented by K. Nazarov on developing a neutron radiography and tomography facility at the WWR-K reactor of the Institute of Nuclear Physics in Almaty (Kazakhstan) in collaboration with FLNP. The PAC took note of the description of the main components of the experimental set-up and of the results of the first test experiments, and recommended following up with the implementation of the proposed research programme.

The PAC considered the report presented by Yu. Panibratsev on the completed project “Development of an open information and educational environment to support research priorities in material science and structure of matter” and the proposal for opening a new project “Open information and educational environment for supporting fundamental and applied multidisciplinary research at JINR”.

фундаментальных и прикладных мультидисциплинарных исследований в ОИЯИ», представленные Ю. А. Панабратацевым. ПКК отметил результаты завершенного проекта, которые включают, в частности, создание системы онлайн-курсов по основным направлениям исследований ОИЯИ и реализации проектов класса «мегасайенс». Учитывая потенциал нового проекта, ПКК считает, что его выполнение поможет привлечь новое поколение исследователей в научные группы ОИЯИ. В связи с успешным завершением выполненного проекта ПКК рекомендовал его закрыть и открыть новый предложенный проект для выполнения в 2021–2023 гг.

ПКК с интересом заслушал следующие научные доклады: «Микроскопический механизм спонтанной поляризации в стронциевых гексаферритах», «Высококочувствительная регистрация молекул аналита при аттомольярной концентрации методом рамановской спектроскопии», «Сверхпроводниковая спинтроника на основе джозефсоновских наноструктур», «ПЭМ-анализ керамик, облученных тяжелыми ионами с энергиями осколков деления», «Структурная модификация углеродных материалов при облучении быстрыми тяжелыми ионами» — и выразил благодарность докладчикам В. А. Турченко, Г. М. Арзуманяну, Ю. М. Шукринову, В. А. Скуратову и А. Олейничаку за превосходные презентации.

ПКК принял к сведению информацию о международной конференции «Радиобиологические основы

лучевой терапии» (17–18 октября 2019 г., Дубна), представленную И. В. Кошланем.

ПКК рассмотрел 15 стендовых сообщений молодых ученых в области физики конденсированных сред и связанных направлений. Лучшей работой на данной сессии было избрано стендовое сообщение «Нейтронный активационный анализ как инструмент для оценки накопления наночастиц серебра в органах самок мышей и их потомства», представленное И. Зиньковской. ПКК также отметил высокий уровень двух других стендовых сообщений: «Синтез и исследование магнитных наночастиц типа „ядро–оболочка“ для биоприменений», представленное А. Назаровой, и «Исследование внутренней структуры и атомной динамики фармацевтических соединений под воздействием высокого давления», представленное Н. А. Белозеровой.

51-я сессия Программно-консультативного комитета по ядерной физике состоялась 30–31 января под председательством профессора М. Левитовича.

Председатель ПКК представил краткое сообщение о выполнении рекомендаций предыдущей сессии. Вице-директор ОИЯИ М. Г. Иткис проинформировал ПКК о резолюции 126-й сессии Ученого совета и решениях КПП ОИЯИ.

ПКК заслушал доклад по теме «Исследования взаимодействия нейтронов с ядрами и свойств нейтрона»,

The PAC noted the results of the completed project which include, in particular, the creation of a system of online courses in the main fields of JINR research and the implementation of the megascience projects. Given the potential of the new project, the PAC considered that it could attract a new generation of scientists to the JINR research teams. In view of the successful implementation of the concluded project, the PAC recommended its closing and opening the new one for implementation in 2021–2023.

The PAC heard with interest the following scientific reports: “Microscopic mechanism of the spontaneous polarization in strontium hexaferrites”, “Ultrasensitive detection of analyte molecules at attomolar concentration by Raman spectroscopy”, “Superconductor spintronics based on Josephson nanostructures”, “TEM examination of the ceramics irradiated with heavy ions of fission fragment energies” and “Structural modification of carbon materials by swift heavy ions”, and thanked the speakers V. Turchenko, G. Arzumanyan, Yu. Shukrinov, V. Skuratov, and A. Olejniczak for their excellent presentations.

The PAC took note of the information about the international conference “Radiobiological Basis of Radiation Therapy” (17–18 October 2019, Dubna) presented by I. Koshlan.

The PAC reviewed 15 poster presentations made by young scientists in condensed matter physics and related fields. The poster “Neutron activation analysis as a tool for tracing the accumulation of silver nanoparticles in tissues of female mice and their offspring” by I. Zinicovscaia was selected as the best poster at the session. The PAC noted two other high-quality posters: “Synthesis and research of magnetic nanoparticles of the “core-shell” type for bioapplications” by A. Nazarova and “Investigation of the internal structure and atomic dynamics of pharmaceutical compounds under the influence of high pressure” by N. Belozerova.

The 51st meeting of the Programme Advisory Committee for Nuclear Physics was held on 30–31 January. It was chaired by Professor M. Lewitowicz.

The Chair of the PAC 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 126th session of the Scientific Council (September 2019) and about the decisions of the Committee of Plenipotentiaries (November 2019).

The PAC heard a report on the theme “Investigations of Neutron Nuclear Interactions and Properties of the Neutron” presented by E. Lychagin. This report covered

представленный Е. В. Лычагиным. В докладе были приведены научные результаты, полученные за последние месяцы, и перспективы дальнейшего развития работ по направлениям: исследования квантово-механических явлений с ультрахолодными и холодными нейтронами, изучение свойств нейтрона; изучение ядерных реакций, вызванных нейтронами, прикладные работы с использованием ядерно-физических методов. ПКК отметил, что направления исследований в рамках темы развиваются успешно, а программа на 2020–2022 гг. достаточно обширна и актуальна. Вместе с тем ПКК рекомендовал сфокусировать приоритеты на основных направлениях темы, уделяя особое внимание разработке ключевых технологий для нового источника нейтронов, а также более активно использовать выведенные пучки ИРЕН для проведения как фундаментальных, так и прикладных исследований.

Заслушав доклад о планах по модернизации ускорителя ЭГ-5, представленный А. С. Дорошкевичем, ПКК счел работы по модернизации этого ускорителя важными как для поддержания и развития научного потенциала ЛНФ, так и для расширения области научных исследований. ПКК рекомендовал представить полный проект по ЭГ-5, в котором были бы рассмотрены два варианта: модернизация существующего ускорителя ЭГ-5 и покупка нового ускорителя, с учетом степени риска, связанного с предложением о модернизации.

ПКК заслушал предложение по открытию нового проекта BECQUEREL, представленное П. И. Зарубиным. Несмотря на то, что изучение фрагментации ядер с использованием ядерных эмульсий имеет долгую историю, этот метод в ряде исследований сохраняет многообещающие возможности. После длительной

Дубна, 30–31 января. Участники 51-й сессии ПКК по ядерной физике



Dubna, 30–31 January. Participants of the 51st meeting of the PAC for Nuclear Physics

the results obtained in recent months and the prospects for further development of scientific work in the various areas: research of quantum-mechanical phenomena with ultracold and cold neutrons, study of properties of the neutron, study of nuclear reactions induced by neutrons, and applied research using nuclear physics methods. The PAC noted that the research areas within the framework of this theme were developing successfully, and the scientific programme for the period 2020–2022 is broad and relevant. At the same time the PAC recommended that priorities of this theme be better focused, with particular emphasis on the development of key technologies for a new neutron source. The PAC encouraged an active use of the IREN extracted beams for both basic and applied research.

The PAC heard a report on the plans for modernization of the EG-5 accelerator, presented by A. Doroshkevich.

The PAC considered the work on the modernization of the accelerator to be very important for maintaining and developing the scientific potential of FLNP as well as for expanding the field of scientific investigations. The PAC recommended presenting a full proposal of the project for EG-5, comparing carefully two options: modernization of the present EG-5 accelerator or purchase of a new accelerator taking into account the risk associated with the proposed upgrade.

The PAC heard a proposal for opening a new project BECQUEREL presented by P. Zarubin. Despite the fact that studies of nuclear fragmentation using nuclear emulsions have a very long history, this method still keeps promising opportunities. After a lengthy discussion the PAC recommended that a renewed project proposal be presented at the PAC meeting in January 2021.

дискуссии ПКК рекомендовал представить обновленный проект на сессии комитета в январе 2021 г.

ПКК заслушал доклады о статусе и планах на фабрике сверхтяжелых элементов (СТЭ), представленные В. А. Семиным (циклотрон ДЦ-280) и В. К. Утенковым (сепаратор ГНС-2).

Основными задачами 2019 г. являлись запуск циклотрона ДЦ-280, включая получение всех необходимых разрешительных документов на работы и вывод пучков тяжелых ионов с проектными параметрами. На сегодня выведены пучки ионов ^{12}C , ^{40}Ar , ^{48}Ca и ^{84}Kr с интенсивностями несколько микроампер в пересчете на частицы (мкА частиц). Завершены монтаж и запуск в эксплуатацию нового газонаполненного сепаратора (ГНС-2). Выполнена серия тестовых экспериментов по определению трансмиссии сепаратора с помощью альфа-частиц и продуктов реакции $^{nat}\text{Yb}(^{40}\text{Ar}, xn)^{207-212}\text{Ra}$. Эксперименты показали, что сепаратор обладает хорошим подавлением фоновых событий. С использованием сепаратора проведены эксперименты на пучке ^{48}Ca с мишенями из ^{nat}Yb , ^{174}Yb , ^{170}Er и ^{208}Pb . Первым экспериментом по получению сверхтяжелых ядер будет синтез изотопов московия в реакции $^{48}\text{Ca} + ^{243}\text{Am}$.

ПКК рекомендовал ЛЯР быстрее завершить тестовые эксперименты и приступить к началу реализации экспериментальной программы на фабрике СТЭ.

ПКК заслушал доклад «Перспективы исследований реакций многонуклонных передач», представленный

А. В. Ереминым, о современном состоянии и планах исследований структуры тяжелых ядер, образующихся в реакциях многонуклонных передач. Синтез изотопов с числом протонов до $Z = 102$ в экспериментах на сепараторах SHIP (GSI) и SHELS (ЛЯР ОИЯИ) указывает на то, что реакции многонуклонных передач можно рассматривать как альтернативный путь для расширения карты ядер в область самых тяжелых изотопов. ПКК отметил, что, наряду с исследованиями новых изотопов, большое значение имеет изучение механизмов реакций многонуклонных передач, и полностью поддержал создание специализированной установки, нацеленной на комплексное изучение такого механизма. ПКК рекомендовал представить проект о новой установке, нацеленной на измерение характеристик реакций многонуклонных передач и их тяжелых продуктов.

ПКК заслушал доклады «Реакции слияния в ядерной астрофизике», представленный В. В. Саргсяном, и «Исследование мгновенных нейтронов при делении ядер резонансными нейтронами», представленный Ш. Зейналовым.

ПКК ознакомился с презентацией 13 новых результатов и проектов в области ядерной физики, представленных молодыми учеными из ЛЯР. Были отмечены лучшие стендовые сообщения: «Изучение изотопов No с использованием детекторной системы GABRIELA» А. А. Кузнецовой, «Эффективный метод измерения функции возбуждения для (α, n) -реакций при низ-

The PAC heard reports on the status and plans for the Factory of Superheavy Elements (SHE) presented by V. Semin (DC-280 cyclotron) and V. Utyonkov (GFS-2 separator).

The main goal in 2019 was to commission the DC-280 cyclotron, including the approval of all necessary permits for work and the production of heavy-ion beams within the design parameters. To date, beams of ^{12}C , ^{40}Ar , ^{48}Ca and ^{84}Kr with intensities of a few particle microamperes (μA) have been extracted. The installation and commissioning of the new gas-filled separator (GFS-2) was completed. A series of test experiments for the optimization of the parameters of the separator was conducted with alpha particles and the $^{nat}\text{Yb}(^{40}\text{Ar}, xn)^{207-212}\text{Ra}$ reaction products. The experiments showed excellent background event suppression and experiments with ^{48}Ca beams and targets of ^{nat}Yb , ^{174}Yb , ^{170}Er and ^{208}Pb were carried out. The synthesis of Mc isotopes in the $^{48}\text{Ca} + ^{243}\text{Am}$ reaction will be the first test reaction for the production of superheavy nuclei.

The PAC recommended that FLNR complete the test experiments as soon as possible and start implementing the experimental programme at the SHE Factory.

The PAC heard the report "Prospects of investigation of multinucleon transfer reactions" presented by A. Yerein, concerning the current status and prospects of

studying the structure of heavy nuclei produced in multinucleon transfer (MNT) reactions. Observation of isotopes with proton numbers up to $Z = 102$ at the SHIP (GSI) and SHELS (FLNR, JINR) separators have shown that MNT reactions can be considered as an alternative pathway to extend the nuclear chart towards the heaviest neutron-rich nuclei. The PAC noted that, along with the study of new isotopes, the exploration of the MNT-reaction mechanism is of great importance, and strongly supported the development of a specialized set-up dedicated to a comprehensive study of such a mechanism. The PAC recommended presenting as soon as possible a detailed project of a new set-up aimed at measuring features of the MNT reactions and their heavy products.

The PAC heard the scientific reports "Fusion reactions in nuclear astrophysics" presented by V. Sargsyan and "Investigation of prompt neutrons from fission induced by resonance neutrons" presented by Sh. Zeynalov.

The PAC reviewed 13 poster presentations in the field of nuclear physics research by young scientists from FLNR. The best posters selected were: "Study of No isotopes with the GABRIELA array" presented by A. Kuznetsova, "Effective method of excitation function measurement for (α, n) reactions at low energies" presented by E. Gazeeva, and "Data acquisition and control systems developed for

ких энергиях» Э.М.Газеевой и «Системы управления и сбора данных, используемые для синтеза сверхтяжелых элементов, на экспериментальной установке ГНС-2» Л.Шлаттауэра. Доклад «Изучение изотопов No с использованием детекторной системы GABRIELA» был выбран для представления на сессии Ученого совета ОИЯИ в феврале 2020 г.

52-я сессия Программно-консультативного комитета по физике частиц состоялась 3–4 февраля под председательством профессора И. Церруя.

Председатель ПКК представил обзор выполнения рекомендаций, принятых на предыдущей сессии. Вице-директор ОИЯИ Р.Ледницки проинформировал ПКК о резолюции 126-й сессии Ученого совета и решениях КПП ОИЯИ.

ПКК принял к сведению доклад, представленные Б.Ю.Шарковым и Д.В.Наумовым, о ходе подготовки проекта Стратегического плана долгосрочного развития ОИЯИ по основным разделам и по разделам, касающимся физики элементарных частиц, физики тяжелых ионов и спиновой физики, и ожидает получения информации об окончательном варианте стратегического плана.

ПКК с интересом заслушал доклад о ходе реализации проекта «Нуклотрон–NICA», представленный А.О.Сидориным, и с удовлетворением отметил, что все магниты бустера установлены в кольце, начаты пуско-

налабочные работы, ведется активная подготовительная работа для начала сборки коллайдера.

ПКК высоко оценил открытость отчета о ходе работ по развитию инфраструктуры ЛФВЭ, представленного Н.Н.Агаповым, с указанием причин задержки в капитальном строительстве и предложением пересмотреть принятые в ОИЯИ процедуры закупок.

ПКК принял к сведению отчеты о реализации проектов BM@N и MPD, представленные М.Н.Капишиным и А.Кищелем, и одобрил усилия команд, предпринимаемые для развития и завершения создания экспериментальных установок.

ПКК принял к сведению планы модернизации детектора ATLAS, представленные А.П.Чеплаковым, оценив успехи группы ОИЯИ в продолжении серийного производства камер MicroMegas для нового малого колеса (NSW) мюонного спектрометра и вклад в разработку электроники считывания для жидкоаргонового адронного калориметра. Однако ПКК обеспокоен тем, что команда ОИЯИ разделена на две группы: группу, занятую модернизацией детектора, и группу, осуществляющую анализ данных. ПКК рекомендовал продолжить участие ОИЯИ в проекте модернизации ATLAS на период 2021–2023 г. с первым приоритетом, повторив рекомендацию, сделанную на предыдущей сессии, рассмотреть возможность объединения двух проектов ОИЯИ, один из которых посвящен физическому анализу и операциям, а другой — модернизации детекто-

the synthesis of superheavy elements at the experimental set-up GFS-2” presented by L. Schlattauer. The poster “Study of No isotopes with the GABRIELA array” was recommended for presentation at the session of the Scientific Council in February 2020.

The 52nd meeting of the Programme Advisory Committee for Particle Physics took place on 3–4 February. It was chaired by Professor I. Tserruya.

The Chair of the PAC presented an overview of the implementation of the recommendations taken at the previous meeting. JINR Vice-Director R. Lednický informed the PAC about the Resolution of the 126th session of the JINR Scientific Council and about the decisions of the JINR Committee of Plenipotentiaries.

The PAC took note of the reports concerning the current preparation of the draft of the Strategic Plan for the long-term development of JINR in its major sections, and in particular those related to particle physics, heavy-ion physics and spin physics, presented by B. Sharkov and D. Naumov. The PAC looks forward to being informed about the final version of the Strategic Plan.

The PAC heard with interest the report on the progress towards realization of the Nuclotron–NICA project presented by A. Sidorin. The PAC was pleased to note that all the

magnets of the Booster synchrotron had been installed in the ring, that commissioning work had started, and active preparatory work was underway for starting the collider assembly.

The PAC appreciated the openness of the report on the infrastructure developments at VBLHEP presented by N. Agapov, pointing out at sources of delay in civil construction and suggesting the need to revise procurement procedures.

The PAC took note of the reports on the progress towards realization of the BM@N and MPD projects presented by M. Kapishin and A. Kisiel, and welcomed the collaborations’ efforts to develop the detector elements and complete construction of the detectors.

The PAC took note of the upgrade plans of the ATLAS detector presented by A. Cheplakov. The PAC appreciated the progress made by the JINR group in continuation of mass production of the MicroMegas chambers for the New Small Wheel of the Muon spectrometer and the contribution to the development of readout electronics for the liquid argon hadronic calorimeter. At the same time the PAC is concerned that the JINR ATLAS team is split into two groups, a hardware group and an analysis team. The PAC recommended continuation of JINR’s participation in the ATLAS upgrade project for the period 2021–2023 with first

ров и научно-исследовательским разработкам, в один проект.

ПКК с интересом заслушал обновленное предложение по эксперименту NA64, представленное Д. В. Пешехоновым, и рекомендовал продолжить участие ОИЯИ в проекте на период 2021–2023 гг. с первым приоритетом. ПКК с удовлетворением отметил, что план действий, ранее запрашиваемый у авторов для улучшения соотношения FTE и числа участников, для привлечения студентов и участия в анализе данных, полностью выполнен.

ПКК принял к сведению предложение по эксперименту FASA, представленное С. П. Авдеевым и скорректированное с учетом критики, высказанной на предыдущей сессии ПКК, и рекомендовал отклонить данный проект, так как авторы не привели убедительных аргу-

ментов того, что детектор FASA способен разрешить открытый вопрос о процессе мультифрагментации.

ПКК с интересом заслушал предложение по новому проекту «Поиск новой физики в секторе заряженных лептонов», который включает в себя три эксперимента: Mu2e и MEG-II, представленные В. В. Глаголевым, и COMET, представленный З. Цамалаидзе. Признавая научную ценность изучения процессов нарушения аромата заряженных лептонов в качестве зондов для новой физики, ПКК, однако, считает, что участие в трех разных экспериментах с очень похожими научными целями и конкуренцией друг с другом не вполне оправдано. ПКК предложил авторам сосредоточить усилия и ресурсы на одном эксперименте, что обеспечит лучшие условия команде ОИЯИ для достижения более сильного влияния, значимости и лидерства в таком экспери-

Дубна, 3–4 февраля. 52-я сессия ПКК по физике частиц



Dubna, 3–4 February. The 52nd meeting of the PAC for Particle Physics

priority, reiterating its recommendation made at its previous meeting to consider unifying the two JINR ATLAS projects, one devoted to physics analysis and operations and the other focused on detector upgrade and R&D, into a single one.

The PAC heard with interest the revised proposal of the NA64 experiment presented by D. Peshekhonov and recommended continuation of JINR's participation in the NA64 project for the period 2021–2023 with first priority. The PAC was pleased to note that the action plan previously requested from the authors to improve the ratio of FTE to participants, to attract students and to get involved in data analysis, was satisfactorily addressed.

The PAC took note of the proposal for the FASA experiment presented by S. Avdeev and adjusted for the criticism expressed at the previous meeting. The PAC recommended rejection of the FASA project since the authors had not provided convincing arguments that FASA was a detector

capable of resolving the open question of the multifragmentation process.

The PAC heard with interest the proposal of a new project “Search for new physics in the charged lepton sector” which includes three experiments: Mu2e and MEG-II presented by V. Glagolev and COMET presented by Z. Tsamalaidze. The PAC recognized the scientific merit of the charged-lepton flavor violation processes as probes for new physics; however, it considers that participation in three different experiments with very similar scientific goals and competing with each other is not fully justified. The PAC proposed that effort and resources be focused on one single experiment, thus providing better conditions for the JINR team to achieve stronger impact, visibility and leadership in that experiment. Realizing the complexity associated with such a decision, the PAC recommended approval of the project with the three experiments for only one year. This should allow enough time for the proponents, in coordination with the DLNP Director and JINR management,

менте. Осознавая сложность, связанную с таким решением, ПКК рекомендовал одобрить проект с тремя экспериментами на один год. Это должно дать участникам достаточно времени для согласования с директором ЛЯП и руководством ОИЯИ и принятия решения о долгосрочном участии в этом интересном физическом проекте.

ПКК принял к сведению представленный Е.П.Рогочей отчет о результатах, полученных группой ОИЯИ в эксперименте ALICE на LHC и касающихся фоторождения легких векторных мезонов в ультрапериферических столкновениях Pb–Pb при 5,02 ТэВ и, впервые, тождественных фемтоскопических корреляций заряженных каонов в p –Pb-столкновениях при энергии $\sqrt{s_{NN}} = 5,02$ ТэВ, которые показали соответствие с предсказаниями гидродинамических моделей. ПКК высоко оценил работу группы ОИЯИ по физическому анализу и попросил представить на следующей сессии подробный план будущей деятельности с указанием основных этапов.

ПКК принял к сведению отчет о физических результатах, полученных группой ОИЯИ в эксперименте ATLAS на LHC, представленный Е.В.Храмовым. Участники группы продолжили анализ по определению структуры протона при сверхвысоких энергиях, по поискам резонансов $Z\gamma$, $W\gamma$ и $H\gamma$ в конечных состояниях с энергичной струей и фотоном и процессов суперсимметрии, а также по поискам валентно-подобной непер-

турбативной компоненты тяжелых кварков в протоне. Группа ОИЯИ получила грант коллаборации ATLAS на разработку программного обеспечения для инфраструктуры индексирования триггеров событий и реализации нового механизма конфигураций для AthenaMT. ПКК одобрил планы группы продолжить данную работу и расширить свое участие в разработке программного обеспечения ATLAS.

Приняв к сведению информацию о новых результатах и текущей деятельности группы ОИЯИ в эксперименте CMS на LHC, представленную В.Ю.Алексахиним, ПКК высоко оценил вклад этой группы в поиск дополнительных калибровочных бозонов и дополнительных измерений в двухмюонном канале, недавние результаты поиска дополнительных бозонов Хиггса, распадающихся на пару b -кварков и мюоны, и измерение сечений рождения лептонных пар Дрелла–Яна, а также работу группы с детектором и его обслуживание, выполненные в рамках первой фазы проекта модернизации установки, при участии компьютерных центров Tier-1 и Tier-2, а также регионального операционного центра CMS.

ПКК рассмотрел 18 стендовых сообщений по проблемам физики частиц, подготовленных молодыми учеными ЛТФ, ЛФВЭ и ЛЯП, и выбрал сообщение «Обнаружение нейтринного сигнала сверхновой в режиме реального времени», представленное А.С.Шешуковым, для доклада на сессии Ученого совета в феврале 2020 г.

to decide on the long-term involvement in this interesting physics project.

The PAC took note of the report on the results obtained by the JINR group in the ALICE experiment at the LHC presented by E. Rogochaya. These concern the photoproduction of light vector mesons in ultraperipheral Pb–Pb collisions at 5.02 TeV and, for the first time, the identical charged kaon femtoscopic correlations in p –Pb collisions at the energy of $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$ TeV which showed consistency with the predictions of hydrodynamic models. The PAC appreciated the effort of the JINR team in physics analyses and requested it to submit at the next PAC meeting a detailed plan of its future activities with milestones.

The PAC took note of the report on the physics results obtained by the JINR group in the ATLAS experiment at the LHC presented by E. Khramov. The group's members have continued their analyses in defining the structure of the proton at ultrahigh energies, in searches for $Z\gamma$, $W\gamma$ and $H\gamma$ resonances in boosted jet plus photon final states and Supersymmetry processes, and in the search for a valence-like nonperturbative component of heavy quarks in the proton. The JINR group received an ATLAS Software Development Grant to participate in the development of the event triggers indexing infrastructure and implementation of the new configurations mechanism for the AthenaMT

framework. The PAC appreciated the group's plans to continue the above-mentioned analyses and expand its participation in the ATLAS software development.

The PAC took note of the new results and current activities of the JINR group in the CMS experiment at the LHC presented by V. Aleksakhin. The PAC appreciated the contribution of this group to the search for extra gauge bosons and extra dimensions in the dimuon channel, the recent results on searches for extra Higgs bosons decaying into a pair of b quarks and muons, and the cross-section measurements of Drell–Yan lepton pair production. It also commended the operation and service work carried out by the group in the Phase 1 upgrade project, in the operation of the Tier1 and Tier2 computer centres, as well as the CMS Regional Operation Centre.

The PAC reviewed 18 poster presentations in particle physics by young scientists from DLNP, BLTP and VBLHEP, and selected the poster “Real-time detection of supernova neutrino signal” presented by A. Sheshukov to be reported at the session of the Scientific Council in February 2020.

20–21 февраля состоялась 127-я сессия Ученого совета ОИЯИ под председательством директора Института В. А. Матвеева и профессора Национального института физики и ядерной технологии им. Х. Хулубея К. Борчи (Бухарест, Румыния).

В. А. Матвеев сделал всесторонний доклад, посвященный ключевым для ОИЯИ событиям 2019 г., решениям сессии Комитета полномочных представителей ОИЯИ в Ханое (Вьетнам) (ноябрь 2019 г.), состоянию приоритетных исследовательских программ ОИЯИ, деятельности в сфере подготовки кадров и повышению квалификации персонала в ОИЯИ, а также последним событиям в области международного сотрудничества Института.

Ученый совет заслушал доклады о ходе выполнения Семилетнего плана развития ОИЯИ на 2017–2023 гг. по основным разделам и предложения по корректировке плана, представленные исполняющим обязанности вице-директора ОИЯИ, директором ЛФВЭ В. Д. Кекелидзе (проект NICA), вице-директором ОИЯИ Р. Ледницким (физика частиц), вице-директором ОИЯИ М. Г. Иткисом (ядерная физика) и вице-директором ОИЯИ Б. Ю. Шарковым (физика конденсированных сред, радиационная биология).

С докладами о рекомендациях программно-консультативных комитетов выступили И. Церруя (ПКК по физике частиц), М. Левитович (ПКК по ядерной физике), Д. Л. Надь (ПКК по физике конденсированных сред).

Ученый совет заслушал научный доклад «Международный год фундаментальных наук на службе развития в 2022 г.: статус и перспективы», представленный М. Спиро (Франция).

Были утверждены решения жюри о присуждении премий им. Н. Н. Боголюбова и им. Б. М. Понтекорво, а также о присуждении ежегодных премий ОИЯИ за лучшие научные, научно-методические и научно-технические прикладные работы.

На сессии состоялись выборы на должность директора ЛЯР и утверждение в должностях заместителей директора ЛРБ; объявлены вакансии на должности заместителей директора ЛЯР.

Общие положения резолюции. Заслушав доклад директора ОИЯИ В. А. Матвеева, Ученый совет поздравил ОИЯИ с активным участием в ключевых мероприятиях прошедшего Международного года Периодической таблицы химических элементов, который завершился церемонией закрытия в Токио 5 декабря 2019 г. Достижения, представленные Институтом в рамках международного года, подчеркнули ведущую роль ОИЯИ в области синтеза и изучения свойств новых сверхтяжелых элементов.

Ученый совет с удовлетворением отметил ввод в эксплуатацию бустера комплекса NICA и его успешный технологический пуск, состоявшийся 23 декабря 2019 г., а также проводимые работы по установке сверхпроводящего магнита MPD в ускорительном зале коллайдера NICA.

The 127th session of the JINR Scientific Council took place on 20–21 February. It was chaired by JINR Director V. Matveev and Professor C. Borcea of the H. Hulubei National Institute of Physics and Nuclear Engineering (Bucharest, Romania).

V. Matveev delivered a comprehensive report covering the highlights of the year 2019 for JINR, the decisions of the latest session of the JINR Committee of Plenipotentiaries in Hanoi, Vietnam (November 2019), the current state of the JINR priority research programmes, the activities in the area of human resources training and staff qualification raising at JINR as well as recent events in JINR's international cooperation.

The Scientific Council heard reports concerning progress in implementing the Seven-Year Plan for the development of JINR for 2017–2023 in its major sections, presented by JINR Acting Vice-Director and VBLHEP Director V. Kekelidze (NICA project), by JINR Vice-Director R. Lednický (particle physics), by JINR Vice-Director M. Itkis (nuclear physics), and by JINR Vice-Director B. Sharkov (condensed matter physics, radiation biology).

The recommendations of the Programme Advisory Committees were reported by I. Tserruya (PAC for Particle Physics), M. Lewitowicz (PAC for Nuclear Physics), and D. L. Nagy (PAC for Condensed Matter Physics).

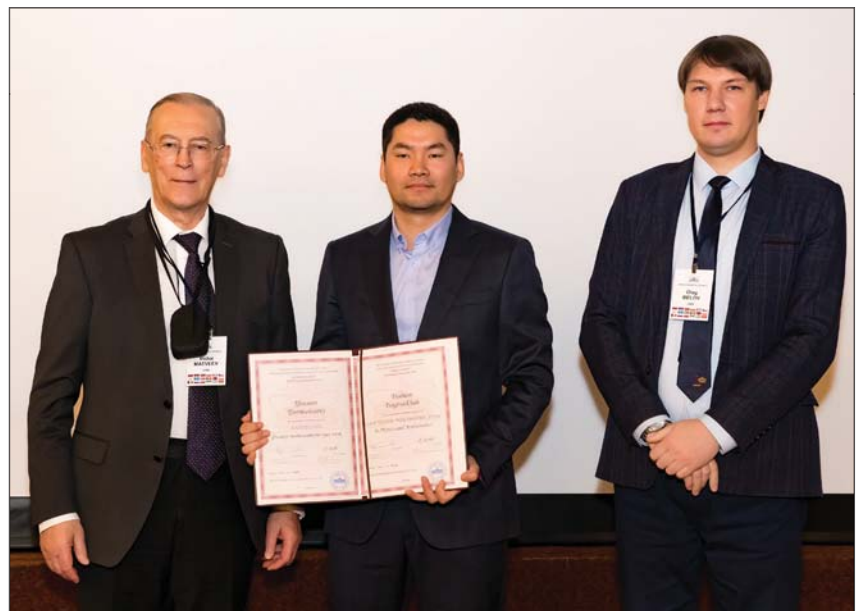
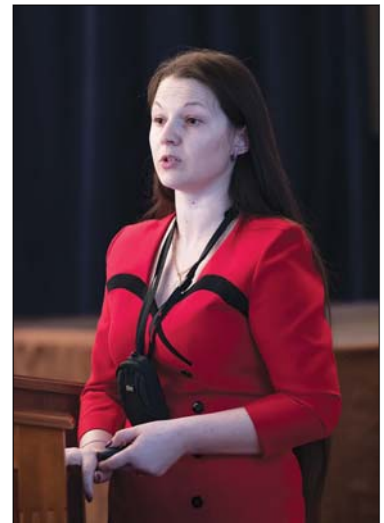
The Scientific Council heard the scientific report “International Year of Basic Sciences for Development in 2022: Status and prospect” presented by M. Spiro (France).

The Scientific Council approved the recommendations of the juries on the award of the N. Bogoliubov Prize and of the B. Pontecorvo Prize, also on the award of the JINR annual prizes for best papers in the fields of scientific research, methodology, research and technology, and applied research.

Election of the Director of FLNR and endorsement of the appointment of Deputy Directors of LRB were held at the session. The vacancies of positions of Deputy Directors of FLNR were announced.

General Considerations of the Resolution. Following the report by JINR Director V. Matveev, the Scientific Council congratulated JINR on its active participation in the key events of the International Year of the Periodic Table of Chemical Elements, which ended with the IYPT Closing Ceremony in Tokyo on 5 December 2019. The achievements presented by JINR within the IYPT emphasized the leading role of this Institute in the synthesis and study of properties of new superheavy elements.

The Scientific Council noted with satisfaction the commissioning and the successful technological start-up of the Booster of the NICA complex, which took place on 23 December 2019, and the ongoing work on the installation of the superconducting MPD magnet in the NICA collider hall.



Дубна, 20–21 февраля.
127-я сессия Ученого совета ОИЯИ

Dubna, 20–21 February. The 127th session
of the JINR Scientific Council

Ученый совет приветствовал подписание соглашений о совместной деятельности в рамках проекта NICA с пятью польскими и пятью мексиканскими исследовательскими центрами и университетами, а также актуализированное Соглашение между ОИЯИ и GSI об участии Германии в проекте NICA, подписанное сторонами во время Зимних чтений Объединения им. Г.Гельмгольца в Москве 6 февраля 2020 г.

Ученый совет поздравил руководителей проекта NICA: И. Н. Мешкова — с избранием действительным членом Российской академии наук и В. Д. Кекелидзе — с избранием членом-корреспондентом РАН.

Ученый совет одобрил ввод в эксплуатацию в 2019 г. пяти кластеров фотодетекторов в рамках проекта «Байкал-ГВД» — крупнейшего глубоководного нейтринного телескопа в Северном полушарии с эффективным объемом 0,25 км³, а также планы по установке двух дополнительных кластеров с 576 оптическими модулями в 2020 г. Ученый совет приветствовал координацию Министерством науки и высшего образования Российской Федерации совместной деятельности ОИЯИ и Института ядерных исследований РАН в рамках проекта «Байкал-ГВД».

Ученый совет отметил значительный прогресс, достигнутый в разработке концепции нового источника нейтронов в ОИЯИ, и ход работ в ЛНФ по модернизацию и развитию ИЯУ ИБР-2, криогенных замедлителей и спектрометров, а также успешную реализацию программы пользователей ЛНФ, предоставляющей широ-

кие возможности для исследований в области физики конденсированных сред и в смежных направлениях.

Ученый совет одобрил подписание соглашения между ОИЯИ и Госкорпорацией «Росатом» о сотрудничестве по отдельным аспектам реализации крупных проектов ОИЯИ, в том числе по созданию коллайдера комплекса NICA, развитию фабрики сверхтяжелых элементов, эксплуатации реактора ИБР-2 и созданию нового источника нейтронов ОИЯИ.

Ученый совет высоко оценил постоянное внимание дирекции ОИЯИ к работе по подготовке кадров и повышению квалификации персонала: начало работы новых диссертационных советов ОИЯИ на основе права Института самостоятельно присуждать ученые степени и защиту трех кандидатских диссертаций, а также начало реализации специализированного международного конкурса для стипендиатов ОИЯИ и первый год работы Дубненской инженерной школы на основе Соглашения о сотрудничестве между ОИЯИ, государственным университетом «Дубна» и Московским государственным техническим университетом им. Н. Э. Баумана при поддержке правительства Московской области.

Ученый совет одобрил меры, предпринимаемые дирекцией ОИЯИ с целью обеспечения конкурентоспособного уровня заработной платы ученых, высококвалифицированных инженеров и специалистов Института.

Ученый совет приветствовал последние достижения в развитии международного сотрудничества ОИЯИ.

The Scientific Council welcomed the new agreements on joint activities on the NICA project signed with five Polish and five Mexican research centres and universities as well as the updated JINR–GSI Cooperation Agreement on German participation in the NICA project signed by the partners during the Helmholtz Winter Readings in Moscow on 6 February 2020.

The Scientific Council congratulated the leaders of the NICA project: I. Meshkov on his election as Full Member of the Russian Academy of Sciences (RAS) and V. Kekelidze on his election as Corresponding Member of RAS.

The Scientific Council appreciated the commissioning, in 2019, of five photodetector clusters within the Baikal-GVD project — the largest deep-water neutrino telescope in the Northern Hemisphere with an effective volume of 0.25 km³ as well as the plans for installing two additional clusters with 576 optical modules in 2020. The Scientific Council welcomed the coordination by the Russian Ministry of Science and Higher Education of the cooperation within the Baikal-GVD project between JINR and the Institute for Nuclear Research of the Russian Academy of Sciences.

The Scientific Council recognized the significant progress achieved in developing the concept of a new neutron source at JINR as well as FLNP's activities on continued upgrade and development of the IBR-2 facility, its cryogenic moderators and spectrometers. It also noted the successful implementation of the FLNP User Programme at

the IBR-2 spectrometer complex, which provides a wide range of options for research in condensed matter physics and related fields.

The Scientific Council endorsed the agreement signed between JINR and the Rosatom State Atomic Energy Corporation on partnership interactions in some aspects of implementing large projects, including development of the NICA collider complex and of the Factory of Superheavy Elements, exploitation of the IBR-2 reactor, and development of JINR's new neutron source.

The Scientific Council appreciated the constant attention being paid by the JINR Directorate to human resources training and staff qualification raising: the beginning of operation of new dissertation councils at JINR on the basis of its right to independently confer academic degrees and the defence of three PhD theses, the beginning of operation of the JINR Distinguished Postdoctoral Research Fellowship Programme and one year of operation of the Dubna School of Engineering on the basis of the Cooperation Agreement between JINR, Dubna State University and Bauman Moscow State Technological University with support of the Moscow Region Government.

The Scientific Council welcomed the efforts being undertaken by the JINR Directorate towards ensuring a competitive level of salaries for JINR's qualified scientists, engineers and specialists.

В частности, Ученый совет отметил процесс восстановления полноправного членства Республики Узбекистан в ОИЯИ, подписание дорожной карты по сотрудничеству между ОИЯИ и Республикой Сербией, ход выполнения Совместной декларации о намерениях между ОИЯИ и ВМБФ, переговоры с участием ОИЯИ в рамках состоявшихся двух совещаний группы старших должностных лиц по Глобальной сети исследовательских инфраструктур и по исследовательским инфраструктурам стран БРИКС.

О ходе выполнения Семилетнего плана развития ОИЯИ на 2017–2023 гг. и предложениях по корректировке плана. Ученый совет принял к сведению доклады о ходе выполнения Семилетнего плана развития ОИЯИ на 2017–2023 гг. Докладчики также представили предложения по корректировке плана, которые, в частности, касаются:

- графиков завершения создания и начала эксплуатации основных элементов комплекса NICA;
- Нейтринной программы (задача увеличения эффективного объема детектора Байкал-ГВД до 0,45 км³);
- проектных работ по новому экспериментальному корпусу (1-й класс) для исследований по химии сверхтяжелых элементов и проекта нового сепаратора;
- работ по тематике «Нейтронные и оптические методы исследований», относящейся к разделу плана «Физика конденсированных сред»;
- работ по проекту «Прецизионная лазерная метрология для ускорителей и детекторных комплексов»;

— дальнейшего развития Многофункционального информационно-вычислительного комплекса.

Ученый совет одобрил эти предложения и ожидает на будущих сессиях информирования о дальнейшей реализации семилетнего плана и предложенных корректировках, предложив изменить формат этих презентаций в будущем, чтобы оставить больше места для обсуждения.

О проекте Стратегического плана долгосрочного развития ОИЯИ. Ученый совет принял к сведению доклад международной рабочей группы по проекту Стратегического плана долгосрочного развития ОИЯИ, представленный директором ОИЯИ В.А.Матвеевым и вице-директором ОИЯИ Б.Ю.Шарковым, выразив благодарность международной рабочей группе за подготовку единого, интегрального документа на основе глубокого анализа материалов, представленных тематическими подгруппами, с описанием общей стратегии, ее флагманских проектов и приоритетов партнерства. Ученый совет предложил рабочей группе принять во внимание замечания и предложения, высказанные в ходе обсуждения на этой сессии.

Ученый совет рекомендовал Комитету полномочных представителей ОИЯИ принять представленный проект за основу и обратился к дирекции ОИЯИ с просьбой продолжить работу по стратегическому планированию в целях разработки Семилетнего плана развития ОИЯИ на 2024–2030 гг. с учетом мнения государств-членов и точного определения их участия

The Scientific Council noted the recent achievements in strengthening JINR's international cooperation. These include the ongoing process of restoration of the full membership of the Republic of Uzbekistan in JINR, the signing of the JINR–Serbia Roadmap for Cooperation, the ongoing implementation of the JINR–BMBF Joint Declaration of Intent, the negotiations held with JINR's participation within two recent meetings of the Group of Senior Officials on Global Research Infrastructures and on BRICS Research Infrastructures.

Implementation of the Seven-Year Plan for the Development of JINR for 2017–2023 and Proposals of Updates to the Plan. The Scientific Council took note of the reports concerning progress in implementing the Seven-Year Plan for the development of JINR. The speakers also presented their proposals for updates to the Plan which concern, in particular:

- the schedules for completion and start of operation of the main elements of the NICA complex;
- the Neutrino Programme (challenge of increasing the effective volume of the Baikal-GVD detector to 0.45 км³);
- R&D for a new experimental hall (1st class) for chemistry of superheavy elements and a project for a new separator;

— work on the topics “Neutron and optical methods of research” related to the Plan's section “Condensed Matter Physics”;

— work on the project “Precision laser metrology for accelerators and detector complexes”;

— further development of the Multifunctional Information and Computing Complex.

The Scientific Council endorsed these proposals. At its future sessions, it looks forward to being informed about further progress in implementing the Seven-Year Plan and its updates, suggesting that the format of these presentations should be modified in the future to leave more room for discussion.

Draft Strategic Plan for the Long-Term Development of JINR. The Scientific Council took note of the report of the International Working Group on the draft of the Strategic Plan for the development of JINR presented by JINR Director V. Matveev and JINR Vice-Director B. Sharkov. The Scientific Council expressed gratitude to the Working Group for the preparation of a single, integrated document based on the deep analysis of materials presented by the thematic subgroups describing the overall strategy with its flagship projects and partnership priorities. The Scientific Council suggested that the Working Group should take into account the comments and proposals made during the discussion at this session.

в крупных исследовательских проектах, а также необходимых кадровых и материальных ресурсов.

Инициатива IUPAP. Ученый совет с интересом заслушал доклад «Международный год фундаментальных наук на службе развития в 2022 г.: статус и перспективы», представленный президентом Международного союза теоретической и прикладной физики (IUPAP), членом Ученого совета ОИЯИ М. Спиро.

Предложение по международному году было разработано IUPAP при содействии и поддержке ЮНЕСКО, Международного совета по науке и его многочисленных членом и партнерских учреждений, включая Международный союз теоретической и прикладной химии. Ученый совет рекомендовал ОИЯИ активно поддержать эту инициативу.

Рекомендации в связи с работой ПКК. Ученый совет поддержал рекомендации, выработанные на сессиях программно-консультативных комитетов в январе-феврале 2020 г. и представленные председателем ПКК по физике частиц И. Церруя, председателем ПКК по ядерной физике М. Левитовичем и председателем ПКК по физике конденсированных сред Д. Л. Надем. Ученый совет просил дирекцию ОИЯИ учесть эти рекомендации при формировании Проблемно-тематического плана научно-исследовательских работ и международного сотрудничества ОИЯИ на 2021 г.

Физика частиц. С удовлетворением отметив, что все магниты бустерного синхротрона комплекса NICA уже установлены в кольцо и начаты пусконаладочные

работы, Ученый совет поддержал активную подготовительную работу к началу сборки коллайдера: испытанию ВЧ-системы RF1 и работы по серийному производству магнитов коллайдера. Ученый совет отметил открытость отчета о развитии инфраструктуры в ЛФВЭ с указанием причин задержки в капитальном строительстве и предложением пересмотреть действующие процедуры закупок.

Ученый совет приветствовал усилия коллаборации MPD по разработке элементов детектора с целью завершения первого этапа строительства детектора и его ввода в эксплуатацию к 2021 г. Ученый совет одобрил усилия команды BM@N, предпринимаемые для завершения подготовки экспериментальной установки к сеансу с тяжелыми ионами в 2021 г.

Ученый совет высоко оценил успехи группы ОИЯИ в выполнении своих обязательств по проекту модернизации детектора ATLAS, в частности, продолжение серийного производства камер MicroMegas для нового малого колеса мюонного спектрометра. В согласии с ПКК, Ученый совет повторно рекомендовал дирекции ОИЯИ рассмотреть возможность объединения двух проектов, один из которых посвящен физическому анализу, а другой — модернизации детекторов и научно-исследовательским разработкам, в один проект. Ученый совет одобрил рекомендацию ПКК о продолжении проекта ATLAS на период 2021–2023 гг. с первым приоритетом.

The Scientific Council recommended that the JINR Committee of Plenipotentiaries consider the presented draft as a basis and asked the JINR Directorate to continue work on strategic planning towards developing the Seven-Year Plan for 2024–2030 taking into account the opinion of the Member States and defining precisely their participation in major research projects and the required human and material resources.

Initiative of IUPAP. The Scientific Council took note with interest of the report “International Year of Basic Sciences for Development in 2022: Status and prospect” presented by M. Spiro, President of the International Union of Pure and Applied Physics (IUPAP) and member of the JINR Scientific Council.

The proposal for the International Year was developed by IUPAP, with the encouragement and support of UNESCO, the International Science Council and its many members and partner institutions including the International Union of Pure and Applied Chemistry. The Scientific Council recommended that JINR actively support this initiative.

Recommendations in Connection with the PACs. The Scientific Council supported the recommendations made by the PACs at their meetings in January–February 2020, as reported at this session by I. Tserruya, Chair of the PAC for Particle Physics, M. Lewitowicz, Chair of the PAC for Nuclear Physics, and D. L. Nagy, Chair of the PAC for Condensed Matter Physics. The Scientific Council re-

quested the JINR Directorate to consider these recommendations while preparing the JINR Topical Plan of Research and International Cooperation for the year 2021.

Particle Physics. Noting with satisfaction the installation of the magnets of the Booster synchrotron in the ring and the beginning of commissioning work, the Scientific Council supported the active preparatory work for starting the collider assembly: test of the RF1 system and progress in the serial production of the collider magnets. It appreciated the openness of the report on the infrastructure developments at VBLHEP pointing out at sources of delay in civil construction and suggesting the need to revise procurement procedures.

The Scientific Council welcomed the efforts of the MPD collaboration to develop the detector elements with a view to completing the first stage of the detector construction and commissioning by 2021. It appreciated the ongoing efforts of the BM@N team toward completion of the experimental set-up for the heavy-ion run in 2021.

The Scientific Council appreciated the progress made by the JINR group in fulfilling its obligations in the ATLAS upgrade project, in particular the continuation of mass production of the MicroMegas chambers for the New Small Wheel of the Muon spectrometer. It joined the PAC in reiterating its recommendation to the JINR Directorate to consider unifying the two projects, one devoted to physics analysis and operation and the other focused on detector

Ученый совет высоко оценил усилия группы ОИЯИ в эксперименте ALICE по физическому анализу фотопроизведения легких векторных мезонов в ультрапериферических столкновениях Pb–Pb и, впервые, фемтоскопических корреляций идентичных заряженных каонов в столкновениях p–Pb при энергии $\sqrt{s_{NN}} = 5,02$ ТэВ. Отметив вклад группы в поддержку и развитие анализа GRID-ALICE в ОИЯИ и в модернизацию фотонного спектрометра, Ученый совет призвал наращивать эти усилия и поддержал просьбу ПКК о том, чтобы группа представила на следующей сессии подробный поэтапный план своей будущей деятельности.

Ученый совет принял к сведению вклад группы ОИЯИ в эксперименте CMS в поиск дополнительных калибровочных бозонов и дополнительных измерений в димюонном канале, а также недавние результаты по поиску дополнительных бозонов Хиггса, распадающихся на пару *b*-кварков и мюоны. Ученый совет высоко оценил работы, выполненные группой в рамках первого этапа проекта модернизации детектора, работы компьютерных центров Tier-1 и Tier-2 и регионального операционного центра CMS.

Ученый совет с удовлетворением отметил, что рекомендации ПКК участникам эксперимента NA64 по улучшению соотношения FTE к числу участников, привлечению студентов и участию в анализе данных полностью учтены в их пересмотренном предложении. Ученый совет одобрил рекомендацию ПКК продолжить

участие ОИЯИ в проекте NA64 на 2021–2023 гг. с первым приоритетом.

Ученый совет отметил, что пересмотренное предложение по эксперименту FASA не отвечает на критические замечания, высказанные на предыдущей сессии ПКК. Авторы не представили убедительных аргументов, доказывающих, что FASA является детектором, способным разрешить открытый вопрос о процессе мультифрагментации. Кроме того, детектор FASA имеет ограниченные возможности для полной реконструкции события в 4π-геометрии. Ученый совет поддержал рекомендацию ПКК отклонить проект FASA.

Признавая научную значимость изучения процессов нарушения аромата заряженных лептонов для поиска новой физики, Ученый совет высоко оценил вклад ОИЯИ в эксперименты Mu2e, MEG-II и COMET. Ученый совет согласился с ПКК в том, что участие в трех разных экспериментах, конкурирующих между собой, с очень похожими научными целями не является полностью оправданным, поддержал предложение ПКК сосредоточить усилия и ресурсы на одном эксперименте и рекомендовал утвердить проект с тремя экспериментами на один год.

Ядерная физика. Ученый совет отметил, что Лаборатория нейтронной физики им. И. М. Франка обладает хорошей перспективой дальнейшего развития научной программы по следующим направлениям: исследование квантово-механических явлений с ультрахолодными и холодными нейтронами, изучение свойств нейтро-

upgrade and R&D, into a single one. The Scientific Council endorsed the PAC's recommendation on continuation of the ATLAS project for the period 2021–2023 with first priority.

The Scientific Council appreciated the efforts of the JINR team in the ALICE experiment in physics analysis concerning the photoproduction of light vector mesons in ultraperipheral Pb–Pb collisions and, for the first time, the identical charged kaon femtoscopic correlations in p–Pb collisions at the energy of $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$ TeV. Noting the group's contribution to the maintenance and development of the GRID-ALICE analysis at JINR and to the photon spectrometer upgrade, the Scientific Council encouraged further increase of these efforts and supported the PAC's request that the group submit at the next PAC meeting a detailed plan of its future activities with milestones.

The Scientific Council took note of the contribution of the JINR group in the CMS experiment to the search for extra gauge bosons and extra dimensions in the dimuon channel as well as the recent results on searches for extra Higgs bosons decaying into pairs of *b* quarks and muons. It commended the work carried out by the group in the Phase 1 upgrade project, in the operation of the Tier1 and Tier2 computer centres as well as in the CMS Regional Operation Centre.

The Scientific Council noted with pleasure that the action plan previously requested from the participants of

the NA64 experiment to improve the ratio of FTE to participants, to attract students and to get involved in data analysis, was satisfactorily addressed in their revised proposal. The Scientific Council endorsed the PAC's recommendation to continue JINR's participation in the NA64 project for 2021–2023 with first priority.

The Scientific Council noted that the revised proposal of the FASA experiment had not answered the criticism raised at the previous PAC meeting. The authors have not convinced the PAC that FASA is a detector capable of resolving the open questions of the multifragmentation process. Furthermore, the FASA detector has limited capability in measuring the full event in 4π geometry. The Scientific Council seconded the PAC's recommendation to reject the FASA project.

Recognizing the scientific merit of the charged-lepton flavor violation processes as probes for new physics, the Scientific Council appreciated JINR contributions to the experiments Mu2e, MEG-II and COMET. The Scientific Council concurred with the PAC that participation in three different experiments with very similar scientific goals and competing with each other was not fully justified. It supported the PAC's proposal to focus effort and resources on one single experiment and recommended approval of the project with the three experiments for only one year.

Nuclear Physics. The Scientific Council noted that the Frank Laboratory of Neutron Physics has good pros-

на, изучение ядерных реакций, вызванных нейтронами, и прикладные исследования с использованием методов ядерной физики в рамках темы «Исследования взаимодействия нейтронов с ядрами и свойств нейтрона». Ученый совет рекомендовал, чтобы приоритеты в этой теме были лучше сфокусированы. В частности, особое внимание следует уделить разработке ключевых технологий для нового источника нейтронов.

Ученый совет высоко оценил развитие работ, связанных с установкой ИРЕН, и рекомендовал более активно использовать выведенные пучки ИРЕН для проведения как фундаментальных, так и прикладных исследований с целью максимально эффективного использования времени работы установки.

Ученый совет разделяет мнение ПКК о том, что работы по модернизации ускорителя ЭГ-5 в ЛНФ являются важными. При подготовке этого проекта следует четко определить проектные характеристики ускорителя в соответствии с приоритетами расширения научной программы, а также тщательно рассмотреть два варианта: модернизацию существующего ускорителя ЭГ-5 и покупку нового ускорителя с учетом риска, связанного с предлагаемым обновлением исследовательской базы лаборатории.

Основной целью работ по фабрике сверхтяжелых элементов ЛЯР в 2019 г. был ввод в эксплуатацию циклотрона ДЦ-280, включая получение всех необходимых разрешений на работу и вывод пучков тяжелых ионов с проектными параметрами. Официальный запуск

циклотрона состоялся 25 марта 2019 г. Выведены пучки ионов ^{12}C , ^{40}Ar , ^{48}Ca и ^{84}Kr с интенсивностями несколько микроампер в пересчете на частицы (мкА частиц). В частности, интенсивность ускоренных ионов ^{48}Ca перед мишенью превысила 5 мкА частиц. Полная эффективность ускорения частиц достигла 51%.

Сборка и наладка нового газонаполненного сепаратора ГНС-2 завершены, выполнены тестовые эксперименты с пучками ^{40}Ar и ^{48}Ca , которые были протраспированы до сепаратора, расположенного в экспериментальной зале. Эксперименты показали хорошее подавление фоновых событий. Проведены эксперименты на пучке ^{48}Ca с мишенями ^{137}Ba , ^{174}Yb и ^{206}Pb , главной целью которых являлось определение трансмиссии сепаратора, а также стойкости мишеней при облучении высокоинтенсивными пучками тяжелых ионов. Синтез изотопов Mc в реакции $^{48}\text{Ca} + ^{243}\text{Am}$ будет первой тестовой реакцией для получения сверхтяжелых ядер. Ученый совет рекомендовал дирекции ЛЯР как можно быстрее завершить тестовые эксперименты и начать реализацию экспериментальной программы на фабрике СТЭ.

Синтез атомных ядер в реакциях многонуклонных передач с числом протонов до $Z = 102$ на кинематических сепараторах SHIP (GSI) и SHELS (ЛЯР ОИЯИ) показал, что эти реакции можно рассматривать как альтернативный путь получения самых тяжелых нейтронно-обогащенных ядер СТЭ. Ученый совет ожидает, что исследования реакций многонуклонных передач полу-

pects for further development of scientific work in the following areas: research of quantum-mechanic phenomena with ultracold and cold neutrons, study of properties of the neutron, study of nuclear reactions induced by neutrons, and applied research using nuclear physics methods under the theme “Investigations of Neutron Nuclear Interactions and Properties of the Neutron”. The Scientific Council recommended that the priorities of this theme be better focused. In particular, special attention should be given to the development of key technologies for the new neutron source.

The Scientific Council appreciated the development of activities related to IREN and encouraged an active use of the extracted beams both for basic and applied research in order to make more efficient use of the facility's operating time.

The Scientific Council concurred with the PAC that work on modernization of the EG-5 accelerator at FLNP is important. In preparing a full proposal for this project, expected accelerator specifications should be clearly identified in accordance with the priorities of expanding the research programme. Also, two options should be carefully compared: modernization of the present EG-5 accelerator or purchase of a new accelerator, taking into account the risk associated with the proposed upgrade.

The main goal of the FLNR Factory of Superheavy Elements in 2019 was to commission the DC-280 cyclo-

tron, including obtaining all necessary permits for work and the production of heavy-ion beams within the design parameters. The operation of the DC-280 cyclotron was officially started on 25 March 2019. Beams of ^{12}C , ^{40}Ar , ^{48}Ca and ^{84}Kr with intensities of a few particle microamperes (μA) were extracted. In particular, the intensity of accelerated ^{48}Ca ions exceeded 5 μA . The acceleration efficiency reached 51%.

The installation and commissioning of the new gas-filled separator GFS-2 was completed, test experiments were conducted with beams of ^{40}Ar and ^{48}Ca which were delivered to GFS-2 situated in the experimental hall. The experiments showed excellent background event suppression. Experiments with ^{48}Ca beams and targets of ^{137}Ba , ^{174}Yb , ^{170}Er , and ^{206}Pb were carried out; the main goal was to determine the separator's transmission and target stability when irradiated with high-intensity heavy-ion beams. Synthesis of Mc isotopes in the $^{48}\text{Ca} + ^{243}\text{Am}$ reaction will be the first test reaction for the production of superheavy nuclei. The Scientific Council recommended that the FLNR Directorate complete the test experiments as soon as possible and start implementation of the experimental programme at the SHE Factory.

The observation of nuclei produced in multinucleon transfer (MNT) reactions with proton numbers up to $Z = 102$ at the separators SHIP (GSI) and SHELS (FLNR, JINR) showed that these reactions could be considered as

чат свое развитие после модернизации циклотронного комплекса У-400, где также планируется получить урановый пучок достаточной интенсивности.

Физика конденсированных сред. Ученый совет с удовлетворением отметил успехи в разработке концепции ДИН-IV — будущего источника нейтронов ОИЯИ. ПКК по физике конденсированных сред были детально рассмотрены две альтернативные концепции: импульсный нейтронный реактор ИБР-3 с активной зоной из ^{237}Np и управляемый ускорителем источник нейтронов с активной зоной из PuO_2 , обеспечивающий коэффициент размножения нейтронов порядка 20–50. Оба варианта были предметом предпроектной проработки в Научно-исследовательском и конструкторском институте энерготехники им. Н. А. Доллежала (Москва). Сделанная в рамках этой проработки итоговая рекомендация, основанная на критериях достижимости необходимых характеристик нейтронов, ядерной безопасности, сложности проектирования, сроков и предполагаемых затрат, заключается в выборе варианта импульсного нейтронного реактора ИБР-3 с топливом из NpN . Этот вариант был избран в качестве рабочей концепции для создания ДИН-IV, и в ЛНФ была разработана подробная дорожная карта по реализации ДИН-IV.

Вместе с тем Ученый совет разделил озабоченность ПКК в отношении уровней фона новой установки, обращая внимание на исключительную важность достижения на ИБР-3 и его спектрометрах фоновых

значений, соответствующих лучшим примерам мировой практики.

Ученый совет также отметил начало сотрудничества ОИЯИ с Высокотехнологическим научно-исследовательским институтом неорганических материалов им. А. А. Бочвара (Москва), нацеленного на разработку дорожной карты по изготовлению реакторного топлива из NpN .

Ученый совет одобрил большое количество научных результатов и новые методические разработки в области физики конденсированных сред на ИЯУ ИБР-2 в 2019 г. Наряду с ПКК Ученый совет считает деятельность, направленную на модернизацию спектрометров ИБР-2, важной для обеспечения конкурентоспособности научной программы ЛНФ как в отношении предоставления возможностей для внешних пользователей, так и для расширения области исследований.

Ученый совет одобрил регулярное отслеживание со стороны ПКК состояния исследований в области неупругого рассеяния нейтронов на ИЯУ ИБР-2 и представление на сессиях ПКК аналитических докладов о современных тенденциях в нейтронной спектроскопии и состоянии спектроскопии неупругого рассеяния нейтронов в ЛНФ. Ученый совет принял к сведению заключение ПКК о том, что два рассмотренных на сессии ПКК спектрометра более не удовлетворяют требованиям части пользователей. В связи с этим Ученый совет поддержал работы по подготовке к открытию проекта разработки нового спектрометра неупругого рассеяния

an alternative pathway to extend the nuclear chart towards the heaviest neutron-rich nuclei. The Scientific Council expects that investigations of MNT reactions will highly benefit from the upgrade of the U400 cyclotron complex, where it is also planned to produce a uranium beam of sufficient intensity.

Condensed Matter Physics. The Scientific Council was pleased with the progress in developing the concept of DNS-IV — the future neutron source for JINR. Two alternative concepts of DNS-IV were considered in detail by the PAC for Condensed Matter Physics: a pulsed neutron reactor ИБР-3 with ^{237}Np core and an accelerator-driven spallation neutron source with PuO_2 core providing neutron multiplication factor of about 20–50. Both options had been the subject of a feasibility study at the N.A. Dollezhal Research and Development Institute of Power Engineering (Moscow). The final recommendation made within this study and based on such criteria as achievable neutron characteristics, nuclear safety, engineering complexity, timeline and estimated costs is to choose the option of the pulsed neutron reactor ИБР-3 with NpN fuel. This option was selected as the working concept for further development of DNS-IV, and a detailed roadmap was developed by FLNP to implement DNS-IV.

At the same time, the Scientific Council shared the PAC's concern about the background levels of the new facility and drew attention to the crucial importance of achiev-

ing background values at ИБР-3 and its instruments corresponding to the world-best practice.

The Scientific Council also took note of the beginning of JINR's cooperation with the A. A. Bochvar High-Technology Research Institute of Inorganic Materials (Moscow) aimed at developing a roadmap for fabrication of NpN reactor fuel.

The Scientific Council appreciated the wealth of scientific results and new instrumentation developments in the field of condensed matter physics at ИБР-2 in 2019. It concurred with the PAC that the activities focused on the upgrade of the ИБР-2 instruments were important for providing competitive opportunities for realization of the FLNP scientific programme to the external users and for expanding the research areas.

The Scientific Council welcomed the regular follow-up by the PAC of the inelastic neutron scattering research at ИБР-2, also the presentation of analytical reports to the PAC on the current trends in neutron spectroscopy worldwide and on the status of inelastic neutron scattering spectroscopy at FLNP. The Scientific Council took note of the PAC's conclusion that the two reviewed spectrometers no longer satisfy the requirements of some users. In this regard, the Scientific Council supported the preparatory work towards opening the new project of developing a new inelastic neutron scattering spectrometer and expects that a detailed proposal for this new project will be presented at a future PAC meeting.

нейтронов и ожидает, что детальное предложение по новому проекту будет представлено на одной из будущих сессий ПКК.

Ученый совет принял к сведению информацию о создании установки нейтронной радиографии и томографии на реакторе ВВР-К Института ядерной физики в Алма-Ате (Казахстан) в сотрудничестве с ЛНФ и результаты этой деятельности, разделив рекомендацию ПКК начать реализацию предложенной исследовательской программы.

Отметив успешное завершение проекта «Создание открытой информационно-образовательной среды для поддержки приоритетных направлений исследований в области наук о материалах и структуре материи», Ученый совет поддержал рекомендацию ПКК открыть новый проект «Открытая информационно-образовательная среда поддержки фундаментальных и прикладных мультидисциплинарных исследований в ОИЯИ» для выполнения в рамках темы «Организация, поддержка и развитие программы подготовки кадров в ОИЯИ» на 2021–2023 гг. Учитывая потенциал нового проекта, Ученый совет считает, что его выполнение поможет привлечь новое поколение исследователей в научные группы ОИЯИ.

Общие вопросы. Ученый совет настоятельно поддерживает рекомендацию ПКК по ядерной физике о том, чтобы все предложения по новым проектам, а также по продлению тем и проектов содержали пол-

ную информацию о необходимых финансовых и кадровых ресурсах и SWOT-анализ.

Доклады молодых ученых. Ученый совет с интересом заслушал доклады молодых ученых, которые были выбраны программно-консультативными комитетами для представления на данной сессии: «Детектирование нейтрино от сверхновых в режиме реального времени», «Изучение изотопов No с использованием детекторной системы GABRIELA», «Нейтронный активационный анализ как инструмент для оценки накопления наночастиц серебра в органах самок мышей и их потомства» и благодарит докладчиков А. С. Шешукова (ЛЯП), А. А. Кузнецову (ЛЯП) и И. Зиньковскую (ЛНФ) соответственно. Ученый совет будет приветствовать подобные избранные доклады в будущем.

Награды. Ученый совет поддержал предложение директора ОИЯИ В. А. Матвеева о выдвижении на премию Комитета полномочных представителей ОИЯИ коллектива сотрудников Лаборатории ядерных реакций им. Г. Н. Флерова под руководством Ю. Ц. Оганесяна за идею, разработку и успешную реализацию проекта ускорительного комплекса фабрики сверхтяжелых элементов, как крупного достижения в создании научно-исследовательской инфраструктуры ОИЯИ мирового уровня, в результате чего открываются уникальные возможности в дальнейшем развитии одного из основных направлений научной программы ОИЯИ — синтеза и изучения свойств новых сверхтяжелых элементов.

The Scientific Council took note of the information about the development of a neutron radiography and tomography facility at the WWR-K reactor of the Institute of Nuclear Physics in Almaty (Kazakhstan) in collaboration with FLNP, and the results of this activity. It shared the PAC's recommendation on the beginning of implementation of the proposed research programme.

Noting the successful completion of the project “Development of an open information and educational environment to support research priorities in material science and structure of matter”, the Scientific Council supported the PAC's recommendation on the opening of a new project “Open information and educational environment for supporting fundamental and applied multidisciplinary research at JINR” for 2021–2023 within the theme “Organization, Support and Development of the JINR Human Resources Programme”. Given the potential of the new project, the Scientific Council believes that its implementation will help attract a new generation of scientists to the JINR research teams.

Common Issues. The Scientific Council strongly supported the recommendation of the PAC for Nuclear Physics that all proposals for new projects and requests for extension of themes or projects contain full information on required financial and human resources and a SWOT analysis.

Reports by Young Scientists. The Scientific Council followed with interest the reports by young scientists, selected by the PACs for presentation at this session: “Real-time detection of supernova neutrino signal”, “Study of No isotopes with the GABRIELA array”, and “Neutron activation analysis as a tool for tracing the accumulation of silver nanoparticles in tissues of female mice and their offspring”, and thanked the respective speakers: A. Sheshukov (DLNP), A. Kuznetsova (FLNR), and I. Zinivovskaia (FLNP). The Scientific Council welcomes such selected reports in future.

Awards. The Scientific Council supported the proposal by JINR Director V. Matveev to nominate the team of staff of the Flerov Laboratory of Nuclear Reactions under the leadership of Yu. Oganessian for the Prize of the JINR Committee of Plenipotentiaries for the idea, development and successful realization of the project of the accelerator complex of the Factory of Superheavy Elements as a major achievement in building JINR's world-class research infrastructure, which opens unique opportunities for promoting one of the main areas of the JINR research programme — the synthesis and study of properties of new superheavy elements.

The Scientific Council approved the Jury's recommendations presented by JINR Director V. Matveev on the award of the N. Bogoliubov Prize:

Ученый совет утвердил решение жюри, представленное директором ОИЯИ В. А. Матвеевым, о присуждении премии им. Н. Н. Боголюбова:

— Д. И. Казакову (ОИЯИ) за выдающийся вклад в развитие квантовой теории поля, теории перенормировки и ренормгруппы, раскрывающих перенормировочные свойства суперсимметричных теорий поля, за пионерские работы по многопетлевым вычислениям в квантовой теории поля;

— Дам Тхань Шону (Кадановский центр теоретической физики Чикагского университета, США) за достижения в области квантовой хромодинамики, приложений теории струн и дуальности между калибровочной теорией поля и гравитацией, затрагивающие основные вопросы сильно взаимодействующих систем многих тел, за новаторские работы по транспортным коэффициентам, таким как вязкость и проводимость, и по сильно связанным трехмерным калибровочным теориям.

Ученый совет утвердил решение жюри, представленное председателем жюри А. Г. Ольшевским, о присуждении премии им. Б. М. Понтекорво Ф. Джанотти (ЦЕРН) за ведущий вклад в экспериментальные исследования фундаментальных взаимодействий и открытие бозона Хиггса.

Ученый совет утвердил решение жюри, представленное вице-директором ОИЯИ Б. Ю. Шарковым, о присуждении ежегодных премий ОИЯИ за лучшие научно-исследовательские, научно-методические и научно-технические прикладные работы.

Ученый совет поздравил сотрудника ЛНФ из Монголии Ц. Цогтсайхана с успешной защитой диссертации на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук в ОИЯИ и с вручением первого диплома кандидата наук, выданного на основании права ОИЯИ самостоятельно присуждать ученые степени.

Выборы, утверждение в должностях, объявление вакансий в дирекциях лабораторий ОИЯИ. Ученый совет избрал С. И. Сидорчука директором Лаборатории ядерных реакций им. Г. Н. Флерова (ЛЯР) сроком на пять лет. Ученый совет поблагодарил С. Н. Дмитриева за успешную работу, проделанную в качестве директора этой лаборатории.

Ученый совет объявил вакансии на должности заместителей директора ЛЯР. Утверждение в должностях состоится на следующей сессии Ученого совета в сентябре 2020 г.

Ученый совет утвердил А. В. Борейко и А. В. Чижова в должностях заместителей директора Лаборатории радиационной биологии (ЛРБ) до окончания полномочий директора ЛРБ А. Н. Бугая.

Правила процедуры Ученого совета. Ученый совет обсудил изменения, предложенные рабочей группой членов совета в составе Р. Ценова, М. Валигурского, И. Вильгельма, в Положение о выборах директоров и об утверждении в должностях заместителей директоров лабораторий ОИЯИ, которые являются частью Правил процедуры Ученого совета ОИЯИ, и принял решение продолжить рассмотрение проекта положения совместно с дирекцией ОИЯИ на следующей сессии.

— to D. Kazakov (JINR) for his outstanding contributions to the development of quantum field theory, renormalization theory and renormalization group revealing the renormalization properties of supersymmetric field theories; for his pioneering papers on multiloop calculations in quantum field theory;

— to Dam Thanh Son (Kadanoff Center for Theoretical Physics, University of Chicago, USA) for his achievements in the fields of quantum chromodynamics, applications of string theory and gauge/gravity duality addressing basic questions in strongly interacting many-body systems; for his pioneering papers on transport coefficients, such as viscosity and conductivity, and on strongly coupled three-dimensional gauge theories.

The Scientific Council approved the recommendations of the Jury presented by its Chair, A. Olshevskiy, on the award of the B. Pontecorvo Prize to F. Gianotti (CERN) for her leading contributions to the experimental studies of fundamental interactions and to the discovery of the Higgs boson.

The Scientific Council approved the Jury's recommendations presented by JINR Vice-Director B. Sharkov on the award of JINR annual prizes for best papers in the fields of scientific research, methodology, research and technology, and applied research.

The Scientific Council congratulated Ts. Tsogtsaikhan, staff member of FLNP from Mongolia, on the successful

defence of his PhD thesis in physics and mathematics at JINR and on the award of the first PhD Diploma issued on the basis of JINR's right to independently confer academic degrees.

Election, Endorsement, and Announcement of Vacancies in the Directorates of JINR Laboratories. The Scientific Council elected S. Sidorchuk as Director of the Flerov Laboratory of Nuclear Reactions (FLNR) for a term of five years. The Scientific Council thanked S. Dmitriev for his successful tenure as Director of this Laboratory.

The Scientific Council announced the vacancies of positions of FLNR Deputy Directors. The endorsement of appointments will take place at the next session of the Scientific Council in September 2020.

The Scientific Council endorsed the appointment of A. Boreyko and A. Chizhov as Deputy Directors of the Laboratory of Radiation Biology (LRB), until the completion of the term of office of LRB Director A. Bugay.

Rules of Procedure of the Scientific Council. The Scientific Council discussed the amendments proposed by the Working Group of its members, R. Tsenov, M. Waligórski, and I. Wilhelm, to the Regulations for the Election of Directors and for the Endorsement of Appointments of Deputy Directors of JINR Laboratories, which are part of the Rules of Procedure of the JINR Scientific Council, and decided to continue the consideration of the Draft Regulations together with the JINR Directorate at the next session.

ПРЕМИИ ОИЯИ ЗА 2019 Г.

За научно-исследовательские теоретические работы

Первая премия

«Теория групп и симметрий. Представления групп Ли и алгебр Ли. Приложения».

Авторы: А. П. Исаев, В. А. Рубаков.

Вторые премии

1. «Изучение реакций многонуклонных передач как метода получения новых тяжелых и сверхтяжелых ядер».

Авторы: А. В. Карпов, В. В. Сайко.

2. «Ab initio квантово-химический подход к изучению кристаллического поля и квантового магнетизма в оксидах переходных металлов».

Авторы: Л. А. Сюракшина, В. Ю. Юшанхай, П. Фульде, Л. Хозои, Й. ван ден Бринк.

За научно-исследовательские экспериментальные работы

Первые премии

1. «Измерение энергетических спектров реакторных антинейтрино в проекте DANSS».

Авторы: В. В. Белов, В. Б. Бруданин, И. В. Житников, С. В. Казарцев, А. С. Кузнецов, Д. В. Медведев, М. В. Фомина, Е. А. Шевчик, М. В. Ширченко, Ю. А. Шитов.

2. «Детальное исследование структуры ${}^6\text{Be}$ в реакции зарядового обмена ${}^1\text{H}({}^6\text{Li}, {}^6\text{Be})n$ ».

Авторы: В. Худоба, Л. В. Григоренко, М. С. Головков, А. В. Горшков, С. А. Крупко, С. И. Сидорчук, Е. Ю. Никольский, Г. М. Тер-Акопьян, А. С. Фомичев, П. Г. Шаров.

Вторая премия

«Изучение редких и поиск запрещенных распадов заряженных каонов».

Авторы: Е. А. Гудзовский, В. Д. Кекелидзе, Д. Т. Мадигожин, М. Х. Мишева, Ю. К. Потребеников, С. Н. Шкаровский.

За научно-методические и научно-технические работы

Первая премия

«Разработка, создание и запуск в эксплуатацию циклотрона ДЦ-280 фабрики сверхтяжелых элементов ЛЯР ОИЯИ».

Авторы: Б. Н. Гикал, Г. Г. Гульбекян, С. Н. Дмитриев, И. А. Иваненко, Н. Ю. Казаринов, И. В. Калагин, Н. Ф. Осипов, С. В. Пащенко, Н. Н. Пчелкин, В. А. Семин.

Вторые премии

1. «Оригинальный метод увеличения светосбора со сцинтилляционных детекторов вето-системы эксперимента Mu2e».

Авторы: А. М. Артиков, Ю. А. Будагов, И. И. Васильев, В. В. Глаголев, Ю. И. Давыдов, А. В. Симоненко, Ю. Н. Харжеев, Д. Чохели, Э. К. Дьюкс, К. Групп.

2. «Создание первой очереди центральной трековой системы установки BM@N».

Авторы: А. В. Галаванов, С. Е. Васильев, Е. М. Кулиш, М. Н. Капишин, А. М. Маканькин, А. И. Максимчук, С. В. Хабаров.

JINR PRIZES FOR 2019

For Theoretical Research Papers

First Prize

“Theory of groups and symmetries. Representations of groups and Lie algebras. Applications.”

Authors: A. Isaev, V. Rubakov.

Second Prizes

1. “Study of multinucleon transfer reactions as a method for production of new heavy and superheavy nuclei”.

Authors: A. Karpov, V. Saiko.

2. “Ab initio quantum-chemical approach to the study of the crystal field and quantum magnetism in transition metal oxides”.

Authors: L. Siurakshina, V. Yushankhai, P. Fulde, L. Hozoi, J. van den Brink.

For Experimental Research Papers

First Prizes

1. “Measurement of the energy spectra of reactor antineutrinos in the DANSS project”.

Authors: V. Belov, V. Brudanin, I. Zhitnikov, S. Kazartsev, A. Kuznetsov, D. Medvedev, M. Fomina, E. Shevchik, M. Shirchenko, Yu. Shitov.

2. “Detailed study of the structure of ${}^6\text{Be}$ in the charge-exchange reaction ${}^1\text{H}({}^6\text{Li}, {}^6\text{Be})n$ ”.

Authors: V. Chudoba, L. Grigorenko, M. Golovkov, A. Gorshkov, S. Krupko, S. Sidorchuk, E. Nikolskii, G. Ter-Akopian, A. Fomichev, P. Sharov.

Second Prize

“Study of rare and search for forbidden decays of charged kaons”.

Authors: E. Goudzovski, V. Kekelidze, D. Madigozhin, M. Misheva, Yu. Potrebenikov, S. Shkarovskiy.

For Methodology, Research and Technology Papers

First Prize

“Development, construction and commissioning of the DC-280 cyclotron of the Factory of Superheavy Elements at FLNR, JINR”.

Authors: B. Gikal, G. Gulbekian, S. Dmitriev, I. Ivanenko, N. Kazarinov, I. Kalagin, N. Osipov, S. Pashchenko, N. Pchelkin, V. Semin.

Second Prizes

1. “Innovative method of increasing the light collection from scintillation detectors of the Mu2e experiment veto system”.

Authors: A. Artikov, Ju. Budagov, I. Vasiliev, V. Glagolev, Yu. Davydov, A. Simonenko, Yu. Kharzheev, D. Chokheli, E. Dukes, C. Group.

2. “First stage of the BM@N GEM central tracking system”.

Authors: A. Galavanov, S. Vasiliev, E. Kulish, M. Kapishin, A. Makankin, A. Maksymchuk, S. Khabarov.

За научно-технические прикладные работы

Первые премии

1. «Применение дифракции нейтронов для изучения трансформации структуры и микроструктуры электродных материалов литий-ионных аккумуляторов в процессе их эксплуатации».

Авторы: И. А. Бобриков, А. М. Балагуров, Н. Ю. Самойлова, С. В. Сумников, О. Ю. Иваньшина, Р. Н. Васин.

2. «Исследование закономерностей и механизмов формирования молекулярных нарушений в генетических структурах клеток человека и млекопитающих при действии ускоренных тяжелых ионов низких и промежуточных энергий».

Авторы: А. В. Бореико, Т. С. Буланова, М. Г. Заднепрянец, Е. А. Красавин, Е. А. Круглякова, Е. В. Смирнова, Г. Н. Тимошенко.

Вторая премия

«Нейтронная радиография и томография на импульсном высокопоточном реакторе ИБР-2: создание экспериментальной установки и результаты междисциплинарных прикладных исследований».

Авторы: Д. П. Козленко, С. Е. Кичанов, А. В. Белушкин, Е. В. Лукин, К. Назаров, А. В. Руткаускас, Г. Д. Бокучава, Б. Н. Савенко, И. А. Сапрыкина.

Поощрительная премия

«Особенности заселения изомерных состояний в реакциях со слабосвязанными ядрами».

Авторы: Н. К. Скобелев, Ю. Э. Пенионжкевич, С. М. Лукьянов, Ю. Г. Соболев, В. Бурьян, Я. Мразек, Е. Шимечкова, Н. А. Демехина.

For Applied Research and Technology Papers

First Prizes

1. "Application of neutron diffraction to study structural and microstructural transformations of Li-ion electrode materials during operation".

Authors: I. Bobrikov, A. Balagurov, N. Samoylova, S. Sumnikov, O. Ivanshina, R. Vasin.

2. "Research on molecular damage formation in genetic structures of human and mammalian cells after exposure to low and intermediate-energy accelerated heavy ions".

Authors: A. Boreyko, T. Bulanova, M. Zadnepryanets, E. Krasavin, E. Kruglyakova, E. Smirnova, G. Timoshenko.

Second Prize

"Neutron radiography and tomography at the pulsed high-flux IBR-2 reactor: Development of the experimental facility and results of the interdisciplinary applied research".

Authors: D. Kozlenko, S. Kichanov, A. Belushkin, E. Lukin, K. Nazarov, A. Rutkauskas, G. Bokuchava, B. Savenko, I. Saprikina.

Encouraging Prize

"Features of population of isomeric states in reactions with weakly bound nuclei".

Authors: N. Skobelev, Yu. Penionzhkevich, S. Lukyanov, Yu. Sobolev, V. Burjan, J. Mrázek, E. Šimečková, N. Demekhina.

70 лет Б. Ю. Шаркову

*11 февраля исполнилось 70 лет академику РАН, доктору физико-математических наук, вице-директору Объединенного института ядерных исследований **Борису Юрьевичу Шаркову**.*

Дирекция Института, коллеги и друзья тепло поздравили юбиляра, пожелав ему доброго здоровья, новых научных результатов, счастья и благополучия.

B. Yu. Sharkov is 70

*On 11 February, RAS Academician, Doctor of Physics and Mathematics, Vice-Director of the Joint Institute for Nuclear Research **Boris Yurievich Sharkov** celebrated his 70th anniversary.*

The Directorate of the Institute, colleagues and friends warmly congratulated him and wished him good health, new scientific results, happiness and welfare.



**Директор Лаборатории ядерных реакций
им. Г. Н. Флерова
С. И. СИДОРЧУК**

Сергей Иванович Сидорчук — доктор физико-математических наук.

Дата и место рождения:

18 января 1961 г., Ленинград, СССР

Образование, ученые степени:

1984 Московский инженерно-физический институт, факультет экспериментальной и теоретической физики

2004 Кандидат физико-математических наук («Экспериментальное исследование изотопов водорода $^4,5,7\text{H}$ в реакциях на пучках ядер ^3H и ^8He »)

2017 Доктор физико-математических наук («Исследования структуры тяжелых изотопов гелия в реакциях передачи и выбивания»)

Профессиональная деятельность:

1984–2007 Стажер-исследователь, младший научный сотрудник, научный сотрудник, старший научный сотрудник Лаборатории ядерных реакций (ЛЯР) ОИЯИ

2007–2015 Ученый секретарь ЛЯР

2015–2020 Заместитель директора по научной работе ЛЯР

С 2020 Директор ЛЯР

Научно-организационная деятельность:

С 2013 Член редакционной коллегии журнала «Письма в ЭЧАЯ»

С 2013 Член оргкомитета Международного симпозиума по ядерной электронике и вычислительным системам

С 2015 Член Научно-технического совета ОИЯИ

С 2017 Член программно-консультативного совета Лаборатории тяжелых ионов Варшавского университета

С 2018 Член научного программного комитета Международной конференции по ядерной структуре и динамике

С 2019 Член диссертационного совета ЛЯР ОИЯИ

Научные интересы:

Методика исследований на вторичных пучках радиоактивных ядер; механизмы ядерных реакций; структура легких экзотических ядер вблизи границ нуклонной стабильности; корреляционные исследования ядерных систем за границей нейтронной стабильности

Научные труды:

Соавтор более 150 научных публикаций

Премии и награды:

1996 Вторая премия ОИЯИ за работу «Сепаратор высокого разрешения для экспериментов на радиоактивных пучках»

1998 Первая премия ОИЯИ за работу «Структура ^6He : ди-нейтрон, связанный в поле ^4He »

2005 Вторая премия ОИЯИ за работу «Структура сверхтяжелых изотопов водорода»



**S. I. SIDORCHUK
Director of the Flerov Laboratory of Nuclear
Reactions**

Sergey I. Sidorchuk, Doctor of Physics and Mathematics.

Date and place of birth:

18 January 1961, Leningrad, USSR

Education, degrees:

1984 Faculty of Theoretical and Experimental Physics, Moscow Engineering Physics Institute

2004 Candidate of Physics and Mathematics (“Experimental study of the hydrogen isotopes $^4,5,7\text{H}$ in reactions with the beams of ^3H and ^8He ”)

2017 Doctor of Physics and Mathematics (“Study of the structure of heavy helium isotopes in the transfer and knockout reactions”)

Professional career:

1984–2007 Probation Researcher, Junior Researcher, Researcher, Senior Researcher, FLNR, JINR

2007–2015 Scientific Secretary of FLNR

2015–2020 Deputy Director of FLNR on Science

Since 2020 Director of FLNR

Scientific and organizational activity:

Since 2013 Member of the Editorial Board of the journal “Particles and Nuclei, Letters”

Since 2013 Member of the Organizing Committee of the International Symposium on Nuclear Electronics and Computing

Since 2015 Member of the JINR Science and Technology Council

Since 2017 Member of PAC of the Heavy Ion Laboratory of the Warsaw University

Since 2018 Member of the International Advisory Committee of the International Conference on Nuclear Structure and Dynamics

Since 2019 Member of the Scientific Qualification Commission at FLNR, JINR

Research interests:

Technique of studies with secondary beams of radioactive nuclei; Mechanisms of nuclear reactions; Structure of light exotic nuclei near the drip-lines; Correlation studies of nuclear systems beyond the neutron stability border

Scientific publications:

Co-author of more than 150 scientific papers

Prizes and awards:

1996 Second Prize of JINR for the paper “High resolution line for experiments with radioactive beams at the U400M cyclotron”

1998 First Prize of JINR for the paper “Structure of ^6He : Di-neutron bound in the field of ^4He ”

2005 Second Prize of JINR for the papers “Structure of superheavy hydrogen isotopes”

- 2009 Первая премия ОИЯИ за работу «Свойства нейтроноизбыточных изотопов гелия»
- 2013 Первая премия ОИЯИ за работу «Экспериментальные исследования экзотических ядер ^{26}S , ^{10}He , ^6Be и развитие методов корреляционного анализа»
- 2017 Вторая премия ОИЯИ за работу «Поиск двухпротонного распада возбужденного состояния ^{17}Ne ($3/2^-$)»
- 2018 Первая премия ОИЯИ за работу «Проект ACCULINNA-2: физические аспекты и технические решения»

**Заместитель директора
Лаборатории радиационной биологии
А. В. БОРЕЙКО**

Алла Владимировна Борейко — доктор биологических наук.

Дата и место рождения:

14 мая 1960 г., Дубна Московской обл., СССР

Образование, ученые степени:

1978–1984 Московский инженерно-физический институт, факультет экспериментальной и теоретической физики

1991 Кандидат биологических наук («Постгипертермическое и пострадиационное восстановление дрожжевых клеток (сравнительный анализ)»)

2005 Доктор биологических наук («Генетическое действие ускоренных тяжелых ионов»)

Профессиональная деятельность:

1984–1986 Стажер-исследователь, сектор биологических исследований Лаборатории ядерных проблем (ЛЯП) ОИЯИ

1986–1992 Инженер, отдел биофизики ЛЯП ОИЯИ

1992–1995 Научный сотрудник, отдел биофизики ЛЯП ОИЯИ

1995–2009 Старший научный сотрудник, отдел радиобиологии Отделения радиационных и радиобиологических исследований ОИЯИ

2009–2015 Ведущий научный сотрудник, отдел радиобиологии Лаборатории радиационной биологии (ЛРБ) ОИЯИ

2015–2020 Начальник сектора, отдел радиобиологии ЛРБ С 2020 Заместитель директора по научной работе ЛРБ

Научно-организационная деятельность:

Член программных и организационных комитетов ряда международных конференций

Член редколлегии журнала «Письма в ЭЧАЯ»

Член НТС ЛРБ

Педагогическая работа:

Заместитель заведующего кафедрой биофизики государственного университета «Дубна»

Руководство дипломными и диссертационными работами
Профессор кафедры биофизики университета «Дубна»

2009 First Prize of JINR for the paper "Properties of neutron rich helium isotopes"

2013 First Prize of JINR for the paper "Experimental studies of exotic nuclei ^{26}S , ^{10}He , ^6Be and development of correlation analysis methods"

2017 Second Prize of JINR for the paper "Search for the branch of $2p$ -decay of the excited state of ^{17}Ne ($3/2^-$)"

2018 First Prize of JINR for the paper "ACCULINNA-2 project: The physics case and technical challenges"

**A. V. BOREYKO
Deputy Director of the Laboratory
of Radiation Biology**

Alla V. Boreyko, Doctor of Biology.

Date and place of birth:

14 May 1960, Dubna, Moscow Region, USSR

Education, degrees:

1978–1984 Faculty of Theoretical and Experimental Physics, Moscow Engineering Physics Institute

1991 Candidate of Biology ("Post-hyperthermal and post-irradiation recovery of yeast cells (comparative analysis)")

2005 Doctor of Biology ("The genetic effect of accelerated heavy ions")

Professional career:

1984–1986 Research Assistant, Sector of Biological Research, Laboratory of Nuclear Problems (LNP), JINR

1986–1992 Engineer, Department of Biophysics, LNP, JINR

1992–1995 Researcher, Department of Biophysics, LNP, JINR

1995–2009 Senior Researcher, Radiobiology Division, Department of Radiation and Radiobiological Research, JINR

2009–2015 Leading Researcher, Department of Radiobiology, Laboratory of Radiation Biology (LRB), JINR

2015–2020 Sector Head, Department of Radiobiology, LRB, JINR

Since 2020 Deputy Director for Research, LRB, JINR

Scientific and organizational activity:

Member of program and organizing committees of a number of international conferences

Member of the Editorial Board of the journal "Particles and Nuclei, Letters"

Member of the LRB Council on Science and Technology

Instructional activity:

Deputy Head, Department of Biophysics, Dubna State University

Supervision of diploma theses and dissertation research

Professor, Department of Biophysics, Dubna State University



Научные интересы:

Механизмы формирования и репарации молекулярных нарушений в ДНК клеток высших эукариот и человека, анализ нарушений генетических структур в клетках млекопитающих и человека с использованием иммуноцитохимического и иммуногистохимического методов, экспрессия генов клеток млекопитающих и человека при действии ионизирующих излучений с разными физическими характеристиками, молекулярные нарушения в нейрональных структурах различных отделов головного мозга млекопитающих при действии тяжелых заряженных частиц, молекулярно-радиобиологические аспекты лучевой терапии

Научные труды:

Автор и соавтор 126 научных работ и патента «Способ повышения частоты образования двунитевых разрывов ДНК в клетках человека при действии ионизирующих излучений в условиях влияния радиомодификаторов» (2019)

Премии и награды:

2006, 2009 Почетные дипломы ОИЯИ
2008 Вторая премия ОИЯИ за цикл работ «Механизмы мутационного процесса у микроорганизмов при действии излучений с разными физическими характеристиками»
2011, 2016 Почетные грамоты ОИЯИ
2019 Первая премия ОИЯИ за цикл работ «Исследование закономерностей и механизмов формирования молекулярных нарушений в генетических структурах клеток человека и млекопитающих при действии ускоренных тяжелых ионов низких и промежуточных энергий»

**Заместитель директора
Лаборатории радиационной биологии
А. В. ЧИЖОВ**

Алексей Владимирович Чижов — доктор физико-математических наук.

Дата и место рождения:

26 марта 1959 г., Орехово-Зуево Московской обл., СССР

Образование, ученые степени:

1976–1982 Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, физический факультет (диплом с отличием)
1982–1985 Аспирантура кафедры квантовой статистики и теории поля физического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова
1985 Кандидат физико-математических наук («Модели кварковых мешков и описание фазовых состояний в релятивистской ядерной физике»)
2010 Доктор физико-математических наук («Квантовые корреляции электромагнитного поля в диссипативных средах»)

Профессиональная деятельность:

1985–1987 Ассистент кафедры физики Дубненского филиала Московского института радиотехники, электроники и автоматики



Research interests:

Mechanisms of molecular damage formation and repair in the DNA of humans and higher eukaryotes; Immunocytochemical and immunohistochemical analysis of genetic structure damage in mammalian and human cells; Gene expression in mammalian and human cells after exposure to ionizing radiation with different physical characteristics; Molecular damage to neural structures of different parts of the mammalian brain induced by accelerated heavy charged particles; Molecular and radiobiological aspects of radiation therapy

Scientific publications:

Author and co-author of 126 research papers and a patent entitled “A method of increasing the formation frequency of ionizing radiation-induced DNA double-strand breaks in human cells in the presence of radiomodifiers” (2019)

Prozes and awards:

2006, 2009 JINR Honorary Diplomas
2008 JINR’s Second Prize for a series of works entitled “Mutation process mechanisms in microorganisms after exposure to ionizing radiation with different physical characteristics”
2011, 2016 JINR’s letters of commendation
2019 JINR’s First Prize for a series of works entitled “Research on molecular damage formation in genetic structures of human and mammalian cells after exposure to low and intermediate-energy accelerated heavy ions”

**A. V. CHIZHOV
Deputy Director of the Laboratory
of Radiation Biology**

Alexey V. Chizhov, Doctor of Physics and Mathematics.

Date and place of birth:

26 March 1959, Orekhovo-Zuevo, Moscow Region, USSR

Education:

1976–1982 Physics Faculty, Lomonosov Moscow State University (MSU) (Diploma with Honors)
1982–1985 Department of Quantum Statistics and Field Theory, Physics Faculty, MSU (post-graduate study)
1985 Candidate of Physics and Mathematics (Theoretical Physics) (“Quark bag models and a description of phase states in relativistic nuclear physics”)
2010 Doctor of Physics and Mathematics (Theoretical Physics) (“Quantum correlations of the electromagnetic field in dissipative media”)

Professional career:

1985–1987 Assistant Lecturer, Department of Physics, Moscow Institute of Radio Engineering, Electronics and Automation (Dubna Branch)

1987–1989 И.о. младшего научного сотрудника Лаборатории теоретической физики (ЛТФ) ОИЯИ
 1989–1993 Научный сотрудник ЛТФ ОИЯИ
 1993–2010 Старший научный сотрудник ЛТФ ОИЯИ
 2010–2020 Ведущий научный сотрудник ЛТФ ОИЯИ
 С 2020 Заместитель директора по научной работе Лаборатории радиационной биологии ОИЯИ

Научно-организационная деятельность:

Член редакционной коллегии журнала «Наносистемы: физика, химия, математика»
 Член государственных экзаменационных комиссий университета «Дубна»
 Член организационных комитетов международных конференций и школ для молодых ученых и студентов

Педагогическая работа:

Чтение лекционных курсов и руководство научно-производственными практиками студентов и дипломными проектами на базовых кафедрах ОИЯИ государственного университета «Дубна»; лектор различных международных школ по физике

Научные интересы:

Теория составных моделей элементарных частиц, прецизионные вычисления в физике высоких энергий, квантовые эффекты в теории взаимодействия электромагнитного излучения с наноструктурированными системами в твердом теле и биологии, коллективные возбуждения в биомолекулах

Научные труды:

Автор более 110 публикаций в ведущих научных журналах и трудах конференций

Премии и награды:

1992 Первая премия ОИЯИ за цикл работ в области теоретической физики «Оператор фазы и флуктуации света в нелинейных процессах»
 2017 Знак отличия в труде «Ветеран атомной энергетики и промышленности»

1987–1989 Junior Researcher, Bogoliubov Laboratory of Theoretical Physics (BLTP), JINR
 1989–1993 Researcher, BLTP, JINR
 1993–2010 Senior Researcher, BLTP, JINR
 2010–2020 Leading Researcher, BLTP, JINR
 Since 2020 Deputy Director for Research, Laboratory of Radiation Biology, JINR

Scientific and organizational activity:

Member of the Editorial Board of the journal “Nanosystems: Physics, Chemistry, Mathematics”
 Member of State Examination Boards of Dubna State University
 Member of organizing committees of international conferences and schools for young scientists and students

Instructional activity:

Lecture courses and supervision of on-the-job student practice and diploma projects at the JINR-based departments of Dubna State University; Lecturer at various international schools on physics

Research interests:

Theory of composite models of elementary particles; Precision calculations in high energy physics; Quantum effects in the theory of the interaction of electromagnetic radiation with nanostructured systems in solids and biological objects; Collective excitations in biomolecules

Scientific publications:

Author of over 110 publications in leading scientific journals and conference proceedings

Prizes and awards:

1992 JINR’s Second Prize for a series of works in theoretical physics entitled “Phase operator and light fluctuations in nonlinear processes”
 2017 The honorary badge “Veteran of Nuclear Power Industry”

29 января по приглашению дирекции ОИЯИ Дубну посетил председатель Президиума Дальневосточного отделения РАН академик В. И. Сергиенко. Он встретился с директором ОИЯИ академиком В. А. Матвеевым и обсудил вопросы развития сотрудничества научных центров Дальневосточного региона с Объединенным институтом.

Гость побывал в Лаборатории ядерных реакций, где ознакомился с ускорительным комплексом фабрики сверхтяжелых элементов, а также встретился с научным руководителем ЛЯР академиком Ю. Ц. Оганесяном, директором ЛЯР С. Н. Дмитриевым, заместителем директора А. Г. Попеко, начальником установки ДЦ-280 К. Б. Гикалом.

Дубна, 29 января. ОИЯИ посетил председатель Президиума Дальневосточного отделения РАН академик В. И. Сергиенко. Встреча с научным руководителем ЛЯР академиком Ю. Ц. Оганесяном



Dubna, 29 January. Chairman of the Presidium of the Far East Branch of RAS Academician V. Sergienko on a visit to JINR. The meeting with FLNR Scientific Leader Academician Yu. Oganessian

On 29 January, Chairman of the Presidium of the Far East Branch of the Russian Academy of Sciences Academician V. Sergienko visited the Joint Institute on the invitation of the JINR Directorate. He met with JINR Director Academician V. Matveev and discussed the issues of the development of cooperation between scientific centres in the Far East region and the Joint Institute for Nuclear Research.

V. Sergienko was acquainted with research conducted at the Flerov Laboratory of Nuclear Reactions and the accelerator complex of the Factory of Superheavy Elements. He was welcomed at the Laboratory by FLNR Scientific Leader Yu. Oganessian, FLNR Director S. Dmitriev, Deputy Director A. Popeko and Head of the DC-280 facility K. Gikal.

On 5 February, Counsellor of the Embassy of the Republic of India in Russia Dr Sh. Shrotriya, accompanied by a staff member of the Political Division of the Embassy V. Singh, visited the Joint Institute for Nuclear Research.

The guests visited the Factory of Superheavy Elements and the Nanocentre of FLNR. At the Laboratory of Neutron Physics, the guests saw the IBR-2 research reactor, and the REGATA and IREN facilities.

At the Directorate, JINR Vice-Director R. Lednický received the guests. Head of the International Cooperation Department D. Kamanin, UC Director S. Pakuliak, Advisor to the JINR Director M. Tumanova, and Head of BLTP Sector S. Nedelko, as well as Indian employees of the Institute, took part in the meeting.

At the meeting, the parties noted a high level of the existing cooperation between India and JINR, expressed their interest in its further broadening, discussed opportunities in development of contacts in scientific and educational spheres, and stressed the importance of informing the scientific community and official representatives of India on modern status of JINR and possibilities for cooperation.

On 14 February, a regular meeting of the JINR Science and Technology Council was held, chaired by Professor R. Jolos.

5 февраля ОИЯИ посетил советник посольства Республики Индии в РФ доктор Ш. Шротрия в сопровождении сотрудника политического отдела посольства В. Сингха.

Гости побывали на фабрике сверхтяжелых элементов и в наноцентре ЛЯР. В ЛНФ они ознакомились с исследовательским реактором ИБР-2, с установками РЕГАТА и ИРЕН.

В дирекции ОИЯИ гостей принял вице-директор Р. Ледницки. Во встрече участвовали начальник отдела международных связей Д. В. Каманин, директор УНЦ С. З. Пакуляк, советник дирекции М. Ю. Туманова, начальник сектора ЛТФ С. Н. Неделько, а также индийские сотрудники Института. В ходе дискуссии стороны отметили высокий уровень сотрудничества между Индией и ОИЯИ, выразили заинтересованность в дальнейшем его расширении, обсудив возможности по развитию взаимодействия в научной и в образовательной сферах, а также отметили важность информирования научной общественности и официальных представителей Индии о современном состоянии ОИЯИ и возможностях для кооперации.

14 февраля состоялось очередное заседание Научно-технического совета ОИЯИ под председательством профессора Р. В. Джолоса.

В докладе В. Д. Кекелидзе о статусе проекта NICA были озвучены планы по основным объектам: ускорительному комплексу, включающему бустерный циклотрон и коллайдер, экспериментальным установкам MPD, BM@N, компьютерному информационному комплексу, каналам и установкам для прикладных инновационных исследований, а также по программе научных исследований. Планы, как отметил докладчик, постоянно корректируются по мере их реализации. В. Д. Кекелидзе подробно проинформировал членов НТС о ходе создания, монтажа и наладки элементов всех систем NICA, о строительстве новых зданий, создании научно-инженерной и исследовательской инфраструктуры.

В. Д. Кекелидзе отметил, что в разработке программы научных исследований активно участвуют теоретики многих мировых научных центров, соавторы «Белой книги» NICA, российские ученые в рамках проектов РФФИ, участники международных коллабораций экспериментов BM@N, MPD и SPD. Подписаны соглашения с пятью мексиканскими университетами, меморандум об участии ряда организаций Польши в проекте MPD, активизировано соглашение GSI–ОИЯИ. GSI координирует участие Германии в проекте NICA, вклад страны в этот про-



Дубна, 5 февраля. Советник посольства Республики Индии в РФ доктор Ш. Шротрия (второй слева) на экскурсии в ЛНФ в ходе визита в ОИЯИ

Dubna, 5 February. Counsellor of the Embassy of the Republic of India in RF Dr Sh. Shrotriya (2nd from left) on an excursion to FLNP during his visit to JINR

ект составляет около 20 млн евро. С комментариями к докладу выступили Р.В. Джолос и В.А. Матвеев.

С докладом о разработке стратегии развития Института до 2030 г. на заседании выступил вице-директор ОИЯИ Б.Ю. Шарков, который является координатором международной рабочей группы, созданной в 2016 г., под председательством В.А. Матвеева с участием ведущих мировых экспертов и лидеров основных научных направлений ОИЯИ. Стратегический план развития ОИЯИ послужит основой как для разработки следующего Семилетнего плана, так и для принятия решений, ведущих ОИЯИ к новым научным достижениям в более долгосрочной перспективе. С материалами можно познакомиться на сайте Indico.jinr.ru. В обсуждении доклада приняли участие С.Н. Неделько, Д.В. Пешехонов, Д.В. Наумов, И.Н. Мешков, Р.В. Джолос, В.А. Матвеев.

Председатель совета ОМУС А.Ю. Верхеев выступил с отчетом о деятельности Объединения молодых ученых и специалистов ОИЯИ, составленным на основе социологического опроса, анкетирования по научным показателям и письменных отчетов по грантам ОМУС за последние годы. Докладчик, в частности, предложил некоторые коррективы в систему грантовой поддержки, а также озвучил ряд общих вопросов, волнующих большую часть молодых ученых и специалистов: это возможности

карьерного роста, материальное положение, условия проживания, организация и условия труда. А.Ю. Верхеев подчеркнул, что вопросы по привлечению кадров в Институт и удержанию талантливых и активных сотрудников должны решаться с наивысшим приоритетом.

Отчет ОМУС вызвал оживленную дискуссию, в которой приняли участие С.Н. Неделько, М. Гнатич, Б.Ю. Шарков, Д.В. Пешехонов, Ю.К. Потребеников, И.Н. Мешков, Г.Д. Ширков, А.В. Тамонов, А.С. Сорин, Р.В. Джолос. В.А. Матвеев поблагодарил докладчика за содержательное сообщение и выразил готовность дирекции всемерно помогать в решении затронутых проблем.

25–27 февраля проходил визит в ОИЯИ проктора Университета Претории (ЮАР) Т. Купе с делегацией, в состав которой входили директор по международному сотрудничеству С. Мокодуве, директор по развитию исследовательского потенциала Р. Рамутар-Приешл, руководитель департамента физики К. Терон, а также профессора департамента физики Ц. Хлтшвайо и С. Ракитянский.

Визит делегации совпал с проведением 15-й Международной стажировки для научно-административного персонала «Опыт ОИЯИ для стран-участниц и государств-партнеров» (JEMS-15), участие в которой позволило гостям более подробно

In his report on the NICA status, V. Kekelidze spoke about the plans for major objects: the accelerating complex with the Booster cyclotron and the collider, the MPD and BM@N experimental facilities, the computer information complex, channels and facilities for applied innovative research, as well as the programme of scientific studies. All this is constantly adjusted in accordance with the work progress. The speaker then informed the STC members in detail about the progress of the development, assembling and setting up of elements of all the systems, the construction of new buildings, the creation of scientific-engineering and research infrastructure.

Speaking about participants of the project, V. Kekelidze noted that the programme of scientific research was being actively developed by theoreticians from numerous scientific centres of the world, co-authors of the NICA White Paper, Russian scientists in the framework of the RFBR projects, participants of established international collaborations of the BM@N, MPD and SPD experiments. Agreements with five Mexican universities and the memorandum of participation of Polish organizations in MPD were signed; the GSI–JINR agreement was activated. The GSI Helmholtz Centre for Heavy Ion Research coordi-

nates the participation of Germany in the NICA project. The contribution of the country to the project is about 20 million euros. R. Jolos and V. Matveev made comments on the report.

The report on the development of the JINR development strategy was made by B. Sharkov, a JINR Vice-Director, Coordinator of the International Working Group established in 2016 and chaired by V. Matveev and participated by leading world experts and leaders of the main scientific trends at JINR. He noted that the strategic aim of the JINR development until 2030 as a world-level scientific centre was to ensure its leading positions in the fields of high energy physics, nuclear physics and heavy-ion physics, neutrino physics and astrophysics, condensed matter physics, radiation biology, information technologies and high-performance computing. B. Sharkov also noted the importance of work conducted in the fields of interdisciplinary research and innovation technologies. The strategic plan for the JINR development should be the basis for drafting the next seven-year plan and adoption of decisions leading JINR to new scientific achievements in a longer term. All materials are available on the website Indico.jinr.ru.



Дубна, 25–27 февраля. Визит в ОИЯИ проректора Университета Претории (ЮАР) Т. Купе с делегацией

Dubna, 25–27 February. Vice-Chancellor and Principal of the University of Pretoria T. Kupe (RSA) and a delegation visit JINR

S. Nedelko, D. Peshekhonov, D. Naumov, I. Meshkov, R. Jolos, and V. Matveev took part in the discussion of the report.

AYSS Chairman A. Verkheev presented the report on the activities of the Association of Young Scientists and Specialists of JINR. He based his report on the sociological survey, a survey on scientific indicators and written report on AYSS grants compiled in recent years. In particular, the speaker proposed some corrective amendments in the system of grant support and discussed a number of general issues vital to the majority of young scientists and specialists: opportunities in career, financial status, lodging conditions, organization and conditions of labour. A. Verkheev stressed that attracting employees and retaining talented and active staff members should be given the highest priority at the Institute. S. Nedelko, M. Hnatič, B. Sharkov, D. Peshekhonov, Yu. Potrebenikov, I. Meshkov, G. Shirkov, A. Tamonov, A. Sorin, and R. Jolos commented on the report. V. Matveev thanked the speaker for the informative speech and expressed the readiness of the Directorate to help in solving the problems considered in the report.

On 25–27 February, Vice-Chancellor and Principal of the University of Pretoria (the RSA) T. Kupe visited JINR with an RSA delegation that included Head of the International Cooperation Department S. Mokoduwe, Head of the Research Capacity Development Department R. Ramoutar-Prieschl, Head of the Department of Physics Ch. Theron, as well

as Professors of the Department Th. Hltshwayo and S. Rakityanski.

The visit of the delegation coincided with the 15th International training programme for decision-makers in science and international scientific cooperation JEMS — “JINR Expertise for Member States and Partner Countries” (JEMS-15). The guests used the opportunities of the training programme for in-depth acquaintance with the Joint Institute, the development of its scientific infrastructure and current scientific research.

On 27 February, a meeting of the delegation with the JINR Directorate took place. Vice-Directors M. Itkis and R. Lednický, and Chief Scientific Secretary A. Sorin represented JINR at the event. Executive of the contacts with the RSA, Head of the International Cooperation Department D. Kamanin, Deputy Director of the University Centre A. Zhemchugov and Coordinator of RSA scientists in JINR Arnaud Rossow also took part in the meeting on behalf of JINR.

During the meeting, the parties noted a dynamic development of scientific contacts between JINR and scientific centres and universities of the RSA. They also discussed practical steps towards the cooperation enhancement between the University of Pretoria and the Joint Institute. The meeting at the JINR Directorate was concluded with a singing of the cooperation agreement on carrying out scientific research and training scientific and technical staff.

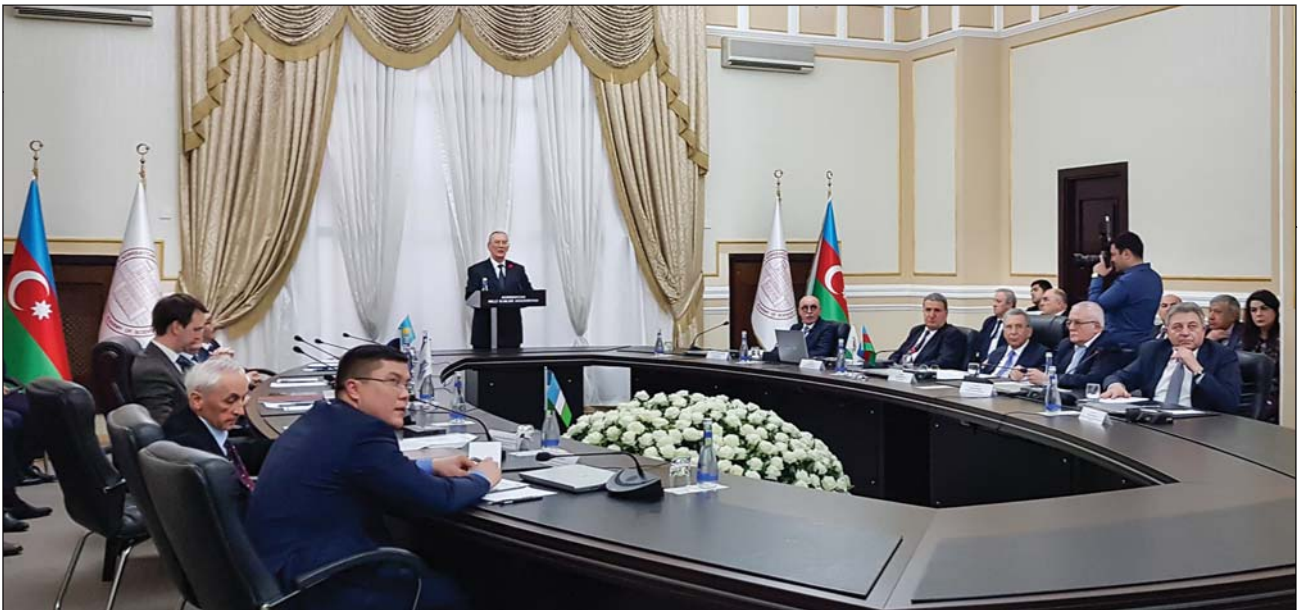
познакомиться с Объединенным институтом, развитием его научной инфраструктуры и актуальными научными исследованиями.

27 февраля состоялась встреча делегации с дирекцией ОИЯИ — вице-директорами М.Г.Иткисом, Р.Ледницким и главным ученым секретарем А.С.Сориним. Со стороны ОИЯИ во встрече приняли участие координатор по сотрудничеству с ЮАР, начальник отдела международных связей Д.В.Каманин, заместитель директора УНЦ А.С.Жемчугов и координатор группы ученых ЮАР в ОИЯИ А.Россоу. В ходе беседы было отмечено динамичное развитие научных связей ОИЯИ с научными центрами и вузами ЮАР, а также обсуждены практические шаги по углублению кооперации между Университетом Претории и Объединенным институтом. По итогам встречи было подписано соглашение о сотрудничестве в области проведения научных исследований и подготовки научно-технических кадров.

2 марта в здании Президиума Национальной академии наук Azerbaijan (НАНА) состоялось открытие рабочего совещания «Перспективы сотрудничества с евразийскими государствами-членами ОИЯИ».

В состав делегации Объединенного института, возглавляемой директором ОИЯИ академиком В.А.Матвеевым, входили директор ЛНФ В.Н.Швецов, заместитель директора ЛЯП Д.В.Наумов, начальник сектора научного отдела вычислительной физики ЛИТ В.П.Гердт, заместитель руководителя финансово-экономического управления ОИЯИ М.П.Васильев, заместитель начальника отдела международных связей ОИЯИ А.А.Котова. Со стороны ОИЯИ в мероприятии также принимали участие полномочный представитель правительства Республики Казахстан в ОИЯИ Е.А.Кенжин и руководитель национальной группы Республики Узбекистан в ОИЯИ главный научный сотрудник ЛЯП А.Х.Инояттов.

Баку, 2 марта. Рабочее совещание «Перспективы сотрудничества с евразийскими государствами-членами ОИЯИ»



Baku, 2 March. The workshop “Prospects of Cooperation with Euroasian Countries — Members of JINR”

On 2 March, an opening ceremony of the workshop “Prospects of Cooperation with Eurasian Countries — Members of JINR” took place in the Presidium of the Azerbaijan National Academy of Sciences.

The delegation of the Joint Institute headed by JINR Director Academician V. Matveev consisted of FLNP Director V. Shvetsov, DLNP Deputy Director D. Naumov, Head of Sector of the LIT Division of Computational Physics V. Gerdt, Deputy Head of the Finance & Economy Office M. Vasiliev, and Deputy Head of the International Cooperation Department A. Kotova.

Moreover, Plenipotentiary of the Government of the Republic of Kazakhstan to JINR A. Kenzhin, and Head of the National Group of the Republic of Uzbekistan at JINR, DLNP Chief Researcher A. Inoyatov took part in the event on behalf of JINR.

President of the Azerbaijan National Academy of Sciences (ANAS) Academician R. Mehdiyev headed the party of the Republic of Azerbaijan. ANAS First Vice-President I. Guliyev, Plenipotentiary of the Government of Azerbaijan to JINR N. Mamedov, representatives

Представительство Республики Азербайджан на открытии совещания возглавил президент НАНА академик Р.Мехтиев. В мероприятии участвовали вице-президент НАНА И.С.Гулиев, полномочный представитель правительства Азербайджана в ОИЯИ Н.Т.Мамедов, а также руководители различных научных учреждений Азербайджана.

Российская Федерация была представлена первым заместителем министра науки и высшего образования Г.В.Трубниковым, Азербайджанская Республика — заместителем министра образования Ф.И.Гурбановым.

Участники совещания обсудили актуальный статус сотрудничества Объединенного института и Республики Азербайджан, пути и возможности его развития. По итогам обсуждения состоялось подписание четырехстороннего соглашения о сотрудничестве, участниками которого являются Институт физики Национальной академии наук Азербайджана, Бакинский государственный университет, Объединенный институт ядерных исследований и Институт ядерной физики Министерства энергетики Республики Казахстан.

С 9 по 30 января в iThemba LABS (ЮАР) проходила вторая школа ОИЯИ–ЮАР с участием представителей Института. Школа была организована южно-африканским Институтом ядерных технологий и наук под общим руководством профессора Р.Ньюмана.

Участниками школы стали 32 студента и аспиранта из 13 южно-африканских университетов. С кратким приветственным словом к слушателям школы обратился руководитель отдела международных связей ОИЯИ Д.В.Каманин. Директор ЛТФ Д.И.Казаков прочитал лекцию о современной физике частиц, сотрудник ЛТФ Т.М.Шнейдман рассказал студентам о теоретических моделях атомных ядер. Ю.А.Панебратцев прочитал курс лекций «Детекторы и обработка сигналов в ядерных исследованиях». Сотрудники ЛФВЭ П.Д.Семчуков и К.В.Клыгина провели мастер-классы по обработке сигналов в ядерно-физических экспериментах и виртуальной лаборатории ядерного деления. Н.Е.Сидоров прочитал лекцию о коллайдерах и строящемся в ОИЯИ комплексе NICA. В.В.Белага и П.Д.Семчуков провели мастер-классы по анализу экспериментальных данных с использованием программного пакета

of various scientific organizations of Azerbaijan also took part in the event.

The meeting was attended by representatives of ministries as well: First Deputy Minister of Science and Higher Education G.Trubnikov represented the Russian Federation and Deputy Minister of Education F.Gurbanov represented the Republic of Azerbaijan.

The participants discussed the status of cooperation of the Joint Institute and the Republic of Azerbaijan and ways and opportunities to develop it. One of the milestones of the meeting was the signing of a four-lateral agreement on cooperation among the Institute of Physics of ANAS, Baku State University, the Joint Institute for Nuclear Research and the Institute of Nuclear Physics of the Ministry of Energy of the Republic of Kazakhstan.

From 9 to 30 January, the second JINR–RSA School was held at iThemba LABS (RSA) with the participation of the Institute representatives. The School was organized by the South African Institute for Nuclear Technology and Sciences and supervised by Professor R. Newman.

The participants of the School were 32 students and postgraduates from 13 South African universities. Head of the JINR International Cooperation Department D.Kamanin addressed the participants with a brief welcoming speech. BLTP Director D.Kazakov delivered a lecture on modern particle physics, a BLTP staff member T.Shneidman told students about theoretical models of atomic nuclei. Yu.Panebrattsev delivered a lecture course “Detectors and processing of signals in nuclear research”. VBLHEP staff members P. Semchukov and K. Klygina organized a workshop on processing signals in nuclear and physical experiments and the virtual laboratory of nuclear fission. N. Sidorov read a lecture on colliders and the NICA complex being constructed at JINR. V.Belaga and P.Semchukov held workshops on the analysis of experimental

ROOT. Сотрудник ЛЯП, заместитель директора УНЦ А. С. Жемчугов прочитал цикл лекций по Монте-Карло моделированию процессов в экспериментах по физике частиц и провел мастер-классы по программному комплексу GEANT. Лекционную программу школы завершила лекция директора УНЦ С. З. Пакуляка об ОИЯИ и образовательных программах УНЦ для студентов.

В конце января по приглашению полномочного представителя правительства Республики Узбекистан в ОИЯИ, президента Академии наук РУз Б. С. Юлдашева сотрудники Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ М. В. Ляблин и А. М. Артиков посетили Ташкент для презентации прецизионного лазерного инклинометра (ПЛИ).

В Институте сейсмологии им. Г. А. Мавлянова Академии наук Узбекистана состоялся семинар-презентация ПЛИ, в ходе которого М. В. Ляблин сделал доклад «Новые методы регистрации микросейсмических колебаний». На семинаре была отмечена уникальная чувствительность ПЛИ, его способность регистрировать низкочастотные угловые движения земной поверхности, а также принципиальная важность использования прибора в комплексе с общеизвестными методами прогноза землетрясений.

После семинара состоялась встреча с Б. С. Юлдашевым, в ходе которой было принято решение отправить в ОИЯИ двух сотрудников для обучения работе с ПЛИ с целью его дальнейшего обслуживания в сейсмических лабораториях Узбекистана.

24–26 февраля в Дубне состоялось первое заседание комитета по анализу затрат и графику исполнения проекта «Комплекс NICA» (Cost and Schedule Review Committee, CSRC), сформированного в Институте по решению КПП ОИЯИ и наблюдательного совета проекта.

Комитет был создан для оказания консультативных услуг наблюдательному совету и КПП по вопросам, связанным с оценкой затрат и эффективности выполнения работ по проекту «Комплекс NICA». В составе комитета, который возглавил Ф. Феррони (INFN, Италия), — признанные специалисты в области физики высоких энергий и ускорительной физики: И. Мних (DESY, Германия), Л. Чифарелли (Университет Болоньи, Италия), Ф. Бордри (ЦЕРН), Л. Костов (Агентство по ядерному регулированию, Болгария), Э. Рабинович (Израиль), Л. Кравчук (ИЯИ РАН, Россия). В заседаниях комитета участвовали директор ОИЯИ В. А. Матвеев, руководитель проекта «Комплекс NICA» В. Д. Кекелидзе и соруководитель темы «Комплекс NICA»



Йоханнесбург (ЮАР), 9–30 января. Участники второй школы ОИЯИ–ЮАР

Johannesburg (RSA), 9–30 January. Participants of the second JINR–RSA School



Дубна, 24–26 февраля. Первое заседание комитета по анализу затрат и графику исполнения проекта «Комплекс NICA»

Dubna, 24–26 February. The first meeting of the NICA Cost and Schedule Review Committee

data with the use of ROOT. DLNP staff member and UC Deputy Director A. Zhemchugov delivered a lecture course on Monte Carlo modelling of processes in experiments on particle physics and organized workshops on the GEANT software complex. The lecture programme of the School was concluded with the lecture by UC Director S. Pakuliak about JINR and the UC educational programmes for students.

At the end of January, staff members of the Dzhelepov Laboratory of Nuclear Problems of JINR M. Lyablin and A. Artikov visited Tashkent on the invitation of President of the Academy of Sciences of Uzbekistan B. Yuldashev to present the Precision Laser Inclinometer (PLI).

The seminar presentation of the PLI took place at the Mavlyanov Institute of Seismology of the Academy of Sciences of Uzbekistan. During the seminar, M. Lyablin made the report “New methods for registration of microseismic oscillations”. A unique sensitivity of the PLI and its ability to register low-frequency angular movements of surface of the earth were noted. The crucial importance of using the device together with well-known methods of earthquake prediction was highlighted.

After the seminar, there was a meeting with B. Yuldashev. During the meeting, it was decided to send two employees to JINR for training in using

the PLI and its further maintenance in seismic laboratories of Uzbekistan.

On 24–26 February, the first meeting of the NICA Cost and Schedule Review Committee (CSRC) was held. The Committee emerged on the decision of the CP of JINR and the Supervisory Council for the project “The NICA Complex”.

The Committee was created to consult the Supervisory Council and the CP on issues related to cost estimate and work progress towards the implementation of the project “The NICA Complex”. The Committee, which is headed by F. Ferroni (INFN, Italy), consists of admitted specialists in the fields of high energy physics and accelerator physics: I. Mnikh (DESY, Germany), L. Chifarelli (University of Bologna, Italy), F. Bordri (CERN), L. Kostov (Agency for Nuclear Regulation, Bulgaria), E. Rabinovichi (Israel), and L. Kravchuk (INR RAS, Russia). The meetings of the Committee were attended by JINR Director V. Matveev, Head of the project “The NICA Complex” V. Kekelidze and Co-Head of the theme “The NICA Complex” A. Sorin. First Deputy Minister of Science and Higher Education of Russia G. Trubnikov, Head of the project’s directorate R. Lednický and Deputy Head of the project office Yu. Potrebenikov, JINR Chief Accountant S. Dotsenko and Deputy Head of

А. С. Сорин. В работе комитета приняли участие первый заместитель министра науки и высшего образования РФ Г. В. Трубников, руководитель дирекции проекта Р. Ледницы, заместитель руководителя проектного офиса Ю. К. Потребников, главный бухгалтер ОИЯИ С. Н. Доценко и заместитель руководителя финансово-экономического управления ОИЯИ М. П. Васильев.

В первый день работы комитета участники заседания совершили экскурсию по объектам комплекса NICA. В ходе заседаний были заслушаны и обсуждены детальные сообщения руководителей основных подсистем и объектов комплекса, создание которых намечено в рамках базовой конфигурации проекта в соответствии с Проблемно-тематическим планом ОИЯИ и требованиями национального проекта РФ «Наука» до конца 2022 г. Особое внимание было уделено оценкам базовой стоимости проекта и эффективности затрат по проекту, плану реализации и эффективности их исполнения, эффективности инструментов и методов, используемых руководством и исполнителями проекта для мониторинга затрат и планирования работ, основным вопросам финансирования, в том чис-

ле связанным с техническими проблемами рисков в реализации проекта.

Комитет отметил значительный прогресс в реализации базовых элементов комплекса за последние два года, усилия, предпринятые руководством проекта и администрацией Института по финансовому и техническому обеспечению работ, а также высокое качество представленных на заседании материалов.

Особое внимание было обращено на необходимость создания офиса проекта, четкого определения персональных обязанностей по созданию и мониторингу графиков реализации проекта, логистике, бюджету, безопасности и контролю качества поставляемого оборудования и выполненных работ, а также на необходимость определения критических объектов базовой конфигурации комплекса, разработки плана минимизации и смягчения рисков для его критических объектов. Комитет подчеркнул, что оценку прогресса в реализации проекта необходимо проводить не реже, чем раз в три месяца. 26 февраля на закрытом заседании комитета были сформулированы решения и рекомендации в адрес наблюдательного совета проекта «Комплекс NICA» и КПП ОИЯИ.

the Finance & Economy Office of JINR M. Vasiliev participated in the work of the Committee.

On the first day of the Committee meeting, the participants had an excursion to the objects of the NICA complex. During the meeting, detailed presentations made by heads of major subsystems and objects of the complex were heard and discussed whose development is planned in the framework of the basic configuration of the project according to the JINR Topical Plan and requirements of the Russian national project “Nauka” till the end of 2022. Special attention was paid to the estimate of the base cost and the cost effectiveness of the project, the estimate of the implementation plans and efficiency of their realization, the estimate of the efficiency of instruments and methods used by managers and executors of the project to monitor the costs and work planning, the main issues of financing, as well as issues related to them and risks caused by technical problems in the implementation of the project.

The Committee noted considerable progress in the implementation of basic elements of the com-

plex achieved over the past two years. The CSRC members also noted great efforts made by the management of the project and the administration of the Institute to provide financial and technical support and noted the high quality of reports presented at the meeting.

The Committee paid special attention to the necessity to establish the project office with clearly defined personal duties of its members in the fields of development and monitoring of the adhering to the project’s implementation schedule, logistics, budget, safety and quality control of purchased equipment and work done, determining critical objects of the basic configuration of the complex, the development of the minimization plan and the risk reduction at its critical objects. The Committee highlighted that the estimate of the implementation progress should be conducted at least three times a month. On 26 February, at a closed session of the Committee, decisions and recommendations were formulated to the Supervisory Council for the project “The NICA Complex” and the CP of JINR.

С 27 января по 1 февраля в университете «Дубна» прошла 26-я Международная конференция «*Математика. Компьютер. Образование*» (МКО-2020), организаторами которой выступили Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Объединенный институт ядерных исследований, государственный университет «Дубна», Институт прикладной математики им. М. В. Келдыша РАН, межрегиональная общественная организация «Женщины в науке и образовании» и другие ведущие научные центры России.

На открытии научного форума директор ОИЯИ В. А. Матвеев познакомил участников конференции с научной программой ОИЯИ, ректор университета «Дубна» Д. В. Фурсаев рассказал о последних открытиях в космологии и астрофизике, директор Института системного анализа и управления университета «Дубна» академик РАН Е. Н. Черемисина описала инновационные принципы IT-образования для подготовки кадров в ИСАУ университета «Дубна».

Поскольку конференция МКО носит междисциплинарный характер, программа была насыщенной и включала пленарные заседания, устные и стендовые сессии, круглые столы, лекции, мастер-классы, именные вечера и т. д. Директор ЛИТ В. В. Кореньков представил цифровую платформу для проектов класса

мегасайенс, директор ЛФВЭ В. Д. Кекелидзе посвятил свой доклад мегасайенс-проекту NICA, директор ЛРБ А. Н. Бугай затронул вопросы моделирования в современных подходах к повышению эффективности лучевой терапии опухолей, научный руководитель ЛЯР Ю. Ц. Оганесян осветил перспективы синтеза новых сверхтяжелых элементов.

Научный форум собрал большое количество участников из разных регионов России и стран Европы. В следующем году традиционная конференция пройдет в Пушино.

23–24 апреля Лаборатория физики высоких энергий им. В. И. Векслера и А. М. Балдина провела в формате онлайн-конференции *5-е коллаборационное совещание по эксперименту MPD на установке NICA*.

В ходе встречи участниками была дана оценка уровня готовности детектора, включая разработку программного обеспечения, проведено обсуждение физических задач и результатов, полученных коллаборацией, а также рассмотрены текущие организационные вопросы MPD.

Совещание включало в себя сессии по физике и по готовности детектора, открытые для всех участников коллаборации MPD, а также закрытое заседание руководящего состава коллаборации MPD.

From 27 January to 1 February, the 26th International Conference “*Mathematics. Computing. Education*” (MCE-2020), organized by Moscow State University, the Joint Institute for Nuclear Research, Dubna State University, the Keldysh Institute of Applied Mathematics of RAS, the interregional public organization “Women in Science and Education” and other leading scientific centres, was held at Dubna State University.

At the opening of the scientific forum, JINR Director RAS Academician V. Matveev acquainted the conference participants with the JINR scientific programme, Rector of Dubna State University D. Fursaev spoke about the latest discoveries in cosmology and astrophysics, Director of the Institute of System Analysis and Management of Dubna State University Eu. Cheremisina described the innovative principles of IT education for preparing specialists at ISAM of Dubna University.

Since the MCE conference is interdisciplinary, the programme was intensive and comprised plenary sessions, oral and poster presentations, round tables, lectures, tutorials, etc. The following reports are noteworthy: Director of LIT V. Korenkov introduced a digital platform for megascience projects; Director of VBLHEP V. Kekelidze

devoted his report to the NICA megascience project; Director of LRB A. Bugay dwelt upon the issues of modeling in modern approaches to improving the efficiency of radiation therapy of tumors; Scientific Leader of FLNR Yu. Oganessian reported on the prospects for the synthesis of new superheavy elements.

The scientific forum brought together a large number of participants from different regions of Russia and European countries. Next year the traditional conference will take place in Pushchino.

On 23–24 April, the *5th Collaboration Meeting of the MPD Experiment at the NICA Facility* was held online at the Veksler and Baldin Laboratory of High Energy Physics.

The participants estimated the level of the detector readiness, including elaboration of the software, discussed physics tasks and results obtained in the collaboration and considered current organizational issues of MPD.

The meeting included sessions on physics and the detector readiness that were open for all participants of the MPD collaboration, and a closed meeting of the leaders of the collaboration.