

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

Сечения образования наиболее тяжелых изотопов сверхтяжелых ядер с зарядовыми числами 112–118 предсказаны для будущих экспериментов в  $xn$ ,  $pxn$  и  $\alpha xn$  испарительных каналах реакций полного слияния с  $^{48}\text{Ca}$ . Оценки сечений основаны на едином и непротиворечивом наборе исходных ядерных данных. Ядерные массы, деформации, оболочечные поправки, барьеры деления и энергии распада рассчитываются в рамках макроскопически-микроскопического подхода для четно-четных, нечетных по  $Z$  и нечетных по  $N$  ядер. Для нечетных систем используется процедура блокировки. Для нахождения седловых точек применяется метод воображаемого потока жидкости и учитывается неаксиальность. Результаты, основанные на новом наборе масс и барьеров, очень хорошо согласуются с экспериментальными сечениями, особенно в  $3n$  канале. Показан прямой способ получения пока неизвестных сверхтяжелых изотопов в  $1n$  или  $2n$  каналах. Предложен синтез новых сверхтяжелых изотопов, недостижимых в реакциях с испусканием нейтронов, в каналах с испусканием протонов ( $\sigma_{pxn} \approx 10\text{--}200$  фб) и альфа-частиц ( $\sigma_{\alpha xn} \approx 50\text{--}500$  фб).

*Juhee Hong, Adamian G. G., Antonenko N. V., Jachimowicz P., Kowal M.* Possibilities of Direct Production of Superheavy Nuclei with  $Z=112\text{--}118$  in Different Evaporation Channels // *Phys. Lett. B.* 2020. V. 809. P. 135760.

Недавно было высказано предположение о том, что дальний электронный порядок, образованный тримеронами в магнетите, должен быть фрустрирован из-за большой вырожденности связей между тримеронами. Этот результат имеет важные следствия для зарядового и спинового упорядочения. В работе исследуются данные по теплоемкости магнетита при очень низких температурах, которые показывают два отклонения от вклада магнов и фононов, которые анализируются как аномалии типа Шоттки. Первая аномалия однозначно связана с термической активацией как в ферроэластичных двойных, так и в ферромагнитных противофазных доменах. Вторая аномалия Шоттки демонстрирует обратную ( $1/H$ ) зависимость от поля, что является прямым указанием на фрустрированную магнитную решетку. Авторы считают, что именно фрустрированная решетка тримеронов является источником данного вклада.

*Sahling S., Lorenzo J.E., Remenyi G., Marin C., Katkov V.L., Osipov V.A.* Heat Capacity Signature of Frustrated Trimerons in Magnetite // *Sci. Rep.* 2020. V. 10. P. 10909.

**Bogoliubov Laboratory of Theoretical Physics**

The production cross sections of heaviest isotopes of superheavy nuclei with charge numbers 112–118 were predicted in the  $xn$ -,  $pxn$ -, and  $\alpha xn$ -evaporation channels of the  $^{48}\text{Ca}$ -induced complete fusion reactions for future experiments. The estimates of synthesis capabilities are based on a uniform and consistent set of input nuclear data. Nuclear masses, deformations, shell corrections, fission barriers and decay energies are calculated within the macroscopic-microscopic approach for even-even, odd- $Z$  and odd- $N$  nuclei. For odd systems the blocking procedure is used. To find saddle points, the imaginary water flow technique is used and non-axiality is taken into account. As shown, the results, based on a new set of mass and barriers, agree very well with the experimentally known cross sections, especially in the  $3n$ -evaporation channel. A way is shown to produce directly unknown superheavy isotopes in the  $1n$ - or  $2n$ -evaporation channels. The synthesis of new superheavy isotopes unattainable in reactions with emission of neutrons is proposed in the promising channels with emission of protons ( $\sigma_{pxn} \approx 10\text{--}200$  fb) and alphas ( $\sigma_{\alpha xn} \approx 50\text{--}500$  fb).

*Juhee Hong, Adamian G. G., Antonenko N. V., Jachimowicz P., Kowal M.* Possibilities of Direct Production of Superheavy Nuclei with  $Z=112\text{--}118$  in Different Evaporation Channels // *Phys. Lett. B.* 2020. V. 809. P. 135760.

Recently it has been proposed that the long-range electronic order formed by trimerons in magnetite should be frustrated due to the great degeneracy of arrangements linking trimerons. This result has important consequences to charge and spin ordering. Very low temperature specific heat data are investigated that show two deviations to the magnons and phonons contributions, which are analyzed in terms of Schottky-type anomalies. The first one is unequivocally associated with the thermal activation across both ferroelastic twin and ferromagnetic anti-phase domains. The second Schottky-type anomaly displays an inverse ( $1/H$ ) field dependence which is a direct indication of a frustrated magnetic lattice. The frustrated network of trimerons is proposed to be at the origin of this contribution.

*Sahling S., Lorenzo J.E., Remenyi G., Marin C., Katkov V.L., Osipov V.A.* Heat Capacity Signature of Frustrated Trimerons in Magnetite // *Sci. Rep.* 2020. V. 10. P. 10909.

Обнаружен новый механизм взаимодействия между солитонами, связанный с присутствием локализованных фермионных состояний. В качестве примеров его проявления рассмотрены солитоны простых (1+1)-мерных скалярных полевых моделей с самодействующими потенциалами, в том числе модель синус-Гордона и полиномиальные модели  $\phi^4$  и  $\phi^6$ , связанные с дираковскими фермионами. Показано, что в этих моделях возникает дополнительное обменное фермионное взаимодействие между солитонами, приводящее к образованию стабильных мультисолитонных связанных состояний. Приведены аргументы в пользу предположения о существовании подобного механизма в широком классе физических систем.

*Perapechka I., Shmir Ya. Kinks Bounded by Fermions // Phys. Rev. D. 2020. V. 101. P. 021701.*

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

Получены результаты измерения сечения ассоциативного рождения  $Z$ -бозона и адронных струй, инициированных  $b$ -кварком в протон-протонных столкновениях при  $\sqrt{s} = 13$  ТэВ в эксперименте ATLAS на Большом адронном коллайдере, с использованием

данных, соответствующих интегральной светимости  $35,6 \text{ fb}^{-1}$ . Инклюзивные и дифференциальные сечения измерены для событий, содержащих  $Z$ -бозон, который распадается на электроны или мюоны с ассоциативным рождением по крайней мере одной или двух  $b$ -струй с поперечным импульсом  $p_T > 20$  ГэВ и быстротой  $|y| < 2,5$ . Предсказания нескольких Монте-Карло генераторов событий, основанные на LO или NLO, с моделированием партонного ливня и проверкой различных вариантов количества ароматов партонных в начальном состоянии сравниваются с измеренными сечениями. Предсказания вариантов с пятью ароматами в NLO лучше согласуются с данными, чем варианты с четырьмя ароматами. Предсказания вариантов с четырьмя ароматами не учитывают полную выборку данных для событий хотя бы с одной  $b$ -струей [1].

На основе данных протон-протонных соударений, собранных в эксперименте ATLAS в период 2015–2018 гг., которые соответствуют интегральной светимости  $139 \text{ fb}^{-1}$ , были проведены исследования ассоциативного рождения бозона Хиггса в рамках CM, распадающегося на пару  $bb$ -кварков, с  $W$ - или  $Z$ -бозоном, которые распадаются на лептоны. Было обнаружено ассоциативное рождение бозона Хиггса с  $W$ - или  $Z$ -бозоном с измеренной (ожидаемой) статисти-

A new mechanism of interaction between solitons based on the exchange interaction mediated by the localized fermion states is detected. As particular examples, solutions of simple (1+1)-dimensional scalar field theories with self-interaction potentials were considered, including the sine-Gordon model and the polynomial  $\phi^4$  and  $\phi^6$  models, coupled to the Dirac fermions with a backreaction. It was testified that there is an additional fermion exchange interaction between the solitons, and it leads to the formation of static multisoliton bound states. Arguments are presented in behalf of view that similar mechanisms of formation of stable coupled multisoliton configurations can be observed for a wide class of physical systems.

*Perapechka I., Shmir Ya. Kinks Bounded by Fermions // Phys. Rev. D. 2020. V. 101. P. 021701.*

### Dzhelepov Laboratory of Nuclear Problems

A measurement of the production cross section of a  $Z$  boson in association with  $b$ -jets in proton-proton collisions at  $\sqrt{s} = 13$  TeV with the ATLAS experiment at the Large Hadron Collider using data corresponding to an integrated luminosity of  $35.6 \text{ fb}^{-1}$  was performed. Inclusive

and differential cross sections are measured for events containing a  $Z$  boson decaying into electrons or muons and produced in association with at least one or at least two  $b$ -jets with transverse momentum  $p_T > 20$  GeV and rapidity  $|y| < 2.5$ . Predictions from several Monte Carlo generators based on leading-order (LO) or next-to-leading-order (NLO) matrix elements interfaced with a parton-shower simulation and testing different flavour schemes for the choice of initial-state partons are compared with measured cross sections. The 5-flavour number scheme predictions at NLO accuracy agree better with data than 4-flavour number scheme ones. The 4-flavour number scheme predictions underestimate data in events with at least one  $b$ -jet [1].

The measurements of the Standard Model Higgs boson decaying into a  $bb$  pair and produced in association with a  $W$  or  $Z$  boson decaying into leptons, using proton-proton collision data collected between 2015 and 2018 by the ATLAS detector, were performed. The measurements correspond to an integrated luminosity of  $139 \text{ fb}^{-1}$ . The production of a Higgs boson in association with a  $W$  or  $Z$  boson is established with observed (expected) significances of 4.0 (4.1) and 5.3 (5.1) standard deviations, re-

ческой значимостью 4,0 (4,1) и 5,3 (5,1) стандартных отклонения. Измеренные сечения хорошо согласуются с ожидаемыми значениями в рамках СМ [2].

1. *ATLAS Collab.* Measurements of the Production Cross-Section for a Z Boson in Association with *b*-Jets in Proton-Proton Collisions at 13 TeV with the ATLAS Detector // *JHEP.* 2020. V.07. P. 44.

2. *ATLAS Collab.* Measurements of *WH* and *ZH* Production in the  $\bar{H} \rightarrow bb$  Decay Channel in *pp* Collisions at 13 TeV with the ATLAS Detector. arXiv:2007.02873.

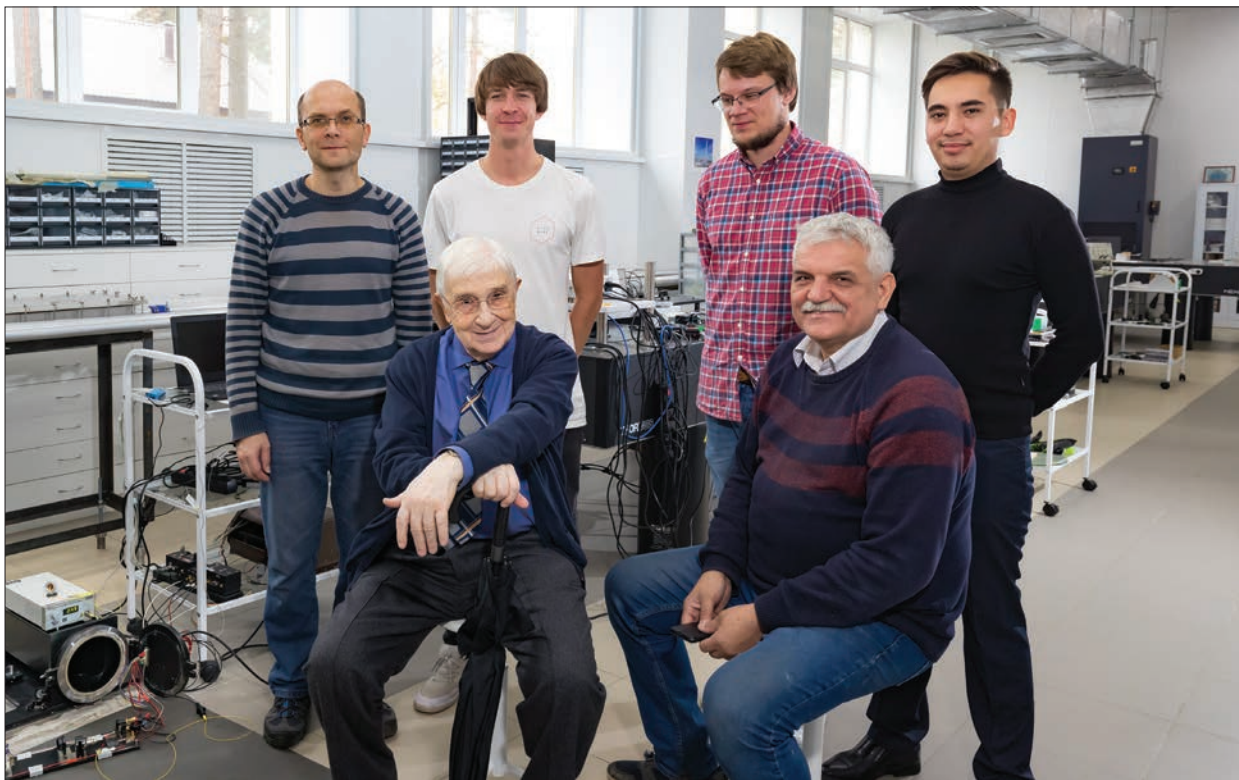
Эксперимент EDELWEISS, осуществляемый с активным участием ОИЯИ, является лидером в прямом поиске частиц темной материи с германиевыми детекторами. В текущей фазе эксперимента используются инновационные детекторы со значительно улучшенными параметрами энергетического разрешения и порога регистрации. Это позволяет исследовать пространство параметров для частиц темной материи, недостижимое с огромными Ag/Xe-детекторами.

В ходе текущего цикла набора данных в эксперименте была достигнута чувствительность на уровне одноэлектронных событий для детекторов, изготовленных по разным технологиям. К настоящему времени EDELWEISS смог достичь разрешения 0,53

электрон-дырочных пары с использованием усиления Неганова–Трофимова–Люка. Из анализа накопленных данных в 2020 г. были получены ограничения на взаимодействия сверхлегких частиц темной материи на электронах и на поглощение бозонной темной материи. Новые ограничения существенно улучшают предыдущие результаты [1].

Дальнейшее улучшение чувствительности к «легким WIMPs» в EDELWEISS будет достигнуто благодаря энергетическому разрешению выше 20 эВ, которое будет получено в разрабатываемых детекторах. Эта новая фаза эксперимента в настоящее время находится в стадии R&D.

ОИЯИ стал участником эксперимента CUPID-Mo, в котором используются криостат и инфраструктура эксперимента EDELWEISS. Коллаборация CUPID-Mo осуществляет поиск безнейтринного двойного бета-распада изотопа  $^{100}\text{Mo}$ , для чего используются 20  $\text{Li}_2\text{MoO}_4$  сцинтилляционных кристаллов, при одновременном измерении фоновый сигнала. Благодаря эффективному разделению  $\alpha$ -,  $\beta$ - и  $\gamma$ -частиц эксперимент достиг нулевого уровня фона для области поиска  $0\nu\beta\beta$ . На основе данных, накопленных в течение одного года (2019–2020), в CUPID-Mo установлен новый, лучший предел на  $0\nu\beta\beta$ -распад  $^{100}\text{Mo}$   $1,4 \cdot 10^{24}$  лет. Результат



Лаборатория ядерных проблем им. В. П. Дзелепова.  
Коллектив сектора лазерной метрологии

The Dzhelepov Laboratory of Nuclear Problems. A group of the  
Laser Metrology Sector

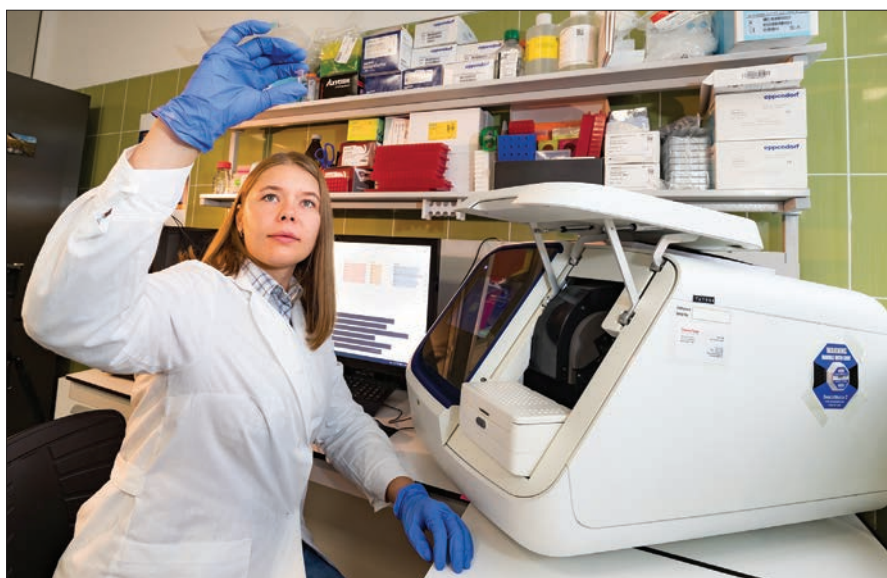
был представлен в ходе конференции «Neutrino 2020» и принят к публикации в *Phys. Rev. Lett.*

1. *Arnaud Q. et al. (EDELWEISS Collab.)*. First Germanium-Based Constraints on Sub-MeV Dark Matter with the EDELWEISS Experiment // *Phys. Rev. Lett.* 2020. V. 125. P. 141301.

Целью эксперимента GERDA является поиск безнейтринного двойного бета-распада  $^{76}\text{Ge}$ . Экспериментальная установка расположена в Национальной лаборатории Гран-Сассо в Италии. В GERDA используются детекторы из особо чистого германия, обогащенного изотопом  $^{76}\text{Ge}$  (всего около 40 кг  $^{76}\text{Ge}$ ), смонтированные в 7 гирлянд и погруженные в криостат с жидким аргоном (64 м<sup>3</sup>). Аргон не только охлаждает

детекторы до рабочей температуры, но и служит защитой от фонового излучения. Начиная со второй фазы проекта в установку добавлена возможность регистрации сцинтилляций аргона, что позволяет использовать его в качестве активного вето. Благодаря этому, а также отбору полезных событий по форме импульса коллаборация GERDA сумела добиться запланированного уникального индекса фона  $10^{-3}$  отсчета на кэВ/кг·год. Таким образом, вплоть до достижения расчетной статистики в 100 кг·лет, в интересующей области должно быть зарегистрировано менее одного события, что делает GERDA первым в мире бесфоновым экспериментом по поиску двойного безнейтринного бета-распада.

По результатам анализа накопленной статистики в 127,2 кг·лет (из них во второй фазе — 103,7 кг·лет)



Лаборатория ядерных проблем им. В. П. Дзелепова. Постановка реакций секвенирования для определения последовательности ДНК гена 16S РНК у новых экстремофильных видов микроорганизмов, обнаруженных в подземном горячем источнике Баксанской нейтринной обсерватории

The Dzhelepov Laboratory of Nuclear Problems. Setting up sequencing reactions to determine the DNA sequence of the 16S RNA gene in new extremophilic species of microorganisms found in the underground hot spring of the Baksan Neutrino Observatory

spectively. The cross-section measurements are all consistent with the Standard Model expectations [2].

1. *ATLAS Collab.* Measurements of the Production Cross Section for a Z Boson in Association with *b*-Jets in Proton-Proton Collisions at 13 TeV with the ATLAS Detector // *JHEP.* 2020. V. 07. P. 44.

2. *ATLAS Collab.* Measurements of *WH* and *ZH* Production in the  $H \rightarrow bb$  Decay Channel in *pp* Collisions at 13 TeV with the ATLAS Detector. arXiv:2007.02873.

The EDELWEISS experiment with JINR active participation leads the dark matter search with germanium detectors. In the current phase of the experiment, novel EDELWEISS detectors with a significantly improved energy resolution and decreased energy threshold were commissioned and used. The EDELWEISS detectors can explore parameters of WIMPs and other possible candidates for dark matter in the region inaccessible with large Ar/Xe detectors.

In the current run of data acquisition, sensitivity was obtained on the single-electron level with different technology detectors. An unprecedented charge resolution of

0.53 electron-hole pairs (RMS) has been achieved using the Neganov–Trofimov–Luke internal amplification. From the analysis of accumulated data in 2020, the restrictions were obtained on the interactions of ultralight dark matter particles on electrons and on the absorption of bosonic dark matter. The new restrictions significantly improve the previous results [1].

The region of “light WIMPs” could be further investigated in the EDELWEISS experiment thanks to advantage of energy resolution over 20 eV reachable with new HPGe bolometers. This new stage of experiment is in the R&D phase.

JINR became a participant in the CUPID-Mo experiment, which is co-located with the EDELWEISS dark matter experiment. CUPID-Mo is a search for neutrinoless double-beta decay in  $^{100}\text{Mo}$  which uses 20  $\text{Li}_2\text{MoO}_4$  scintillating crystal operated as bolometers. Thanks to a very efficient alpha-to-beta/gamma separation and excellent radio-purity levels, the experiment was able to operate in the background-free regime for the  $0\nu\beta\beta$ . With data accumulated during one year (2019–2020), CUPID-Mo set a new world leading limit for  $0\nu\beta\beta$  decay of

сигнал от  $0\nu\beta\beta$ -распада обнаружен не был. Установлен лучший в мире предел на период полураспада  $T_{1/2}^{0\nu} > 1,8 \cdot 10^{26}$  лет (90% C.L.) при беспрецедентной чувствительности эксперимента. Линейная зависимость чувствительности от экспозиции, продемонстрированная в GERDA, доказывает, что набор данных проходил в бесфоновом режиме. Это уникальное достижение позволяет рассчитывать на успешное осуществление крупномасштабного бесфонового германиевого проекта LEGEND. Результаты были представлены на конференции «Neutrino 2020».

*Agostini M. et al. (GERDA Collab.) Final Results of GERDA on the Search for Neutrinoless Double- $\beta$  Decay. arXiv:2009.06079.*

Лауреатами премии губернатора Московской области в сфере науки и инноваций в 2020 г. стали сотрудник сектора низких температур ЛЯП — ведущий инженер Иван Сергеевич Городнов и младший научный сотрудник Антон Сергеевич Должиков. Премия была присуждена за работу «Криостат растворения  $^3\text{He}/^4\text{He}$  для получения сверхнизких температур (25 мК)».



Сотрудники ЛЯП И. С. Городнов и А. С. Должиков — лауреаты премии губернатора Московской области

DLNP staff members I. Gorodnov and A. Dolzhikov — the laureates of the Moscow Region Governor's Prize

$^{100}\text{Mo}$  of  $1.4 \cdot 10^{24}$  yr. The result was announced at the Neutrino 2020 conference and accepted for publication in “Phys. Rev. Lett.”.

1. *Arnaud Q. et al. (EDELWEISS Collab.). First Germanium-Based Constraints on Sub-MeV Dark Matter with the EDELWEISS Experiment // Phys. Rev. Lett. 2020. V.125. P.141301.*

The GERDA collaboration searches for  $0\nu\beta\beta$  decay of  $^{76}\text{Ge}$ . The experimental facility is located at the Laboratori Nazionali del Gran Sasso in Italy. GERDA uses high-purity germanium detectors enriched in  $^{76}\text{Ge}$  (about 40 kg of  $^{76}\text{Ge}$  in total), which are arranged in 7 strings inside a cryostat filled with  $64 \text{ m}^3$  of liquid argon. The liquid argon (LAr) acts as both a cooling and shielding medium. Starting from Phase II, the LAr is instrumented for readout of scintillation light creating an effective active LAr veto system. Thanks to it and to the excellent pulse shape discrimination capability of Ge detectors, GERDA has achieved the desired unique background level of  $10^{-3}$  counts  $\text{keV}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{yr}^{-1}$ . Thus, an average background less than 1 count is expected in the ROI up to the design

exposure of  $100 \text{ kg} \cdot \text{yr}$ . This implies that GERDA is the first background-free  $0\nu\beta\beta$  experiment.

With a total exposure of  $127.2 \text{ kg} \cdot \text{yr}$  ( $103.7 \text{ kg} \cdot \text{yr}$  in Phase II), no  $0\nu\beta\beta$  signal was observed and a world best lower half-life limit of  $T_{1/2}^{0\nu} > 1.8 \cdot 10^{26}$  yr (90% C.L.) at the unprecedented median sensitivity was derived. The linear increase of sensitivity with exposure, achieved by GERDA, proves that the data set was performed in background-free regime. This fact opens very promising future for the background-free tone-scale germanium experiment LEGEND. The results were presented at the Neutrino 2020 conference.

*Agostini M. et al. (GERDA Collab.). Final Results of GERDA on the Search for Neutrinoless Double- $\beta$  Decay. arXiv:2009.06079.*

Ivan Sergeevich Gorodnov and Anton Sergeevich Dolzhikov became laureates of the Moscow Region Governor's Prize in science and innovation in 2020 for their work “ $^3\text{He}/^4\text{He}$  Dilution Cryostat for Obtaining Ultra-Low Temperatures (25 mK)”.

Уникальность криостата обусловлена возможностью достижения сверхнизких температур (ниже 50 мК) при достаточной для проведения эксперимента холодопроизводительности, а также возможностью проведения непрерывных длительных экспериментов (до нескольких месяцев) [1]. Данная установка является основным, наиболее сложным и дорогостоящим узлом поляризованных замороженных мишеней, широко используемых в экспериментах на ускорителях элементарных частиц для изучения природы спина элементарных частиц [2, 3].

1. Dolzhikov A., Gorodnov I., Borisov N., Usov Yu. A Dilution Cryostat for Experiments with the Polarized Target // AIP Conf. Proc. 2019. V.2163. P.080003; <https://doi.org/10.1063/1.5130118>.

2. A2 Collab. at MAMI. High-Statistics Measurement of the  $\eta \rightarrow 3\pi^0$  Decay at the Mainz Microtron // Phys. Rev. C. 2018. V.97. P.065203; <https://doi.org/10.1103/PhysRevC.97.065203>.

3. A2 Collab. at MAMI. Helicity-Dependent Cross Sections for the Photoproduction of  $\pi^0$  Pairs from Nucleons // Phys. Rev. Lett. 2020. V.125. P.062001; <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.125.062001>.

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

Современное развитие нанотехнологий требует поиска простых подходов, обеспечивающих контро-

The uniqueness of this device is due to the combination of the possibility of achieving ultra-low temperatures (below 50 mK) with sufficient cooling capacity for the experiment, as well as the possibility of conducting continuous long-term experiments (up to several months) [1]. This setup is the main, most complex and expensive unit of polarized frozen targets, widely used in experiments at particle accelerators to study the nature of the spin of elementary particles [2, 3].

1. Dolzhikov A., Gorodnov I., Borisov N., Usov Yu. A Dilution Cryostat for Experiments with the Polarized Target // AIP Conf. Proc. 2019. V.2163. P.080003; <https://doi.org/10.1063/1.5130118>.

2. A2 Collab. at MAMI. High-Statistics Measurement of the  $\eta \rightarrow 3\pi^0$  Decay at the Mainz Microtron // Phys. Rev. C. 2018. V.97. P.065203; <https://doi.org/10.1103/PhysRevC.97.065203>.

3. A2 Collab. at MAMI. Helicity-Dependent Cross Sections for the Photoproduction of  $\pi^0$  Pairs from Nucleons // Phys. Rev. Lett. 2020. V.125. P.062001; <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.125.062001>.

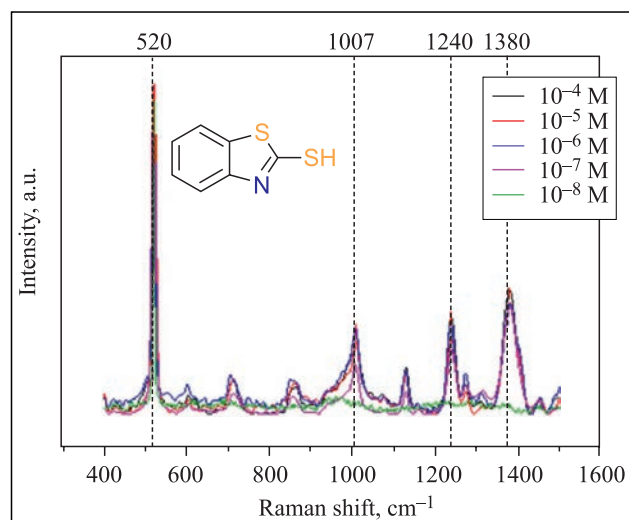
### Frank Laboratory of Neutron Physics

The modern stage of development of nanotechnology requires the search for simple approaches that ensure the

лируемое формирование функциональных наноструктур с заданной морфологией. Один из простейших подходов — самосборка наноструктур. Широкое распространение самосборки ограничено сложностью контролируемых процессов в большом объеме, где из-за температуры, концентрации ионов и других термодинамических факторов могут происходить локальные изменения в ограниченных диффузией процессах, приводящих к неожиданному росту наноструктур. Самыми простыми способами управления процессами, ограниченными диффузией, являются пространственное ограничение и локализованный рост наноструктур в пористой матрице. В данной работе было предложено применить метод управляемой самосборки наноструктур золота в ограниченном объеме пор матрицы оксида кремния с субмикронными размерами пор.

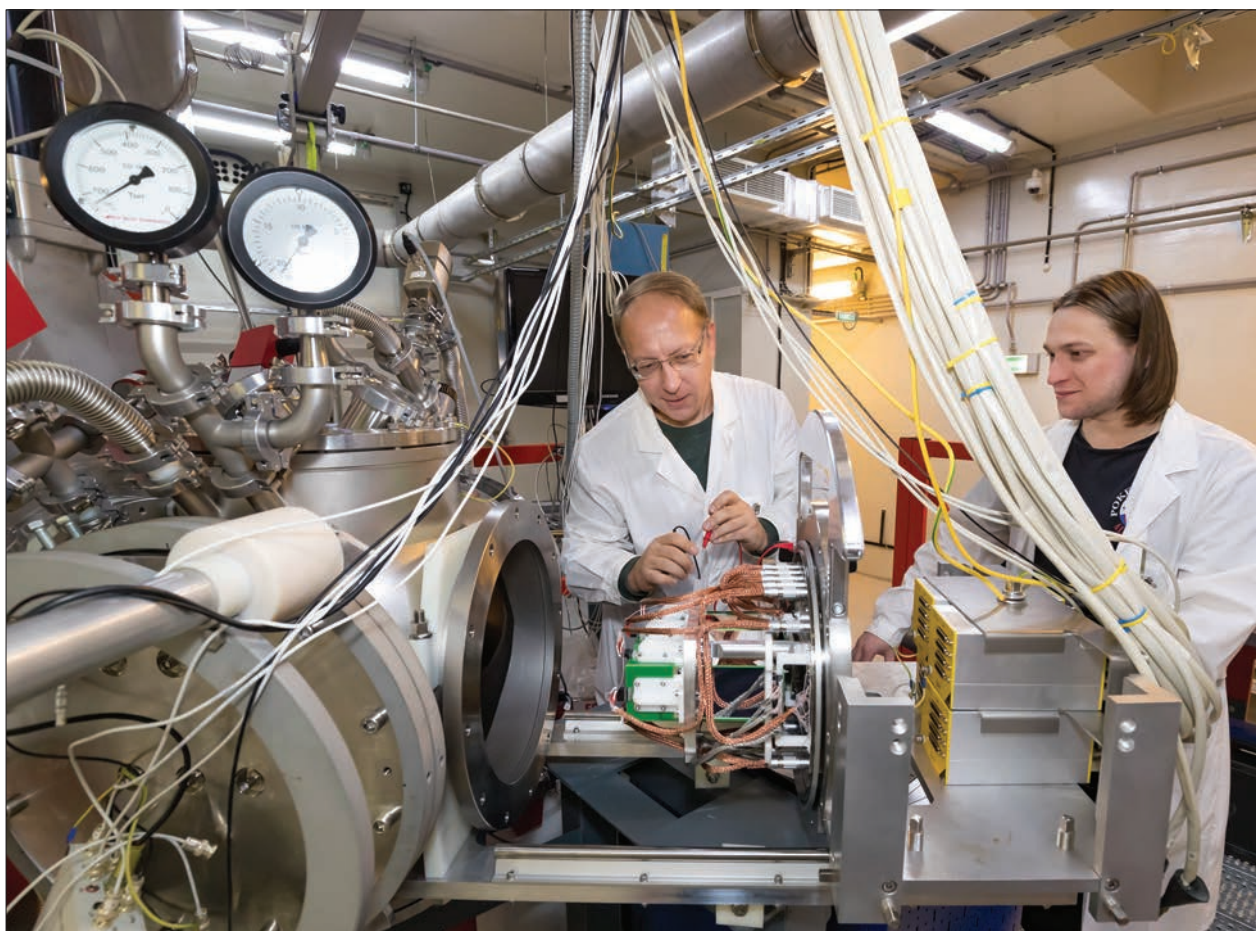
Потенциал разработанных золотых наноструктур в качестве ГКР-активной подложки был протестирован на модельных анализатах — растворах 2-меркаптобензотиазола (МБТ) с различными концентрациями в пределах от  $10^{-4}$  до  $10^{-8}$  М. В экспериментах использовался сканируемый лазерный луч, позволяющий непрерывно сканировать область размерами  $25 \times 25$  мкм во время измерений сигнала комбинационного рассеяния. Было выявлено, что для концентраций от  $10^{-4}$  до  $10^{-7}$  М ре-

ГКР-спектры анализата МБТ при концентрациях от  $10^{-4}$  до  $10^{-8}$  М



SERS spectra of MBT analyte with concentrations from  $10^{-4}$  to  $10^{-8}$  M

controlled formation of functional nanostructures with a predetermined morphology. One of the simplest approaches is the self-assembly of nanostructures. The widespread implementation of self-assembly is limited by the complexity of controlled processes in a large volume where,



Лаборатория ядерных реакций им. Г. Н. Флерова. Монтаж и тестирование сборки полупроводниковых детекторов экспериментальной установки ГНС-2

The Flerov Laboratory of Nuclear Reactions. The installation and testing of the assembly of the semiconductor detectors for GFS-2

due to the temperature, ion concentration, and other thermodynamics factors, local changes in diffusion-limited processes may occur, leading to unexpected nanostructure growth. The easiest ways to control the diffusion-limited processes are spatial limitation and localized growth of nanostructures in a porous matrix. In this study, it is proposed to apply the method of controlled self-assembly of gold nanostructures in a limited pore volume of a silicon oxide matrix with submicron pore sizes.

The potential of the developed gold nanostructures as a SERS-active substrate was tested on model analyte 2-Mercaptobenzothiazole (MBT) solutions, with different concentrations from  $10^{-4}$  to  $10^{-8}$  M. In the experiments a scanning laser beam was used, where the area of  $25 \times 25 \mu\text{m}$  was continuously scanned during the Raman scattering signal measurement. It was found that for concentrations from  $10^{-4}$  to  $10^{-7}$  M similar Raman spectra were obtained, as presented in the figure. Estimates showed that, considering the amount of solution and the size of the sample, the solution should contain at least  $10^{-7}$  M of MBT molecules

to obtain a monolayer of analyte on the gold agglomerates. Thus, such functional surfaces are well-suited for the SERS-based detection of analyte molecules at certain concentrations.

*Yakimchuk D., Bundyukova V., Arzumanyan G., Mamatkulov K. et al. Morphology and Microstructure Evolution of Gold Nanostructures in the Limited Volume Porous Matrices // Sensors. 2020. V.20. P. 4397; doi:10.3390/s20164397.*

### Laboratory of Information Technologies

Unitary representations of wreath products arise in the description of many-particle quantum systems, as well as in group theory and coding theory. When studying representations of groups and their applications, a natural initial step is the decomposition of representations into irreducible components. It allows one to reduce a complicated problem to a sequence of maximally simple subproblems. The problem of the decomposition into irreducible

гистрируются схожие спектры комбинационного рассеяния, представленные на рисунке. Оценки показали, что с учетом объема раствора и размера образца раствор должен содержать не менее  $10^{-7}$  М молекул МБТ для получения монослоя аналита на золотых агломератах. Тем самым показано, что подобные функциональные поверхности хорошо подходят для обнаружения молекул-аналитов при определенных концентрациях с использованием методов ГКР-спектроскопии.

*Yakimchuk D., Bundyukova V., Arzumanyan G., Mamatkulov K. et al. Morphology and Microstructure Evolution of Gold Nanostructures in the Limited Volume Porous Matrices // Sensors. 2020. V. 20. P. 4397; doi:10.3390/s20164397.*

### Лаборатория информационных технологий

Унитарные представления сплетений возникают при описании многочастичных квантовых систем, а также в теории групп и теории кодирования. При изучении представлений групп и их приложений естественным начальным шагом является разложение представлений на неприводимые компоненты. Это позволяет свести трудную задачу к последовательности максимально простых подзадач. Задача разложения на неприводимые компоненты особенно трудна в случае

сплетений групп, поскольку их представления имеют высокие размерности и ранги. Для преодоления этих трудностей предложен эффективный алгоритм вычисления полного множества примитивных ортогональных идемпотентов централизаторного кольца перестановочного представления сплетения конечных групп. Это множество определяет разложение представления на неприводимые компоненты. В формализме квантовой механики примитивные идемпотенты являются операторами проекции в неприводимые инвариантные подпространства гильбертова пространства, описывающего состояния многочастичной квантовой системы. Предлагаемый алгоритм использует методы компьютерной алгебры и вычислительной теории групп. Реализуя алгоритм на языке Си, можно строить разложения на неприводимые компоненты представлений высоких размерностей и рангов.

*Корняк В.В. Вычисление неприводимых разложений перестановочных представлений сплетений конечных групп // Журнал вычислительной математики и математической физики. 2020. Т. 60, № 1. С. 96–108.*

В Лаборатории информационных технологий работает единая система мониторинга всех компонентов Многофункционального информационно-вычислительного комплекса (МИВК), обеспечиваю-

components is particularly difficult in the case of wreath products of groups, since their representations have high dimensions and ranks. To overcome these difficulties, an effective algorithm for calculating the complete set of primitive orthogonal idempotents of the centralizer ring of the permutation representation of the wreath product of finite groups is proposed. This set determines the decomposition of the representation into irreducible components. In quantum mechanics formalism, primitive idempotents are projection operators into irreducible invariant subspaces of the Hilbert space, which describes the states of a many-particle quantum system. The proposed algorithm uses methods of computer algebra and computational group theory. The C implementation of the algorithm is able to construct decompositions of representations of high dimensions and ranks into irreducible components.

*Korniyak V. V. Computation of Irreducible Decompositions of Permutation Representations of Wreath Products of Finite Groups // Comput. Math. Math. Phys. 2020. V. 60, No. 1. P. 90–101.*

A unified system for monitoring all the components of the Multifunctional Information and Computing Complex (MICC), which provides necessary conditions for organiz-

ing data processing and storage, operates at the Laboratory of Information Technologies. The original version of the monitoring system was based on the Nagios 3.5 software. The development of a computing complex presupposes the expansion of computing power, which increases the number of processed parameters. With an increase in the volume of the MICC-connected equipment, it became clear that the performance of the central processing unit (CPU) of the monitoring system was a bottleneck for expanding the scalability of Nagios 3.5. Connecting new equipment required the enlargement of the monitoring system; however, the existing Nagios 3.5 system did not support adding load distribution nodes, which would distribute CPU jobs of the monitoring system to additional nodes. In this regard, a new concept of a cluster monitoring system based on Icinga2 was developed and implemented. All data acquisition and processing operations were previously provided by one server, i.e. litmon; now the MICC monitoring system comprises three nodes: the central control server litmon-01 and two load distribution nodes litmon-02 and hlitmon. When the maximum load of the distribution node is reached, the next node is connected. It takes on the additional load. Thus, it enables the expansion of nodes of the



шего необходимые условия для организации процесса обработки и хранения данных. Оригинальная версия системы мониторинга базировалась на программном обеспечении Nagios 3.5. Развитие вычислительного комплекса предполагает наращивание вычислительной мощности, что увеличивает количество обрабатываемых параметров. С ростом объема подключаемого оборудования МИВК стало понятно, что производительность центрального процессора (ЦП) системы мониторинга является узким местом на пути увеличения масштабируемости Nagios 3.5. Подключение нового оборудования потребовало расширения системы мониторинга, но существующая система Nagios 3.5 не поддерживала добавление узлов распределения нагрузки, что позволило бы распределить задачи ЦП системы мониторинга на дополнительные узлы. В связи с этим была разработана и реализована новая концепция кластерной системы мониторинга на базе Icinga2. Ранее все операции по сбору и обработке данных обеспечивал один сервер — litmon, теперь в систему мониторинга МИВК включены три узла: центральный сервер управления litmon-01 и два узла распределения нагрузки — litmon-02, hlitmon. При достижении максимальной загрузки узла распределения производится подключение следующего узла. Он принимает на себя

дополнительную нагрузку. Таким образом, это позволяет осуществить наращивание узлов системы мониторинга при увеличении подключаемого оборудования МИВК. Сравнивая загрузку центрального узла litmon-01 и litmon, можно также говорить о выигрыше в производительности.

*Кашунин И. А. и др.* Интеграция кластерной системы мониторинга на базе Icinga2 в МИВК ЛИТ ОИЯИ // Письма в ЭЧАЯ. 2020. Т. 17, № 3(228). С. 345–352.

Решение современных научных задач требует актуальных информационно-технологических подходов. Одним из таких подходов является создание в ОИЯИ локальной облачной инфраструктуры, а также ее интеграция с облачными инфраструктурами организаций стран-участниц Института. В настоящее время развитие информационных технологий, а также достижение результатов, для которых они используются, могут быть существенно ускорены за счет объединения усилий и ресурсов сотрудничающих организаций, решающих аналогичные задачи. Важным аспектом такого сотрудничества является обмен опытом и передача знаний. В рамках данной задачи был организован и проведен комплекс международных учебных мероприятий для специалистов из Казахстана, Узбекистана,

monitoring system while increasing the MICC-connected equipment. Comparing the load of the central node litmon-01 and litmon, one can also see some performance gains.

*Kashunin I. A. et al.* Integration of a Cluster Monitoring System Based on Icinga2 into JINR LIT MICC // Part. Nucl., Lett. 2020. V. 17, No. 3(228). P. 345–352.

The solution of modern scientific problems entails relevant information technology approaches. One of such approaches represents the creation of a local cloud infrastructure at JINR, as well as its integration with cloud infrastructures of organizations of the JINR Member States. At present, the speed of the development of information technology and the achievement of the results, for which they are used, can be significantly increased by combining the efforts and resources of cooperating organizations solving similar problems. A major aspect of such cooperation relies on the exchange of experience and knowledge. A set of international training events for specialists from Kazakhstan, Uzbekistan, the Czech Republic, Poland, Belarus, Egypt, Bulgaria, Georgia and Russia on the creation of cloud platforms based on OpenNebula and the

use of resources of distributed information and computing environments was organized and conducted as part of the given task. LIT also actively cooperates with universities of Russia and the other JINR Member States. In particular, at Dubna University, LIT specialists conduct semester courses on different directions of information technology, including such courses as “Distributed Computing and Cloud Technologies”, “Cloud Services and Virtual Environments”. Conducting courses at universities enhances the level of theoretical and practical knowledge of students, as well as prepares qualified personnel.

*Balashov N. et al.* Creating a Unified Educational Environment for Training IT Specialists of Organizations of the JINR Member States in the Field of Cloud Technologies // Mod. Inform. Technol. IT Education. 2020. V. 1201. P. 149–162.

### Laboratory of Radiation Biology

A group of scientists from JINR’s Laboratory of Radiation Biology, Paleontological Institute of the Russian Academy of Sciences (RAS) and Vinogradsky Institute of Microbiology of RAS and Professor R. Hoover (the United States Space and Rocket Center, Huntsville, Alabama, the

Чехии, Польши, Белоруссии, Египта, Болгарии, Грузии и России по созданию облачных платформ на базе OpenNebula и использованию ресурсов распределенных информационно-вычислительных сред. Также ЛИТ ведет активное сотрудничество с университетами России и других стран-участниц ОИЯИ. В частности, в университете «Дубна» сотрудники ЛИТ проводят семестровые курсы по различным направлениям информационных технологий, такие как «Распределенные вычисления и облачные технологии», «Облачные сервисы и виртуальные среды». Проведение курсов в вузах не только повышает уровень теоретических и практических знаний студентов, но и способствует подготовке квалифицированных кадров.

*Балашов Н. и др.* Создание единой образовательной среды для подготовки ИТ-специалистов организаций стран-участниц ОИЯИ в области облачных технологий // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2020. Т. 1201. С. 149–162.

### Лаборатория радиационной биологии

Группой российских ученых из Лаборатории радиационной биологии ОИЯИ, ПИН РАН и ИНМИ РАН, а также профессором Р. Хувером (Космический

и ракетный центр, США) подготовлена к печати монография «Метеорит Оргей. Атлас микрофоссилий». Книга посвящена уникальным находкам, обнаруженным в хорошо изученном углистом хондрите, упавшем в 1864 г. во Франции близ деревни Оргей.

Метеорит Оргей, как и все углистые хондриты, является продуктом первых геологических процессов, начавшихся после коллапса газопылевого облака, приведшего к формированию Солнечной системы. Невозможно установить конкретный момент формирования метеорита, поскольку он состоит как из частиц древней межзвездной пыли, так и из частиц более молодой звездной и межпланетной космической пыли, выбросов планет, льда, органики и кометного мусора, аккрецированного до входа метеорита в атмосферу Земли.

Что касается происхождения Оргея, то в течение очень длительного времени было принято считать, что родительскими телами метеоритов являются астероиды, происходящие или из астероидного пояса, или из облака Оорта. И хотя подобное представление справедливо для большинства каменных хондритов, ахондритов и железных метеоритов, недавние исследования позволяют предположить, что Оргей может иметь кометное происхождение. Минералогия и отсутствие

U.S.) have prepared for publication the monograph “The Orgueil Meteorite Microfossil Atlas”. The book deals with the unique findings in the well-studied carbonaceous chondrite, which fell in 1864 in France near the village of Orgueil.

Like all carbonaceous chondrites, the Orgueil meteorite is a product of the first geological processes that began after the collapse of the gas-dust cloud, which caused the origin of the Solar System. It is impossible to determine the exact moment of the meteorite’s formation because it includes particles of ancient interstellar dust and younger stellar and interplanetary dust, emissions from planets, ice, organics, and cometary matter accreted before the meteorite had entered Earth’s atmosphere.

Concerning the origin of the Orgueil meteorite, it was long believed that its parent bodies are asteroids of either the asteroid belt or the Oort cloud. Although this concept is true for most of the stone chondrites, achondrites, and iron meteorites, recent research suggests that the Orgueil meteorite may have a complex origin. Mineralogical research and the absence of chondrules indicate that the meteorite’s parent body was continuously exposed to liquid water long before the meteorite had entered Earth’s

atmosphere. Orbital parameters may indicate that the most probable parent body of the Orgueil meteorite is an object that belonged to either the Apollo asteroid group or Jupiter family comets, although the Halley-like comets should not be excluded.

Most of the fossilized microorganisms (microfossils) included in the Atlas were found by scientists from JINR LRB using a Tescan Vega 3 scanning electron microscope. Identified were, in particular, prokaryotes (including cocci, rod-like, and filamentous forms) and eukaryotes (pinnate diatoms and prasinophytes). Also found were acritarchs, alveolates, testate amoebas, and, probably, even spores of algae or fungi (Figs. 1–3). Moreover, the presence of numerous eukaryotes in the Orgueil meteorite raises a very difficult question of how these forms originated and got into the meteorite body.

The book also presents the history of the earlier research on microfossils in the Orgueil meteorite and information on the mineral composition of meteorite and the organic compounds ever found in it. The authors show that this carbonaceous chondrite is unique for the abundance and diversity of well-preserved microfossils, which clearly point to the existence of life beyond Earth. The facts

хондр указывают на то, что родительское тело метеорита испытывало длительное воздействие жидкой воды еще задолго до его вхождения в земную атмосферу. Параметры орбиты позволяют предположить, что наиболее вероятным родительским телом Оргея являлся объект, принадлежавший к астероидной группе аполлонов или к кометам семейства Юпитера, хотя не следует исключать и кометы галлеевского типа.

Большинство окаменелых микроорганизмов (микрофоссилий), представленных в атласе, было обнаружено специалистами ЛРБ ОИЯИ с помощью сканирующего электронного микроскопа Tescan Vega 3. Среди находок — представители прокариот (в том числе коккоидных, палочковидных и нитевидных форм) и эукариот (пеннатные диатомеи, прازیнофиты), а также акритарх, альвеолят и панцирных амёб и, возможно, даже споры водорослей или грибов (рис. 1–3). Более того, нахождение в Оргее многочисленных эукариот ставит очень сложный вопрос о происхождении этих форм и способах их попадания в тело Оргея.

В книге также представлена история предыдущих исследований микрофоссилий в Оргее, содержится информация о минеральном составе метеорита и когда-либо найденных в нем органических соединениях. Авторами показано, что данный углистый хондрит является уникальным по обилию и разнообразию хорошо сохранившихся микрофоссилий, которые однозначно указывают на существование жизни за пределами Земли. Представленные факты говорят о том, что эти органические остатки индигенны и принадлежат телу Оргея, а не являются современными земными контаминантами.

presented in the book indicate that these organic remains are indigenous, belonging to the body of the Orgueil meteorite, and are not modern terrestrial contaminants.

The results of research on the microfossils of the Orgueil meteorite, along with earlier data on other carbonaceous chondrites, thus suggest that life might have not originated on Earth and indirectly confirm the panspermia theory.

### University Centre

**Education.** In the fall semester of 2020, the classes for the students studying at the JINR-based departments were held remotely.

**INTEREST — new online programme for students.** In September 2020, the JINR University Centre launched a new year-round INTEREST (INTERNational REMote Student Training) programme for students from all over the world. The programme will allow its participants to get acquainted with the main directions of research conducted at the Institute, find a scientific supervisor for their qualification theses, as well as increase their chances for participation in the onsite JINR internships, for example, in the Summer Student Programme.

INTEREST runs in Waves, each Wave lasting 4–6 weeks. At the end, students prepare written reports on the work performed and upload them to the programme website to be further approved by the project supervisors.

Рис. 1. Празинофит, трубчатая форма; видна двойная стенка с порами

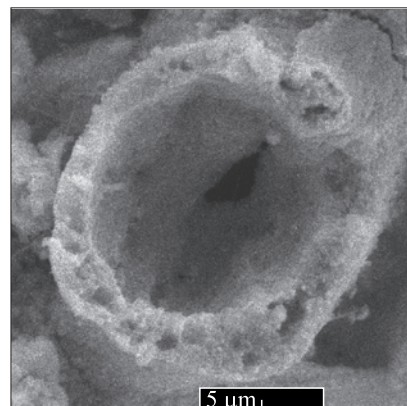


Fig. 1. A tubular prasinophyte. A double-layer wall with pores is seen

Рис. 2. Фрагмент панциря диатомеи, хорошо видны ребра и ареолы

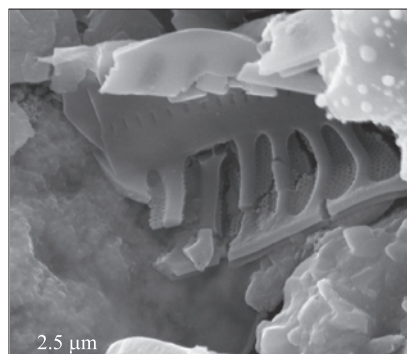


Fig. 2. A fragment of a diatom's frustule. Ribs and areolae are well seen

Рис. 3. Крупная (около 40 мкм) эукариотическая клетка мешковидной формы со складками смятия

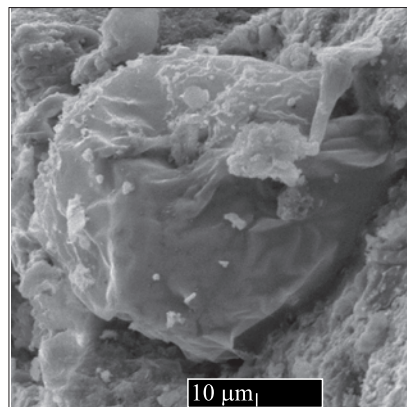


Fig. 3. A large (about 40 μm) bag-shaped eukaryotic cell with compression folds

Таким образом, изучение микрофоссилий Оргея, а также данные по другим углистым хондритам показывают, что, возможно, жизнь зародилась не на Земле, косвенно подтверждая теорию панспермии.

### Учебно-научный центр

**Учебный процесс.** В осеннем семестре 2020 г. занятия для студентов базовых кафедр организованы в дистанционном режиме.

**INTEREST — новая программа ОИЯИ для студентов.** В сентябре 2020 г. для студентов со всего мира УНЦ ОИЯИ запустил новую круглогодичную программу INTEREST (INTErnational REmote Student Training). Программа позволит познакомиться с основными направлениями исследований Института, найти научного руководителя для своей квалификационной работы, а также проявить себя в процессе работы, повысив собственные шансы участвовать в очных стажировках в ОИЯИ, например, в Летней студенческой программе.

На каждый этап программы отводится 4–6 недель, по окончании студент оформляет письменный отчет о

выполненной работе, который публикуется на сайте после одобрения руководителем проекта.

Информационной площадкой программы стал сайт [interest.jinr.ru](http://interest.jinr.ru), на котором уже сейчас могут зарегистрироваться студенты, а также сотрудники ОИЯИ, готовые предложить научно-исследовательские проекты для выполнения в удаленном формате.

**Участие ОИЯИ в Geek Picnic.** 27 июня и 6–8 августа крупнейший фестиваль технологий и науки Geek Picnic проводился в 10-й раз и впервые в онлайн-формате. Тема этого года — «Мультивселенная»: присутствие в других пространствах, исследование параллельных реальностей и погружение в иные миры.

Каждый год на Geek Picnic приглашаются научные организации, ученые и популяризаторы науки, основатели успешных высокотехнологичных проектов, блогеры и известные научные журналисты, которые собирают большие аудитории и в течение нескольких дней знакомят слушателей с последними открытиями и достижениями в науке и технике. ОИЯИ представил лекции, мастер-классы и видеоэкскурсии на виртуальном стенде, подготовленном группой социальных коммуникаций УНЦ. Сотрудники ЛЯП, ЛТФ, ЛРБ, ЛНФ, ЛФВЭ предоставили слушателям возможность «из первых уст» узнать о действующих проектах и эксперимен-

The website [interest.jinr.ru](http://interest.jinr.ru) — an information platform of the programme — is already available for students and JINR staff members to register and thus start their Research and Development Project for implementation in remote format.

**Participation of JINR in Geek Picnic.** On 27 June and 6–8 August, the major event — the Festival of Science and Technology Geek Picnic — was held for the 10th time, but this year for the first time it was online. The theme of 2020 is “Multiverse”: presence in other dimensions, exploration of parallel realities, and immersion in other worlds.

Every year, Geek Picnic welcomes scientific organisations, researchers and science communicators, founders of successful high-tech projects, bloggers, and well-known science journalists, who draw big audiences and, within a few days, introduce the listeners to the latest discoveries and achievements made in the field of science and technology. At the virtual stand prepared by the UC Social Communications Group, JINR specialists presented lectures, master classes, and video tours. Staff members of DLNP, BLTP, LRB, FLNP, and VBLHEP gave the audience an opportunity to learn more about the current proj-

ects and experiments implemented at the Institute, firsthand. The JINR virtual stand has been visited by more than 150 unique users, and the total number of its work hours has exceeded 150.

**Yandex.Lyceum.** Yandex.Lyceum started registration for the free-of-charge courses intended for 8- and 9-grade school students who want to learn how to program, solve applied tasks, and develop their own applications. The curriculum has been developed for two years, the training can be easily combined with studies at school. Enrollment in the courses is based on the results of an online test and interview. Classes in Dubna are held twice a week at the Flerov Lyceum No. 6.

In 2019/2020, 28 students completed the programme “Basics of Python Programming” (first year). Twenty-five students graduated with good and excellent results — they will continue their studies in the second year under the programme “Basics of Industrial Programming”.

Yandex.Lyceum classes are held in more than 160 cities in Russia and Kazakhstan. In Dubna, Yandex.Lyceum is supported by JINR.

тах, реализующихся в Институте. Виртуальный стенд ОИЯИ посетили более 150 пользователей, а общее количество часов работы стенда превысило 150 часов.

**Яндекс.Лицей.** Яндекс.Лицей открыл регистрацию на бесплатные курсы для учащихся 8–9-х классов, которые хотят научиться программировать, решать прикладные задачи и создавать свои приложения. Программа обучения рассчитана на два года, обучение можно легко совмещать с учебной программой в школе. Зачисление на курсы осуществляется по результатам онлайн-теста и собеседования. Занятия в Дубне проводятся два раза в неделю в лицее №6 им. академика Г.Н. Флерова.

В 2019/2020 учебном году программу «Основы программирования на языке Python» (первый курс) прошли 28 школьников. 25 человек окончили год на «хорошо» и «отлично» — они продолжают обучение на втором курсе по программе «Основы промышленного программирования».

Занятия Яндекс.Лицея проходят в более чем 160 городах России и Казахстана. В Дубне Яндекс.Лицей работает при поддержке ОИЯИ.

**28-я Открытая олимпиада по физике и математике.** 28-я Открытая олимпиада по физике и математике для учащихся 6–7-х классов, организо-

ванная межшкольным физико-математическим факультативом 18 и 19 сентября, открыла учебный год. Победителями и призерами стали школьники из лицея №6, гимназии №11 и школы №9.

**Повышение квалификации.** С октября начались занятия на курсах иностранных языков, в основном в режиме онлайн. Предварительно в группах английского языка — 57 человек, французского — 9, немецкого — 8, в группах русского языка — 8 иностранных специалистов.

По запросу ЛЯП разработан курс английского языка для сотрудников конструкторского отдела, работающих в международных коллаборациях ОИЯИ и ЦЕРН. Курс охватывает грамматику, письменный перевод, освоение необходимого минимума специальной технической терминологии, подготовку презентаций. Занятия проходят три раза в неделю.

Завершила обучение группа ответственных за безопасное производство работ с применением подъемных сооружений (10 человек).

---

**XXVIII Open Olympiad in Physics and Mathematics.** The XXVIII Open Olympiad in Physics and Mathematics for students of 6–7 grades, which was organized by the Interschool Physics and Maths Open Classroom on 18–19 September, started the academic year. The winners and prize-winners were school students of Lyceum No. 6, Gymnasium No. 11, and School No. 9.

**Skill improvement.** In October, foreign language courses started basically online. Preliminarily, English language groups comprise 57 people, French — 9, German — 8, Russian — 8 foreign specialists.

At the request of DLNP, JINR UC staff members have developed an English course for the staff of the DLNP Design Department working in international collaborations between JINR and CERN. The course covers

grammar, translation, mastering the necessary minimum of special technical terminology, and preparation of presentations. Classes are held three times per week.

Ten staff members responsible for the safe execution of the works related to using lifting devices have finished their training.

*В. П. Ладыгин*

## Изучение плотной барионной материи на HADES

HADES является многоцелевым детектором для точной спектроскопии  $e^+e^-$ -пар (дизлектронов) и заряженных адронов, образующихся в реакциях, индуцированных протонами, пионами и тяжелыми ионами в области кинетической энергии пучка 1–3,5 ГэВ на ускорительном комплексе SIS18 в GSI (Дармштадт, Германия). Основная экспериментальная цель — исследовать свойства плотного ядерного вещества, созданного в ходе столкновений тяжелых ионов, и в конечном итоге узнать о свойствах адронов в среде (например, массах, ширинах распада). Дизлектронные пары, рожденные из адронных распадов в среде, и редкие странные адроны (каоны, гипероны) являются основными пробниками, измеряемыми в эксперименте. Поскольку выводы об эффектах в среде сильно зависят от понимания свойств адронов в вакууме и механизма их рождения в нуклон-нуклонных столкновениях, выполняется дополнительная программа, ориентирован-

ная на рождение  $e^+e^-$ -пар, каонов и гиперонов ( $\Sigma$ ,  $\Lambda$ ) в элементарных столкновениях.

Основным научным направлением программы HADES являются систематические исследования рождения векторных мезонов и дилептонного континуума в  $e^+e^-$ -режиме. Выход дизлектронов, полученный для реакции Au + Au при 1,23 АГэВ [1] на HADES, показан на рисунке. Сплошными линиями обозначены расчеты коктейля для различных моделей без вклада  $\eta$ - и  $\omega$ -мезонов, пунктирной линией — вклад  $\rho$ -мезонного распада. Данные описываются удовлетворительно с учетом модификации  $\rho$ -мезона в среде. Спектральное распределение дилептонных пар почти экспоненциально, что свидетельствует об источнике температуры свыше 70 МэВ с компонентами, свойства которых были изменены, что отражает особенности сильного взаимодействия КХД-материи. Его глобальные свойства сходны с плотной материей, образу-

*V. P. Ladygin*

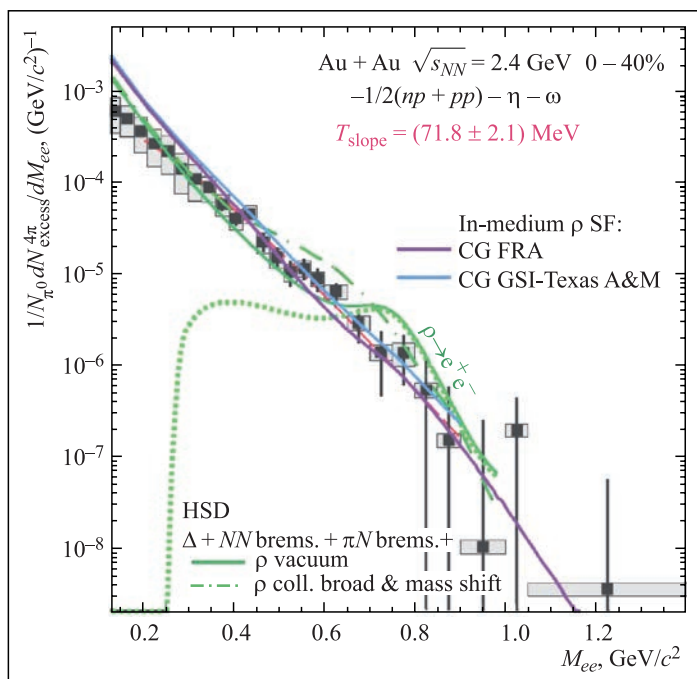
## Study of Dense Baryonic Matter at HADES

HADES is a versatile detector for a precise spectroscopy of  $e^+e^-$  pairs (dielectrons) and charged hadrons produced in proton-, pion- and heavy-ion-induced reactions in a 1–3.5 GeV kinetic beam energy range at the accelerator complex SIS18 at GSI, Darmstadt. The main experimental goal is to investigate the properties of dense nuclear matter created in the course of heavy-ion collisions and to ultimately learn about in-medium hadron properties (like masses, decay widths). Dielectron pairs originating from in-medium hadron decays and rare strange hadrons (kaons, hyperons) are the main probes measured in the experiment. Since the conclusions on in-medium effects rely strongly on the understanding of hadron properties in vacuum and their production mechanism in nucleon–nucleon collisions, a complementary program focusing on  $e^+e^-$ , kaon and hyperon ( $\Sigma$ ,  $\Lambda$ ) production in elementary collisions is also in progress.

The main scientific direction of the HADES program is the systematic studies of vector meson production and dilepton continuum in the  $e^+e^-$ -mode. The dielectron yield obtained for Au + Au reaction at 1.23 AGeV [1] at HADES is shown in the figure. The solid lines are the cocktail calculations for different models without  $\eta$ - and  $\omega$ -meson contribution. The dashed line is the contribution of the  $\rho$ -meson decay. The data are adequately described taking into account the in-medium modification of  $\rho$  meson. The spectral distribution of the electron–positron pairs is nearly exponential, providing evidence for a source of temperature above 70 MeV with constituents whose properties have been modified, thus reflecting peculiarities of strong interaction of QCD matter. Its bulk properties are similar to those of the dense matter formed in the final state of a neutron star merger, as apparent from recent astrophysical observations.

Выход диэлектронов для реакции Au + Au при 1,23 АГэВ на HADES [1]. Сплошные линии — расчет коктейля для различных моделей без вклада  $\eta$ - и  $\omega$ -мезонов. Пунктирная линия — вклад от распада  $\rho$ -мезона

The dielectron yield for Au + Au reaction at 1.23A GeV obtained at HADES [1]. The solid lines are the cocktail calculations for different models without  $\eta$ - and  $\omega$ -meson contribution. The dashed line shows the contribution of the  $\rho$ -meson decay



Восстановление одного из секторов многопроволочной дрейфовой камеры HADES в детекторной лаборатории GSI

Refurbishment of one of the multiwire drift chamber sectors at the GSI Detector Lab

The description of yields and the regularity of freeze-out parameters were tested by comparing the freeze-out parameters obtained from a statistical model [2] to HADES data [3] obtained from  $p + \text{Nb}$ ,  $\text{Ar} + \text{KCl}$  and  $\text{Au} + \text{Au}$  collisions at the center-of-mass energies of  $\sqrt{s_{NN}} = 3.2, 2.6,$  and  $2.42$  GeV, respectively. A rather surprising finding has been made that the statistical model is able to describe  $p + \text{Nb}$  data as well as the larger systems like  $\text{Ar} + \text{KCl}$  or  $\text{Au} + \text{Au}$  that questions the often drawn connection between the agreement of statistical models with particle

yields in heavy-ion collisions (HIC) and thermalization. Furthermore, it was found that the excess of  $\Xi^-$  is already present in cold nuclear matter. Taking into account the rates of higher-lying  $N^*$  resonances predicted by the statistical model fit, a rather implausible explanation was found for the excess of  $\Xi^-$  yield over the model value. In addition, the importance of a precise knowledge of the hadron spectrum for interpretation of HIC data is stated. The HADES data of central  $\text{Au} + \text{Au}$  collisions are in rather good agreement with the statistical model.

щейся в конечном состоянии при слиянии нейтронных звезд, как это видно из недавних астрофизических наблюдений.

Описание выходов и стабильность freeze-out параметров были проверены путем сравнения полученных параметров из статистической модели [2] с данными HADES [3], полученными при столкновениях  $p + \text{Nb}$ ,  $\text{Ag} + \text{KCl}$  и  $\text{Au} + \text{Au}$  при энергиях в системе центра масс  $\sqrt{s_{NN}} = 3,2, 2,6$  и  $2,42$  ГэВ соответственно. Было сделано довольно удивительное открытие о том, что статистическая модель способна описывать данные по реакции  $p + \text{Nb}$ , а также для систем с большим количеством нуклонов, таких как  $\text{Ag} + \text{KCl}$  или  $\text{Au} + \text{Au}$ , что ставит под сомнение часто проводимую связь между согласованием статистических моделей с выходами частиц в столкновениях тяжелых ионов и термализацией. Кроме того, было установлено, что избыток  $\Xi^-$  присутствует уже в холодном ядерном веществе. С учетом выходов более высоких  $N^*$ -резонансов, предсказанных статистической моделью, было найдено довольно неправдоподобное объяснение превышения выхода  $\Xi^-$  над значением, которое дает модель. Помимо этого, указывается важность точного знания адронного спектра для интерпретации данных по столкновениям тяжелых ионов. Данные HADES в центральных  $\text{Au} + \text{Au}$

столкновениях находятся в достаточно хорошем согласии со статистической моделью.

Систематическое исследование корреляций [4, 5], флуктуаций [6], различных гармоник потоков частиц [7] в ядро-ядерных столкновениях делает HADES лидирующим экспериментом в области ГэВ-ных энергий.

Группа ОИЯИ в HADES выполняет техническое обслуживание многопроволочных дрейфовых камер, участвует в наборе и анализе данных, полученных в столкновениях  $NN$ ,  $\pi N$ ,  $pA$  и  $\text{AgAg}$ , и их теоретической интерпретации, ведет модернизацию детектора и программного обеспечения для продолжения работы HADES на FAIR.

Коллаборация HADES планирует продолжить набор статистики на пучках пионов, протонов, дейтронов и Au для изучения электромагнитных форм-факторов барионов, включая каскадные гипероны, изотопическую зависимость выхода дилептонов, свойства холодной плотной материи, уравнения состояния плотной ядерной материи при ее больших плотностях.

#### Список литературы / References

1. Adamczewski-Musch J. et al. (HADES Collab.). Probing Dense Baryon-Rich Matter with Virtual Photons // Nature Phys. 2019. V. 15. P. 1040–1045.
2. Andronic A., Braun-Munzinger P., Stachel J. Hadron Production in Central Nucleus–Nucleus Collisions at Chemical Freeze-Out // Nucl. Phys. A. 2006. V. 772. P. 167.
3. Agakishiev G. et al. (HADES Collab.). Statistical Hadronization Model Analysis of Hadron Yields in  $p + \text{Nb}$  and  $\text{Ar} + \text{KCl}$  at SIS18 Energies // Eur. Phys. J. A. 2016. V. 52. P. 178.
4. Adamczewski-Musch J. et al. (HADES Collab.). Identical Pion Intensity Interferometry in Central  $\text{Au} + \text{Au}$  Collisions at 1.23 AGeV // Phys. Lett. B. 2019. V. 795. P. 446–451.
5. Adamczewski-Musch J. et al. (HADES Collab.). Identical Pion Intensity Interferometry at  $\sqrt{s_{NN}} = 2.4$  GeV // Eur. Phys. J. A. 2020. V. 56, No. 5. P. 140.
6. Adamczewski-Musch J. et al. (HADES Collab.). Proton Number Fluctuations in  $\sqrt{s_{NN}} = 2.4$  GeV  $\text{Au} + \text{Au}$  Collisions Studied with HADES // Phys. Rev. C. 2020. V. 102, No. 2. P. 024914.
7. Adamczewski-Musch J. et al. (HADES Collab.). Directed, Elliptic and Higher Order Flow Harmonics of Protons, Deuterons and Tritons in  $\text{Au} + \text{Au}$  Collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 2.4$  GeV. arXiv:2005.12217 [nucl-ex].

Systematic study of correlations [4, 5], fluctuations [6], different harmonics of particle flows [7] in nucleus–nucleus collisions makes HADES the leading experiment in the GeV energy range.

At HADES the JINR group performs the maintenance of multiwire drift chambers, participates in data taking and analysis of the data obtained in  $NN$ ,  $\pi N$ ,  $pA$  and  $\text{AgAg}$  and their theoretical interpretation, and provides the upgrade of the detector and software for continuation of the HADES operation at FAIR.

The HADES collaboration plans to continue collecting the statistics with pion, proton, deuteron, and Au beams to study the electromagnetic form factors of baryons, including cascade hyperons, isotopic dependence of the dilepton yield, properties of cold dense matter and equations of state of dense nuclear matter at high densities.



*Ю. Э. Пенионжкевич, В. В. Самарин, С. М. Лукьянов, В. А. Маслов, К. Борча*

## Быстрые альфа-частицы в реакции взаимодействия $^{48}\text{Ca}$ и $^{56}\text{Fe}$ с ядрами Ta и U

Взаимодействие двух сложных ядер может сопровождаться вылетом большого количества альфа-частиц. В энергетических спектрах этих частиц, образующихся в реакциях с тяжелыми ионами, наблюдается несколько компонент. Одна из них — это испарительные частицы, вторая — высокоэнергетические, с направленным вперед угловым распределением и с максимальным выходом частиц при энергии, соответствующей скорости бомбардирующих ионов. Процесс испускания быстрых альфа-частиц из сталкивающихся и сливающихся ядер является чрезвычайно интересным с точки зрения получения холодных тяжелых ядер.

В реакциях на пучках  $^{48}\text{Ca}$  и  $^{56}\text{Fe}$  и мишенях  $^{238}\text{U}$  и  $^{181}\text{Ta}$  на магнитном анализаторе высокого разрешения (установка МАВР) [1] были измерены дифференциальные сечения вылета альфа-частиц в зависимости от энергии вылетевшей альфа-частицы. Проведен анализ данных, полученных в настоящем экспери-

менте, включая ранее опубликованные нами данные, полученные на пучках  $^{22}\text{Ne}$  [2] и  $^{48}\text{Ca}$  [3], с помощью кинематики двух- и трехтельного выходных каналов реакций. Энергетические спектры альфа-частиц для реакции  $^{181}\text{Ta} + ^{22}\text{Ne}$ , измеренные под разными углами, вместе с расчетным спектром испарительных альфа-частиц из составного ядра показаны на рис. 1. Видно, что экспериментальные и расчетный спектры сильно различаются, что еще раз подтверждает факт значительного увеличения выхода альфа-частиц в области малых углов.

Эксперимент проводился на пучках ионов  $^{56}\text{Fe}$  с энергией 320 МэВ на циклотроне У-400 ЛЯР ОИЯИ с мишенями  $^{181}\text{Ta}$  и  $^{238}\text{U}$ . Образующиеся в реакции альфа-частицы после вылета из мишени фокусировались дублетом квадрупольных линз на входе в магнитный анализатор, отделялись от первичного пучка и идентифицировались в фокальной плоскости детек-

*Yu. E. Penionzhkevich, V. V. Samarin, S. M. Lukyanov, V. A. Maslov, K. Borcha*

## Fast Alpha Particles in Reactions of $^{48}\text{Ca}$ and $^{56}\text{Fe}$ with Ta and U Nuclei

The interaction of two complex nuclei can be accompanied by the emission of a large number of alpha particles. Several components are observed in energy spectra of these particles formed in reactions with heavy ions: one of them is evaporation particles, the other — high-energy particles with an angular distribution peaked forward and a maximum yield of particles at the energy corresponding to the velocity of bombarding ions. The emission of fast alpha particles in collision and fusion of nuclei is highly interesting in terms of the production of cold heavy nuclei.

The differential cross sections for the emission of alpha particles varying with the energy of an emitted alpha particle were measured in reactions with  $^{48}\text{Ca}$  and  $^{56}\text{Fe}$  beams and  $^{238}\text{U}$  and  $^{181}\text{Ta}$  targets using the high-resolution magnetic analyzer MAVR [1]. The experimental data, including the previously published data we obtained in experiments with  $^{22}\text{Ne}$  [2] and  $^{48}\text{Ca}$  [3] beams, were analyzed using the kinematics of two- and three-body reaction exit

channels. Figure 1 shows energy spectra of alpha particles for the  $^{181}\text{Ta} + ^{22}\text{Ne}$  reaction measured at different angles together with the calculated spectrum of alpha particles evaporated from the compound nucleus. The experimental and calculated spectra are shown to differ greatly, which once again provides evidence for a significant increase in the yield of alpha particles in the region of small angles.

The experiment was performed with  $^{56}\text{Fe}$  ion beams accelerated to 320 MeV and reacting with the  $^{181}\text{Ta}$  and  $^{238}\text{U}$  targets employing the JINR FLNR U400 cyclotron. Alpha particles produced in the reaction were emitted from the target and then focused by a doublet of quadrupole lenses upon entering the magnetic analyzer, separated from the primary beam, and identified in the focal plane of the detector system consisting of two semi-conductor telescopes. They were identified by the charge number  $Z$  and mass number  $A$ , their energy loss  $\Delta E$ , and total energy  $E$ .

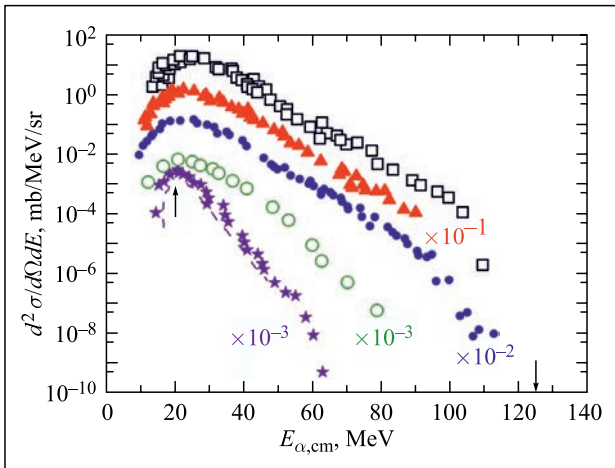


Fig. 1. Energy spectra of alpha particles measured at  $0^\circ$  (squares),  $10^\circ$  (triangles),  $20^\circ$  (dots),  $40^\circ$  (circles),  $90^\circ$  (stars) for the  $^{22}\text{Ne} + ^{181}\text{Ta}$  reaction at the energy  $E_{\text{lab}} = 178$  MeV ( $E_{\text{cm}} = 158.7$  MeV) [2]. The dashed line shows a spectrum calculated at  $90^\circ$  within the compound nucleus evaporation model. The arrow at the top corresponds to the height of the Coulomb barrier in the exit channel  $^{199}\text{Tl} + ^4\text{He}$  (20.3 MeV). The arrow at the bottom indicates the kinematic limit (125.4 MeV) of the two-body reaction channel in the center-of-mass system

Рис. 1. Энергетические спектры альфа-частиц, измеренные под углами  $0^\circ$  (квадраты),  $10^\circ$  (треугольники),  $20^\circ$  (фиолетовые кружки),  $40^\circ$  (зеленые кружки),  $90^\circ$  (звезды) для реакции  $^{22}\text{Ne} + ^{181}\text{Ta}$  при энергии  $E_{\text{lab}} = 178$  МэВ ( $E_{\text{cm}} = 158,7$  МэВ) [2]. Штриховой линией показан спектр, рассчитанный для угла  $90^\circ$  в модели испарения из компаунд-ядра. Стрелка вверх соответствует высоте кулоновского барьера выходного канала  $^{199}\text{Tl} + ^4\text{He}$  20,3 МэВ, стрелка внизу указывает кинематический предел двухтельного канала реакции в с. ц. м., равный 125,4 МэВ

торной системой, состоящей из двух полупроводниковых телескопов. Идентификация выполнялась по заряду  $Z$  и массовому числу  $A$  ядер, по потере ими энергии  $\Delta E$  и их полной энергии  $E$ .

Дифференциальные сечения вылета под углом  $0^\circ$  альфа-частиц в реакциях  $^{56}\text{Fe} + ^{238}\text{U}$  и  $^{56}\text{Fe} + ^{181}\text{Ta}$ , представленные на рис. 2, демонстрируют зависимость от заряда (и массового числа) ядра-мишени. Выход альфа-частиц существенно выше для более тяжелого ядра  $^{238}\text{U}$  со слабо связанной альфа-частицей (энергия альфа-частиц, испускаемых при альфа-распаде, 4,27 МэВ, см., например, NRV [4]), стабильное ядро  $^{181}\text{Ta}$  альфа-распада не испытывает. Максимальный выход альфа-частиц для реакций  $^{48}\text{Ca} + ^{181}\text{Ta}$ ,  $^{48}\text{Ca} + ^{238}\text{U}$  и  $^{56}\text{Fe} + ^{181}\text{Ta}$ , как и для реакции  $^{22}\text{Ne} + ^{181}\text{Ta}$ , наблюдался при энергии альфа-частиц, соответствующей в систе-

Рис. 2. Энергетические спектры альфа-частиц, измеренные под углом  $0^\circ$  в реакциях на мишенях  $^{238}\text{U}$  (кружки, штриховая кривая и штриховые стрелки) и  $^{181}\text{Ta}$  (треугольники, сплошные кривые и сплошные стрелки): а) для пучка ядер  $^{56}\text{Fe}$  с энергией 320 МэВ; б) для пучков ядер  $^{48}\text{Ca}$  с энергией 270 МэВ на мишени  $^{238}\text{U}$  и с энергией 261 МэВ на мишени  $^{181}\text{Ta}$ , данные из работы [3]; кривые проведены путем сглаживания данных сплайнами. Стрелки вверх указывают значения энергии, соответствующие в с. ц. м. энергии, равной высоте кулоновского барьера выходного канала «тяжелый фрагмент» +  $^4\text{He}$

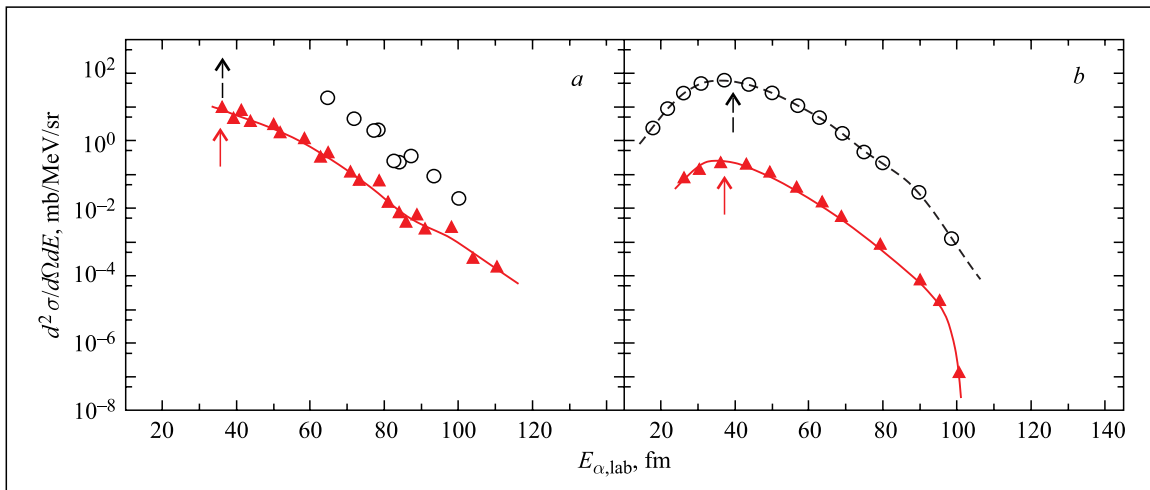


Fig. 2. Energy spectra of alpha particles measured at  $0^\circ$  in reactions with the  $^{238}\text{U}$  (circles, a dashed curve, and dashed arrows) and  $^{181}\text{Ta}$  targets (triangles, solid curves and solid arrows): a) for the 320-MeV beam of  $^{56}\text{Fe}$  nuclei; b) for the beams of  $^{48}\text{Ca}$  nuclei bombarding the  $^{238}\text{U}$  target with the energy of 270 MeV and the  $^{181}\text{Ta}$  target with 261 MeV (data taken from [3]). The curves are fitted to data with smoothing splines. The arrows at the top indicate the energy corresponding to that in the center of mass, which coincided with the height of the Coulomb barrier in the exit channel “a heavy fragment” +  $^4\text{He}$

ме центра масс энергии, равной высоте кулоновского барьера выходного канала «тяжелый фрагмент» +  $^4\text{He}$ .

Дифференциальные сечения вылета альфа-частиц в реакциях  $^{22}\text{Ne} + ^{181}\text{Ta}$ ,  $^{48}\text{Ca} + ^{181}\text{Ta}$  и  $^{56}\text{Fe} + ^{181}\text{Ta}$  под углом  $0^\circ$  представлены на рис. 3. Сечение образования альфа-частиц во всем диапазоне энергий оказалось близким для ядер-снарядов  $^{22}\text{Ne}$ ,  $^{56}\text{Fe}$  с энергиями отделения альфа-частицы соответственно 9,7 и 7,6 МэВ [4]. Для нейтроноизбыточных ядер  $^{48}\text{Ca}$  с аномально большой энергией отделения альфа-частицы 14,4 МэВ сечение образования альфа-частиц в реакции  $^{48}\text{Ca} + ^{181}\text{Ta}$  существенно меньше, чем для ядер  $^{22}\text{Ne}$ ,  $^{56}\text{Fe}$ . Таким образом, характер энергетических спектров альфа-частиц определяется, в основном, свойствами тяжелых ядер-мишеней и, в меньшей степени, свойствами ядер налетающего пучка.

В реакциях  $^{22}\text{Ne} + ^{181}\text{Ta}$ ,  $^{48}\text{Ca} + ^{181}\text{Ta}$  энергии всех зарегистрированных альфа-частиц не превосходили соответствующих кинематических пределов двухтельного канала реакции. Ускорение спада сечения вылета альфа-частиц при приближении к такому пределу с большой вероятностью указывает именно на двухтельный выходной канал реакций. В реакции  $^{56}\text{Fe} + ^{181}\text{Ta}$  небольшая часть зарегистрированных альфа-частиц имела энергии, превосходящие двухтельный кинематический предел. Они могли быть испущены

The differential cross sections for the emission of alpha particles at the angle of  $0^\circ$  in the  $^{56}\text{Fe} + ^{238}\text{U}$  and  $^{56}\text{Fe} + ^{181}\text{Ta}$  reactions depicted in Fig. 2 show the dependence of the target nucleus on the charge (and mass number). The yield of alpha particles was substantially higher for the heavier nucleus  $^{238}\text{U}$  with a weakly bound alpha particle (energy of alpha particles emitted during alpha decay was 4.27 MeV; see, for example, NRV [4]). The stable  $^{181}\text{Ta}$  nucleus did not undergo alpha decay. The maximum yield of alpha particles from the  $^{48}\text{Ca} + ^{181}\text{Ta}$ ,  $^{48}\text{Ca} + ^{238}\text{U}$  and  $^{56}\text{Fe} + ^{181}\text{Ta}$  reactions, as from the  $^{22}\text{Ne} + ^{181}\text{Ta}$  reaction, was observed when the energy of alpha particles corresponding to that in the center of mass coincided with the Coulomb barrier height in the exit channel “a heavy fragment” +  $^4\text{He}$ .

Figure 3 shows the differential cross sections for the emission of alpha particles in the  $^{22}\text{Ne} + ^{181}\text{Ta}$ ,  $^{48}\text{Ca} + ^{181}\text{Ta}$ , and  $^{56}\text{Fe} + ^{181}\text{Ta}$  reactions at the angle of  $0^\circ$ . The production cross section of alpha particles in the entire energy range turned out to be similar for the two projectile nuclei  $^{22}\text{Ne}$  and  $^{56}\text{Fe}$  with the separation energies of alpha particles at 9.7 and 7.6 MeV, respectively [4]. With regard to neutron-rich  $^{48}\text{Ca}$  nuclei with abnormally high al-

Рис. 3. Энергетические спектры альфа-частиц, измеренные под углом  $0^\circ$  в реакциях на мишени  $^{181}\text{Ta}$  с пучками ядер  $^{56}\text{Fe}$  с энергией 320 МэВ (треугольники, сплошная кривая),  $^{22}\text{Ne}$  с энергией 178 МэВ (квадраты, штриховая кривая) и  $^{48}\text{Ca}$  с энергией 261 МэВ (кружки, штрихпунктирная кривая). Кривые проведены путем сглаживания данных сплайнами. Стрелками показаны энергия альфа-частиц, соответствующая кинематическим пределам двухтельных каналов реакций с ядрами  $^{56}\text{Fe}$  (сплошная стрелка),  $^{48}\text{Ca}$  (штрихпунктирная) и  $^{22}\text{Ne}$  (штриховая). Точечная кривая для ядер  $^{56}\text{Fe}$  — прогнозируемый вклад двухтельного канала  $^{56}\text{Fe} + ^{181}\text{Ta} \rightarrow ^{233}\text{Bk} + ^4\text{He}$ , участок А за кинематическим пределом двухтельного канала может быть обусловлен вкладом трехтельного канала  $^{56}\text{Fe} + ^{181}\text{Ta} \rightarrow ^{12}\text{C} + ^{221}\text{Pa} + ^4\text{He}$  с кинематическим пределом 136 МэВ

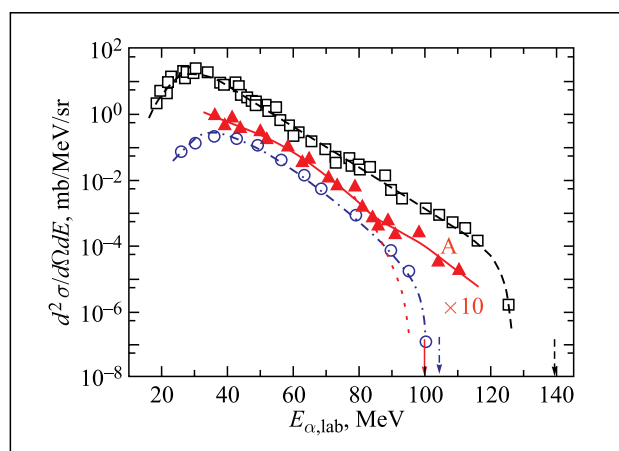


Fig. 3. Energy spectra of alpha particles measured at the angle of  $0^\circ$  in reactions involving the  $^{181}\text{Ta}$  target and the beams of  $^{56}\text{Fe}$  nuclei with the energy of 320 MeV (triangles, a solid curve), the 178-MeV beams of  $^{22}\text{Ne}$  nuclei (squares, a dashed curve), and the 261-MeV beams of  $^{48}\text{Ca}$  nuclei (circles, a dash-dotted curve). The curves are fitted to data with smoothing splines. The arrows indicate the energies of alpha particles corresponding to the kinematic limits of two-body channels for the reactions with  $^{56}\text{Fe}$  (a solid arrow),  $^{48}\text{Ca}$  (a dash-dotted arrow), and  $^{22}\text{Ne}$  nuclei (a dashed arrow). The dotted curve for  $^{56}\text{Fe}$  nuclei corresponds to the predicted contribution from the two-body channel  $^{56}\text{Fe} + ^{181}\text{Ta} \rightarrow ^{233}\text{Bk} + ^4\text{He}$ ; section A beyond the kinematic limit of the two-body channel may be due to the contribution from the three-body channel  $^{56}\text{Fe} + ^{181}\text{Ta} \rightarrow ^{12}\text{C} + ^{221}\text{Pa} + ^4\text{He}$  with a kinematic limit of 136 MeV

pha-particle separation energy (14.4 MeV), the production cross section of alpha particles in the  $^{48}\text{Ca} + ^{181}\text{Ta}$  reaction was significantly lower than that for the  $^{22}\text{Ne}$  and  $^{56}\text{Fe}$  nuclei. Therefore, energy spectra of alpha particles are mostly characterized by the properties of heavy target nuclei and, to a lesser extent, by the properties of a projectile.

The energies of all alpha particles registered in the  $^{22}\text{Ne} + ^{181}\text{Ta}$  and  $^{48}\text{Ca} + ^{181}\text{Ta}$  reactions did not exceed the corresponding kinematic limits of the two-body reaction channel. An accelerating decrease in the emission cross section of alpha particles, when approaching such a limit,

Рис. 4. Плотность вероятности (в с. ц. м. и в логарифмическом масштабе) альфа-частицы ядра  $^{56}\text{Fe}$  (*a-c*) и ядра  $^{181}\text{Ta}$  (*d-f*) при слиянии ядер  $^{56}\text{Fe} + ^{181}\text{Ta}$  с энергией  $E_{\text{lab}} = 320$  МэВ,  $E_{\text{cm}} = 244$  МэВ, прицельный параметр столкновения равен 4 фм. Ходу времени соответствует порядок сверху вниз. Окружности соответствуют радиусам ядер, определяемым по формуле  $R = 1,27 A^{1/3}$  фм

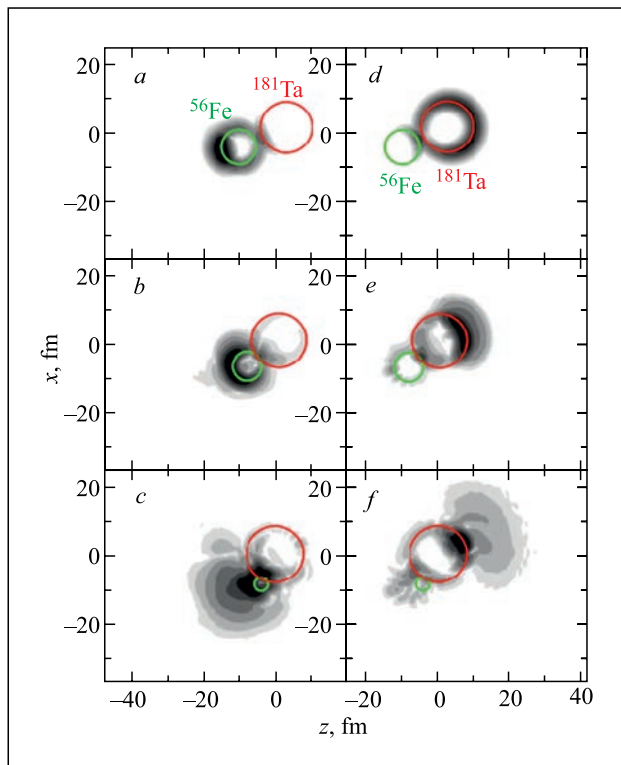


Fig. 4. The probability density (in the center-of-mass system and on a logarithmic scale) of an alpha particle of the  $^{56}\text{Fe}$  nucleus (*a-c*) and  $^{181}\text{Ta}$  nucleus (*d-f*) in the fusion of  $^{56}\text{Fe}$  and  $^{181}\text{Ta}$  nuclei at  $E_{\text{lab}} = 320$  MeV,  $E_{\text{cm}} = 244$  MeV in the laboratory system, an impact parameter being 4 fm. See from the top downwards. Circles correspond to nuclei radii determined by the formula  $R = 1.27 A^{1/3}$  fm

points to the very two-body reaction exit channel. A small fraction of alpha particles registered in the  $^{56}\text{Fe} + ^{181}\text{Ta}$  reaction had energies exceeding the two-body kinematic limit. They could be emitted in the three-body channel  $^{56}\text{Fe} + ^{181}\text{Ta} \rightarrow ^{12}\text{C} + ^{221}\text{Pa} + ^4\text{He}$  with a kinematic limit of 136 MeV. Such three-body reaction channels leading to the formation of two heavy nuclei are the result of incomplete fusion of nuclei and the transfer of a considerable number of nucleons from the projectile nucleus to the target nucleus.

The theoretical analysis of the results was conducted using the time-dependent Schrödinger equation for alpha clusters in the projectile nucleus and target nucleus [5, 6]. The colliding nuclei overcome the Coulomb barrier and, after touching each other by their surfaces, overlap, resulting

in a three-body channel  $^{56}\text{Fe} + ^{181}\text{Ta} \rightarrow ^{12}\text{C} + ^{221}\text{Pa} + ^4\text{He}$  with a kinematic limit of 136 MeV. Such three-body channels of reactions with the formation of two heavy nuclei are the result of incomplete fusion of nuclei and the transfer of a large number of nucleons from the projectile nucleus to the target nucleus.

Theoretical analysis of the obtained results was conducted using the non-stationary Schrödinger equation for alpha clusters of the projectile nucleus and target nucleus [5, 6]. In the course of collision, the nuclei overcome the Coulomb barrier and after contact, their surfaces begin to overlap, which leads to the redistribution of nucleons in the nuclei. For the description of this process, the simplest model was used: from the lighter projectile nucleus, a fraction of nucleons is transferred to the heavier target nucleus, which corresponds to the volume of the projectile nucleus inside the target nucleus. The equations of motion of the centers of mass of the nuclei included such mass rearrangement of nuclei. Figure 4 shows examples of the evolution of the probability density of an alpha particle formed (with a certain probability) in the projectile nucleus  $^{56}\text{Fe}$  (*a-c*) and the target nucleus  $^{181}\text{Ta}$  (*d-f*) in the  $^{56}\text{Fe} + ^{181}\text{Ta}$  collision at the energy  $E_{\text{lab}} = 320$  MeV,  $E_{\text{cm}} = 244$  MeV and with an impact parameter of 4 fm. As the nuclei approach each other, the increasing strength of the Coulomb field gradually changes the wave functions  $\Psi(\mathbf{r}, t)$  and probability densities  $|\Psi(\mathbf{r}, t)|^2$  of alpha particles so that in each of the nuclei they shift farthest away from the approaching nucleus (Fig. 4, *a* and *d*). Owing to the drastic change in the potential energy during the close contact of nuclei, the localization of the wave functions of alpha particles took place, and their average energy increased (Fig. 4, *b* and *e*). As a result, alpha particles tunneled through the Coulomb barrier during the capture of the projectile nucleus by the target nucleus and flew out forward from the target nucleus

волновые функции  $\Psi(\mathbf{r}, t)$  и плотности вероятности  $|\Psi(\mathbf{r}, t)|^2$  альфа-частиц так, что в каждом из ядер они смещаются в наиболее удаленную от приближающегося ядра часть (см. рис. 4, *a* и *d*). При тесном контакте ядер из-за резкого изменения потенциальной энергии происходит локализация волновых функций альфа-частиц, и их средняя энергия возрастает (см. рис. 4, *b* и *e*). В результате альфа-частицы туннелируют через кулоновский барьер на стадии захвата ядра-снаряда ядром-мишенью и вылетают в системе центра масс из ядра-мишени вперед, а из ядра-снаряда — назад (см. рис. 4, *c* и *f*). Локализация альфа-частиц в ядре  $^{56}\text{Fe}$  в области, удаленной от ядра-мишени, с образованием из них кластера  $^{12}\text{C}$  может служить причиной трехтельного канала реакции  $^{56}\text{Fe} + ^{181}\text{Ta} \rightarrow ^{12}\text{C} + ^{221}\text{Pa} + ^4\text{He}$ . Образующееся ядро  $^{12}\text{C}$  не захватывается ядром-мишенью, а вылетает назад в системе центра масс.

В нестационарном подходе установлены два механизма вылета неравновесных альфа-частиц при слиянии ядер: из более легкого ядра-снаряда (где меньше вероятность формирования альфа-кластера) назад в системе центра масс и из более тяжелого ядра-мишени (где вероятность формирования альфа-кластера больше) вперед, которые могут соответствовать кинематической модели двух источников [7]. Показано, что

«выбивание» альфа-частиц из ядра-мишени становится вероятным при захвате ядром-мишенью ядра-снаряда с  $Z \leq 20$  или передаче ему от ядра-снаряда с  $Z > 20$  некоторого критического заряда (числа протонов) в ходе многонуклонных передач (или неполного слияния ядер).

### Список литературы

1. Maslov V.A., Kazacha V.I., Kolesov I.V., Lukyanov S.M., Melnikov V.N., Osipov N.F., Penionzhkevich Yu.E., Skobelev N.K., Sobolev Yu. G., Voskoboinik E.I. // J. Phys.: Conf. Ser. 2016. V. 724. P. 012033.
2. Пенионжкевич Ю. Э., Герлик Э. и др. // ЭЧАЯ. 1986. Т. 17. С. 165.
3. Mendibaev K., Hue B.M., Lukyanov S.M. et al. JINR Preprint E7-2017-66. Dubna, 2017.
4. NRV: Nuclear Reactions Video. Low Energy Nuclear Knowledge Base. <http://nrv.jinr.ru/nrv/>.
5. Самарин В.В. // Изв. РАН. Сер. физ. 2014. Т. 78. С. 1388 [Bull. Russ. Acad. Sci. Phys. 2014. V. 78. P. 1124].
6. Самарин В.В. // ЯФ. 2018. Т. 81. С. 458; [Phys. Atom. Nucl. 2018. V. 81. P. 486].
7. Загребяев В.И., Пенионжкевич Ю. Э. // ЭЧАЯ. 1993. Т. 24, вып. 2. С. 295.

in the center-of-mass system but backward from the projectile nucleus (Fig. 4, *c* and *f*). The localization of alpha particles in the  $^{56}\text{Fe}$  nucleus in the region far away from the target nucleus leading to the formation of the  $^{12}\text{C}$  cluster may be assigned as being the origin of the three-body reaction channel  $^{56}\text{Fe} + ^{181}\text{Ta} \rightarrow ^{12}\text{C} + ^{221}\text{Pa} + ^4\text{He}$ . The formed  $^{12}\text{C}$  nucleus was not captured by the target nucleus but emitted in the backward direction in the center-of-mass system.

Within the non-stationary approach, two mechanisms were established for the emission of non-equilibrium alpha particles during the fusion of nuclei: one from a lighter projectile nucleus (where the probability of the formation of an alpha cluster is lower) in the backward direction in the center-of-mass system and the other from a heavier target nucleus (where the probability for the formation of an alpha cluster is higher). Both can correspond to the kinematic model for the two sources [7]. The “knocking out” of alpha particles from the target nucleus was shown to most likely occur during the capture of the projectile nucleus with  $Z \leq 20$  by the target nucleus or the transfer to the latter of a certain critical charge (number of protons) from the projectile nucleus with  $Z > 20$  during multi-nucleon transfer (or incomplete fusion of nuclei).

### References

1. Maslov V.A., Kazacha V.I., Kolesov I.V., Lukyanov S.M., Melnikov V.N., Osipov N.F., Penionzhkevich Yu.E., Skobelev N.K., Sobolev Yu. G., Voskoboinik E.I. // J. Phys.: Conf. Ser. 2016. V. 724. P. 012033.
2. Penionzhkevich Yu. E., Gerlik E. et al. // Part. Nucl. 1986. V. 17. P. 165.
3. Mendibaev K., Hue B.M., Lukyanov S.M. et al. JINR Preprint E7-2017-66. Dubna. 2017.
4. NRV: Nuclear Reactions Video. Low Energy Nuclear Knowledge Base. <http://nrv.jinr.ru/nrv/>.
5. Samarin V.V. // Izv. Akad. Nauk, Ser. Fiz. 2014. V. 78. P. 1388 [Bull. Russ. Acad. Sci. Phys. 2014. V. 78. P. 1124].
6. Samarin V.V. // Yad. Fiz. 2018. V. 81. P. 458 [Phys. Atom. Nucl. 2018. V. 81. P. 486].
7. Zagrebayev V.I., Penionzhkevich Yu.E. // Part. Nucl. 1993. V. 24, Iss. 2. P. 295.

17 сентября в формате видеоконференции состоялась 128-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 работе Института в период пандемии COVID-19, решениям очередной сессии Комитета полномочных представителей ОИЯИ, состоявшейся в июне 2020 г. в формате видеоконференции, научно-техническим достижениям по основным направлениям деятельности Института, а также недавним событиям в области сотрудничества с институтами и организациями-партнерами ОИЯИ.

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).

Было утверждено решение жюри о присуждении премии им. В. П. Дзелепова.

Состоялось утверждение в должностях заместителей директора ЛЯР.

**Общие положения резолюции.** Заслушав доклад директора ОИЯИ В. А. Матвеева, Ученый совет высоко оценил усилия дирекции ОИЯИ, предпринимаемые для обеспечения стабильной работы Института в условиях

пандемии COVID-19, и меры по охране здоровья сотрудников ОИЯИ и принимаемых лиц.

Ученый совет отметил новые достижения в создании и развитии главных установок ОИЯИ, в частности:

— успехи в создании проекта класса мегасайенс «Комплекс NICA», включая уникальные технологические достижения и получение первых научных результатов, в том числе функционирование на регулярной основе наблюдательного совета по проекту NICA и комитета по анализу затрат и графикам работ по этому проекту, а также подписание ряда соответствующих соглашений о сотрудничестве ОИЯИ с Центром по изучению тяжелых ионов им. Г. Гельмгольца (GSI, Германия), с Федеральным министерством образования и научных исследований (BMBF, Германия) и с Министерством науки и технологий КНР;

— полную готовность ускорителя ДЦ-280 к проведению эксперимента первого дня, включая подготовку мишени из америция-243, получение пучка кальция-48 высокой интенсивности, проведение серии тестовых экспериментов, а также старт нового межлабораторного проекта ЛЯР, ЛИТ и ЛТФ «Сверхтяжелые ядра и атомы: пределы масс ядер и границы Периодической таблицы Менделеева», поддержанного Министерством науки и высшего образования РФ в рамках конкурса грантов на реализацию крупных научных проектов по приоритетным направлениям научно-технологического развития;

**The 128th session of the JINR Scientific Council took place by videoconference on 17 September. 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 information about JINR's operation during the COVID-19 pandemic, the decisions of the latest session of the JINR Committee of Plenipotentiaries held by videoconference in June 2020, recent achievements in science and technology in the main areas of JINR activities as well as recent events in JINR's cooperation with its partner institutions and organizations.

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

The Scientific Council approved the Jury's recommendation on the award of the V. Dzhelepov Prize.

The endorsement of appointments of FLNR Deputy Directors was held at the session.

**General Considerations of the Resolution.** Following the report by JINR Director V. Matveev, the Scientific Council appreciated the efforts being undertaken by the

JINR Directorate to ensure the stable operation of JINR under conditions of the COVID-19 pandemic and of health protection measures for the staff and visitors.

The Scientific Council recognized recent achievements in implementing and developing JINR's major facilities, in particular:

— the progress achieved in constructing the NICA megascience complex including a unique technological accomplishment accompanied by obtaining the first scientific results, the regular functioning of the Supervisory Board of the NICA Complex Project and its Cost and Schedule Review Committee, the signing of several dedicated agreements on cooperation between JINR and the Helmholtz Centre for Heavy Ion Research (GSI, Germany), the Federal Ministry of Education and Research (BMBF, Germany), and the Ministry of Science and Technology of the People's Republic of China;

— the full readiness of the DC-280 accelerator for the start of Day-1 experiment, including preparing the americium-243 target, obtaining a calcium-48 beam of high intensity, and performing a series of test experiments as well as launching a new cross-laboratory project of FLNR, LIT and BLTP entitled "Superheavy nuclei and atoms: Limits of nuclear mass and boundaries of the Periodic Table" and supported by the Russian Ministry of Science and Higher



Дубна, 17 сентября.  
128-я сессия Ученого совета ОИЯИ

Dubna, 17 September.  
The 128th session of the JINR Scientific Council

Education within a grant competition for realizing large-scale research projects in the priority fields of scientific and technological development;

— the increased effective volume of the Baikal-GVD detector, which reached 0.35 km<sup>3</sup> after the installation of two new clusters in February–April 2020, and the continuous development of the entire Neutrino Programme of JINR with its new results obtained in the experiments with JINR’s participation;

— the further development of the User Programme for the IBR-2 spectrometers and the efforts being made by the Frank Laboratory of Neutron Physics to meet the user needs by updating the IBR-2 working schedule, which was shifted due to the COVID-19 lockdown period;

— the progress in development of the Multifunctional Information and Computing Complex, including the recent integration, through the DIRAC Interware, of JINR’s major computing resources: Tier1 and Tier2 grid components, the “Govorun” supercomputer, the NICA cluster, the cluster of the National Autonomous University of Mexico, and JINR storage resources.

The Scientific Council welcomed the new initiatives in the cooperation format between JINR and BMBF, which will focus on three key fields, each regulated by its steering committee: Heisenberg–Landau Programme, Neutron Research, and Young Scientists Programme. The Scientific Council also noted a series of events and meetings held within the framework of cooperation with Azerbaijan, France, Russia, Serbia, South Africa as well as with CERN.

The Scientific Council commended the efforts being undertaken by the JINR Directorate to ensure the competi-

tive level of remuneration for JINR’s highly qualified staff by establishing an Incentive Fund and developing the corresponding Regulations for its use.

The Scientific Council welcomed the preparation by the JINR Directorate of a plan of activities for the year 2021 dedicated to the celebration of the 65th anniversary of the Institute (26 March 2021) both at JINR and in Member States.

#### **Recommendations in Connection with the PACs.**

The Scientific Council took note of the recommendations made by the PACs at their meetings in June–July 2020, as reported at this session by I. Tseruya, 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 requested the JINR Directorate to consider these recommendations while preparing the JINR Topical Plan of Research and International Cooperation for the year 2021.

**Particle Physics.** The Scientific Council was pleased to note that, despite the difficult pandemic situation, the Nuclotron–NICA project, including the infrastructure developments of the Veksler and Baldin Laboratory of High Energy Physics, advanced well and, basically, at the necessary pace. In particular, in spite of a two-month delay, the tests of the main Booster systems were completed and preparation work for launching the Booster synchrotron was started. The Scientific Council seconded the concern of the PAC for Particle Physics with the lack of sufficient manpower for the collider magnet construction and tests and urged the JINR management to take the necessary steps to address this issue that otherwise could serious-

— увеличение эффективного объема детектора «Байкал-ГВД», который после установки двух новых кластеров в феврале–апреле 2020 г. достиг величины  $0,35 \text{ км}^3$ , а также продолжение развития Нейтринной программы Института в целом с ее новыми научными результатами, полученными в экспериментах с участием ОИЯИ;

— развитие программы пользователей спектрометров ИБР-2 и усилия, предпринимаемые Лабораторией нейтронной физики для удовлетворения запросов пользователей путем обновления графика работы ИБР-2, который был изменен ввиду ограничений, связанных с пандемией COVID-19;

— успехи в развитии Многофункционального информационно-вычислительного комплекса, включая недавно осуществленную интеграцию посредством системы DIRAC Interware основных вычислительных ресурсов ОИЯИ: грид-компонентов Tier-1 и Tier-2, суперкомпьютера «Говорун», кластера NICA, кластера Национального автономного университета Мексики и ресурсов хранения данных ОИЯИ.

Ученый совет одобрил новые инициативы относительно формата сотрудничества между ОИЯИ и BMBF, которые будут сосредоточены на трех ключевых

направлениях, координируемых соответствующими руководящими комитетами: программа «Гейзенберг–Ландау», нейтронные исследования и программа для молодых ученых. Ученый совет отметил также ряд мероприятий и встреч, проведенных в рамках сотрудничества с Азербайджаном, Россией, Сербией, Францией, Южной Африкой, а также с ЦЕРН.

Ученый совет высоко оценил усилия, предпринимаемые дирекцией ОИЯИ по обеспечению конкурентоспособного уровня оплаты труда высококвалифицированного персонала ОИЯИ путем создания фонда стимулирования и разработки соответствующего положения о его использовании.

Ученый совет приветствовал подготовку дирекцией ОИЯИ плана мероприятий на 2021 г., посвященных празднованию 65-летия Института (26 марта 2021 г.) в ОИЯИ и странах-участниках.

**Рекомендации в связи с работой ПКК.** Ученый совет принял к сведению рекомендации, выработанные на сессиях программно-консультативных комитетов в июне–июле 2020 г. и представленные председателем ПКК по физике частиц И. Церруя, председателем ПКК по ядерной физике М. Левитовичем и председателем ПКК



Дубна, октябрь. Фотовыставка «Байкал. Охотники за нейтрино». Автор фотографий — участник международной коллаборации «Байкал» Б. А. Шайбонов

Dubna, October. Photo exhibition “Baikal. Neutrino Hunters”. The author of photos is B. Shaibonov, a participant of the Baikal international collaboration



по физике конденсированных сред Д. Л. Надем. Ученый совет просил дирекцию ОИЯИ учесть эти рекомендации при формировании Проблемно-тематического плана на научно-исследовательских работ и международного сотрудничества ОИЯИ на 2021 г.

**Физика частиц.** Ученый совет с удовлетворением отметил, что, вопреки тяжелой ситуации с пандемией коронавируса, проект «Нуклотрон–NICA», включая инфраструктуру Лаборатории физики высоких энергий, реализовывался без задержек и, в основном, в нужном темпе. В частности, несмотря на двухмесячный простой, испытания основных систем бустера были завершены и начата подготовка к запуску синхротрона бустера. Ученый совет разделил обеспокоенность ПКК по физике частиц по поводу отсутствия достаточной рабочей силы для строительства и испытания магнитов коллайдера и призвал руководство ОИЯИ предпринять необходимые шаги для решения этой проблемы. Ученый совет поддержал просьбу ПКК как можно скорее обеспечить максимально доступную энергию нуклотрона 4,5 ГэВ/нуклон.

Ученый совет высоко оценил усилия команды BM@N, направленные на модернизацию детектора для сеансов по физике тяжелых ионов, запланированных на 2021 г. и далее, а также на завершение анализа данных по короткодействующим корреляциям пар нуклонов в реакциях с обратной кинематикой, измеренных на нуклотроне.

Ученый совет отметил успехи в сборке и производстве большинства компонентов детектора MPD, предусмотренных его начальной конфигурацией, а также в производстве внутренней трековой системы. Вместе с Программно-консультативным комитетом по физике частиц Ученый совет обеспокоен задержкой в создании ECAL и ее влиянием на выполнение физической программы, поскольку на первом этапе в настоящее время предусмотрена работа только половины детектора, а запуск второй половины ожидается на более позднем этапе. Ученый совет высоко оценил моделирование физических процессов при подготовке экспериментов на первых пучках ядер на MPD и приветствовал планы по активизации этих усилий. Ученый совет поддержал рекомендацию ПКК продлить проект MPD до конца 2025 г. с первым приоритетом.

Ученый совет призвал группу ОИЯИ в эксперименте COMPASS расширить свое участие в анализе данных и развивать совместные работы в физическом анализе, чтобы обеспечить научное признание двадцатилетней работы группы в этом проекте. По завершении проекта в 2022 г. группе следует проработать новые возможности, такие как участие в проектах MPD и SPD, где ее опыт, безусловно, необходим. Ученый совет одобрил рекомендацию Программно-консультативного комитета о продлении проекта COMPASS-II до конца 2022 г. с первым приоритетом.

ly impact the overall schedule of the NICA project. The Scientific Council endorsed the PAC's request that the Nuclotron maximum energy of 4.5 GeV/nucleon should be available as soon as possible.

The Scientific Council appreciated the efforts of the BM@N team on upgrading the detector for the heavy-ion physics runs planned for 2021 and beyond and on completion of the analysis of short-range correlations of nucleon pairs in inverse kinematic reactions measured at the Nuclotron.

The Scientific Council welcomed the steady progress in the assembly and production of most of the MPD detector components foreseen in the first-stage configuration as well as in the production of the Inner Tracking System. At the same time the Scientific Council shared the concern of the Programme Advisory Committee for Particle Physics regarding the delay in the ECAL construction and the resulting impact on the physics programme, with only half of the coverage foreseen now at the first stage while the second half is expected at a later stage. The Scientific Council appreciated the ongoing Monte Carlo simulations of the detector and physics processes in preparation for the first beams in MPD, and welcomed the plans to intensify these efforts. The Scientific Council supported the PAC's recom-

mendation on extension of the MPD project until the end of 2025 with first priority.

The Scientific Council encouraged the JINR team in the COMPASS experiment to enhance its participation in the data analysis and develop collaborative work for the physics exploitation of the data in order to secure scientific recognition of the group's two-decade-long work in COMPASS. By the project completion in 2022, the group should explore new opportunities like e.g. MPD and SPD where its experience is certainly very much needed. The Scientific Council endorsed the Programme Advisory Committee's recommendation concerning extension of the COMPASS-II project until the end of 2022 with first priority.

The Scientific Council recognized that the TAIGA project has a solid in-house component with significant international participation. The JINR group is playing an important role in the TAIGA collaboration for the design and production of the Imaging Atmospheric Cherenkov Telescopes (IACTs), but its participation in the data analysis should be strengthened. Publication of the methodological results obtained by the group should be carried out more actively. The Scientific Council endorsed the PAC's recommendation on extension of the TAIGA project until the end of 2023 with first priority.

The Scientific Council appreciated the high quality of the work performed by the JINR group in the Daya Bay and

Ученый совет отметил, что проект TAIGA имеет солидную составляющую, обеспеченную внутренними ресурсами, и значительное международное участие. Группа ОИЯИ играет важную роль в сотрудничестве TAIGA по разработке и производству атмосферных черенковских телескопов, но участие группы в анализе данных следует усилить. Публикация полученных группой методических результатов должна осуществляться более активно. Ученый совет одобрил рекомендацию Программно-консультативного комитета продлить проект TAIGA до конца 2023 г. с первым приоритетом.

Ученый совет отметил высокое качество работы, выполненной группой ОИЯИ в экспериментах Daya Bay и JUNO. Группа внесла вклад во многие важные системы обоих детекторов, что было признано и отражено в структуре управления коллаборацией. Ученый совет поддержал планы по участию ОИЯИ в анализе данных эксперимента Daya Bay и в разработке, создании и вводе в эксплуатацию детектора JUNO. Ученый совет одобрил рекомендацию Программно-консультативного комитета о продлении участия ОИЯИ в проекте JUNO до конца 2023 г. с первым приоритетом.

Принимая во внимание заметную роль группы ОИЯИ в эксперименте NOvA и планы ее дальнейшего продвижения в области передовых исследований по нейтринной физике в эксперименте DUNE, Ученый совет поддержал рекомендации ПКК продолжить уча-

стие ОИЯИ в NOvA и одобрить участие в DUNE до 2023 г. с первым приоритетом. Ученый совет также поддержал просьбу ПКК к дирекции ОИЯИ предоставить необходимые ресурсы для проекта DUNE, чтобы гарантировать значимое участие, считая, что группа ОИЯИ должна играть роль плацдарма для будущего присоединения к проекту еще большего числа групп, связанных с ОИЯИ.

**Ядерная физика.** Ученый совет одобрил ход работ на фабрике сверхтяжелых элементов (СТЭ), рассмотренный Программно-консультативным комитетом по ядерной физике. В настоящее время на ускорителе ДЦ-280 испытана работа системы «flat-top», что привело к увеличению эффективности получения пучков тяжелых ионов. На газонаполненном сепараторе ГНС-2 создается система дифференциальной откачки, использование которой позволит проводить эксперименты на пучках ДЦ-280 предельно высокой интенсивности. Все запланированные ранее тестовые эксперименты завершены. Подготовлен первый эксперимент на фабрике СТЭ по получению изотопов московия в реакции  $^{48}\text{Ca} + ^{243}\text{Am}$ . Америциевая мишень установлена в мишенный узел и протестирована.

Ученый совет поддержал рекомендации Программно-консультативного комитета по завершающейся теме «Совершенствование фазотрона ЛЯП (ОИЯИ) и разработка циклотронов для физических и прикладных исследований». Благодаря модернизации фа-

JUNO experiments. The contributions of the JINR group to both experiments made in many important systems of the detectors are acknowledged and imprinted in the structure of the collaboration management. The Scientific Council supported the plans of the JINR team in the data analysis of the Daya Bay experiment and in the development, construction and commissioning of the JUNO project. The Scientific Council endorsed the Programme Advisory Committee's recommendation to continue the participation in the JUNO project until the end of 2023 with first priority.

Taking into account the visible role of the JINR group in the NOvA experiment and its solid plans for further advances in forefront neutrino physics research with the DUNE experiment, the Scientific Council, supported the PAC's recommendation on continuation of NOvA and approval of the group's participation in DUNE, both until 2023 with first priority. It also supported the PAC's proposal to the JINR Directorate to provide the necessary resources to the DUNE project in order to guarantee visible participation of the JINR group and to encourage the group to play the role of bridgehead for the future joining of more groups associated with JINR.

**Nuclear Physics.** The Scientific Council commended the progress of work on the Factory of Superheavy Elements (SHE Factory) reviewed by the Programme

Advisory Committee for Nuclear Physics. At present, the "flat-top" system at the DC-280 cyclotron has been tested, leading to further increase in the efficiency of production of heavy-ion beams. A differential pumping system is being constructed at the GFS-2 gas-filled separator to accept the highest possible ion current produced by DC-280. All previously scheduled test experiments have been completed. The first experiment to produce moscovium isotopes in the  $^{48}\text{Ca} + ^{243}\text{Am}$  reaction at the SHE Factory has been prepared. The americium target has been installed and tested.

The Scientific Council supported the Programme Advisory Committee's recommendations on the concluding theme "Improvement of the JINR DLNP Phasotron and Design of Cyclotrons for Fundamental and Applied Research". As a result of the upgrade of the Phasotron and its beam lines, a stable operation of the accelerator was ensured for an average of 1000 hours per year, of which about 80% was used for medical research. Research under the theme was focused mostly on developing and improving cyclotrons used in hadron therapy. The most important activities were carried out in collaboration with the Institute of Nuclear Physics of the Polish Academy of Sciences (Kraków, Poland) on the modernization of the conventional IAC-144 cyclotron and with the Institute of Plasma Physics of the Chinese Academy of Sciences (Hefei, PRC) on the

зотрона и трактов пучков была обеспечена стабильная работа ускорителя в среднем 1000 часов в год, около 80% из которых потрачены на медицинские цели. Исследования по теме в основном фокусировались на разработке и совершенствовании циклотронов, используемых в адронной терапии. Наиболее важные работы были проведены в сотрудничестве с Институтом ядерной физики Польской академии наук (Краков, Польша) по модернизации циклотрона АИЦ-144 и с Институтом физики плазмы Китайской академии наук (Хэфэй, КНР) по проектированию и созданию сверхпроводящего изохронного циклотрона SC200 для протонной терапии. Также был разработан физический проект компактного сверхпроводящего циклотрона SC230, имеющего необходимый уровень магнитного поля при меньших размерах.

Ученый совет повторил рекомендацию ПКК для дирекции Лаборатории ядерных проблем рассмотреть возможность продолжения деятельности в области разработки, создания и модернизации циклотронов в рамках одной из тем этой лаборатории. Ученый совет рекомендовал дирекции ОИЯИ в ближайшее время принять решение по биомедицинскому исследовательскому центру с соответствующим протонным ускорителем и вкладу ОИЯИ в будущий медицинский комплекс протонной терапии.

Ученый совет отметил важность для ОИЯИ и стран-участниц ускорителя ЭГ-5, по которому требуется

дальнейшая модернизация или покупка нового ускорителя с аналогичными конструкторскими параметрами. По мнению ПКК, наиболее эффективным решением с точки зрения затрат является модернизация этого ускорителя. Ученый совет поддержал рекомендацию ПКК по подготовке и открытию проекта модернизации ЭГ-5 и сопутствующей экспериментальной инфраструктуры в рамках темы «Исследования взаимодействия нейтронов с ядрами и свойств нейтрона» с финансированием в рамках бюджета текущего Семилетнего плана развития ОИЯИ, начиная с 2021 г.

Ученый совет поддержал рекомендацию по открытию проекта «Измерение обычного мюонного захвата для проверки ядерных матричных элементов  $2\beta$ -распадов (проект MONUMENT)» на 2021–2023 гг. с первым приоритетом. Целью данного проекта является проведение экспериментальных измерений мюонного захвата на нескольких дочерних, по отношению к кандидатам на двойной  $\beta$ -распад, ядрах. Постановка таких экспериментов важна для проверки точности теоретических расчетов ядерных матричных элементов. Измерения мюонного захвата будут проводиться на мезонной фабрике Института им. П. Шеррера (PSI) в Швейцарии.

**Физика конденсированных сред.** Ученый совет отметил результаты, достигнутые в направлении технического проектирования реактора ИБР-3 — будущего нового источника нейтронов ОИЯИ, а также начало

design and manufacture of the SC200 superconducting isochronous cyclotron for proton therapy. A design of the SC230 compact superconducting cyclotron with smaller dimensions and the required magnetic field level was also developed.

The Scientific Council concurred with the PAC's recommendation that the Directorate of the Dzhelpev Laboratory of Nuclear Problems should consider continuing the studies in the field of development, construction and upgrade of cyclotrons under one of the themes of this Laboratory. The Scientific Council recommended that the JINR Directorate make soon a decision on the Biomedical Research Centre with dedicated proton accelerator and JINR contribution to the future medical complex for proton therapy.

The Scientific Council noted the importance of the EG-5 accelerator for JINR and its Member States, which requires a modernization of the existing accelerator or a purchase of a new one with similar design parameters. In the opinion of the Programme Advisory Committee, the most cost-effective solution is the modernization of this accelerator. The Scientific Council supported the PAC's recommendation on the preparation and opening of a project to modernize the existing accelerator and associated experimental infrastructure activities under the theme "Investigations of Neutron Nuclear Interactions and

Properties of the Neutron" with financing from the budget of the current Seven-Year Plan for the Development of JINR, starting in 2021.

The Scientific Council supported the recommendation on the opening of the new project "Measurement of ordinary muon capture for testing nuclear matrix elements of  $2\beta$  decays (project MONUMENT)" for 2021–2023 with first priority. This project is aimed at carrying out experimental measurements of muon capture at several daughter candidates on  $2\beta$  decay nuclei. Obtained results would have high importance for checking the accuracy of theoretical calculations of nuclear matrix elements. The measurements of muon capture will be carried out at the meson factory of the Paul Scherrer Institute (PSI) in Switzerland.

**Condensed Matter Physics.** The Scientific Council noted the results achieved in the technical design of the IBR-3 reactor to be a new neutron source of JINR as well as the beginning of JINR's cooperation with the potential fuel manufacturer. Presently, the technical requirements for the next stage of designing the new neutron source — development of the Technical Proposal — have been identified and the contract for this work is being prepared.

The Scientific Council welcomed the continuous efforts in experimental studying and modelling of the neutron background at the spectrometers of the IBR-2 reactor

сотрудничества Института с потенциальным производителем топлива для реактора. Подготовлено техническое задание на следующий этап проектирования нового источника нейтронов — разработку технического предложения; идет процесс заключения договора на данную работу.

Ученый совет одобрил продолжение работ по экспериментальному изучению и моделированию нейтронной фоновой обстановки на спектрометрах ИБР-2 и по поиску средств подавления фонов на выведенных пучках ИБР-2. Ученый совет поддержал рекомендацию ПКК по физике конденсированных сред глубже проработать техническое задание для ИБР-3 и продолжить в ЛНФ работы по изучению и подавлению фона нейтронов на спектрометрах ИБР-2.

Ученый совет принял к сведению информацию о последних разработках, касающихся совместной установки для структурных исследований с использованием синхротронного рентгеновского излучения в Национальном центре синхротронного излучения SOLARIS, и согласился с ПКК в том, что совместные усилия ОИЯИ и SOLARIS по созданию лаборатории SOLCRYС позволят расширить набор подходов к исследованию конденсированных сред в ОИЯИ. Ученый совет разделяет мнение ПКК о необходимости уделять пристальное внимание деталям проектирования лаборатории SOLCRYС.

Ученый совет поддержал рекомендации ПКК по темам и проектам, ранее одобренным к завершению в 2020 г., а также по новым темам и проектам. Эти рекомендации включают:

— закрытие темы «Исследования конденсированного состояния вещества с использованием современных методов нейтронографии» и открытие новой темы «Исследования функциональных материалов и наносистем с использованием рассеяния нейтронов» на 2021–2025 гг. вместе с новым проектом «Создание спектрометра неупругого рассеяния нейтронов в обратной геометрии на реакторе ИБР-2» на 2021–2023 гг.;

— закрытие темы «Развитие экспериментальной базы для проведения исследований конденсированных сред на пучках ИЯУ ИБР-2» и открытие новой темы «Научно-методические исследования и разработки для изучения конденсированных сред на нейтронных пучках ИБР-2» на 2021–2025 гг.; закрытие проектов ДОР и ДТМ, а также открытие нового проекта данной темы «Создание широкоапертурного детектора обратного рассеяния (ДОР) для дифрактометра ФДВР» на 2021–2023 гг.;

— закрытие проекта «Система нейтронного operando-мониторинга и диагностики материалов и интерфейсов для электрохимических накопителей энергии на ИЯУ ИБР-2»;

— продление темы «Современные тенденции и разработки в области рамановской микроспектроско-

as well as in search for means of suppressing the backgrounds at its extracted beams. The Scientific Council supported the recommendation of the Programme Advisory Committee for Condensed Matter Physics towards deeper elaboration of the IBR-3 technical proposal and continuation of the activities of the Frank Laboratory of Neutron Physics on studying and suppressing neutron background at the IBR-2 spectrometers.

The Scientific Council took note of the recent developments regarding the joint facility for structural research using synchrotron X-rays at the SOLARIS National Synchrotron Radiation Centre and agreed with the PAC that these JINR–SOLARIS collaborative efforts in building the SOLCRYС laboratory would extend the range of condensed matter research approaches at JINR. The Scientific Council shared the PAC's opinion that close attention should be paid to the design details of the SOLCRYС laboratory.

The Scientific Council supported the PAC's recommendations on themes and projects previously approved for completion in 2020 as well as on new themes and projects. These recommendations concern:

— closure of the theme “Investigations of Condensed Matter by Modern Neutron Scattering Methods” and opening of a new theme “Investigations of Functional Materials

and Nanosystems Using Neutron Scattering” for 2021–2025 with a new project “Development of inverse geometry inelastic neutron scattering spectrometer at the IBR-2 reactor” for 2021–2023;

— closure of the theme “Development of Experimental Facilities for Condensed Matter Investigations with Beams of the IBR-2 Facility” and opening of a new theme “Scientific and Methodological Research and Developments for Condensed Matter Investigations with IBR-2 Neutron Beams” for 2021–2025; closure of the BSD and PTH projects and opening of a new project of this theme “Construction of a wide-aperture backscattering detector (BSD) for the HRFD diffractometer” for 2021–2023;

— closure of the project “A system for neutron operando monitoring and diagnostics of materials and interfaces for electrochemical energy storage devices at the IBR-2 reactor”;

— extension of the theme “Modern Trends and Developments in Raman Microspectroscopy and Photoluminescence for Condensed Matter Studies” for 2021–2023; closure of the Nanobiophotonics project and opening of the Biophotonics project for 2021–2023;

— extension of the theme and project “Novel Semiconductor Detectors for Fundamental and Applied Re-

пии и фотолюминесценции для исследований конденсированных сред» на период 2021–2023 гг.; закрытие проекта «Нанобиофотоника» и открытие нового проекта «Биофотоника» на 2021–2023 гг.;

— продление темы и проекта «Новые полупроводниковые детекторы для фундаментальных и прикладных исследований» и проекта ПАС («Позитронная аннигиляционная спектроскопия») на 2021–2023 гг.;

— открытие нового проекта «Изучение радиопротекторных свойств белка Damage suppressor (Dsup) на модельном объекте *D. melanogaster* и культуре клеток человека HEK293T» на 2021–2022 гг. в рамках темы «Проведение медико-биологических и радиационно-генетических исследований с использованием различных типов ионизирующих излучений»;

— продление темы и проекта «Исследования биологического действия тяжелых заряженных частиц различных энергий» на 2021–2023 гг.

Ученый совет приветствовал продолжение деятельности в рамках темы «Методы, алгоритмы и программное обеспечение для моделирования физических систем, математической обработки и анализа экспериментальных данных», одобренной ПКК.

**Утверждение в должностях заместителей директора ЛЯР.** Ученый совет утвердил А. В. Еремина и Г. Каминьского в должностях заместителей директора Лаборатории ядерных реакций им. Г. Н. Флерова

(ЛЯР) до окончания срока полномочий директора ЛЯР С. И. Сидорчука.

**Награды и премии.** Ученый совет утвердил предложение директора ОИЯИ В. А. Матвеева о присвоении звания «Почетный доктор ОИЯИ» И. Вильгельму (Чехия), М. Спиро (Франция) и И. Церруя (Израиль) за выдающийся вклад в развитие науки и подготовку молодых ученых.

Ученый совет утвердил решение жюри, представленное членом жюри В. Н. Швецовым, о присуждении премии им. В. П. Дзелепова Е. П. Шабалину (ЛНФ ОИЯИ) за разработку и создание на ИБР-2 единственного в мире гетерогенного криогенного замедлителя нейтронов.

search” for 2021–2023 and of the PAS (Positron Annihilation Spectroscopy) project for 2021–2023;

— opening of the new project “Study of the radioprotective properties of the Damage Suppressor (Dsup) protein on a model organism *D. melanogaster* and human cell culture HEK293T” for 2021–2022 within the theme “Biomedical and Radiation-Genetic Studies Using Different Types of Ionizing Radiation”;

— extension of the theme and project “Research on the Biological Effect of Heavy Charged Particles with Different Energies” for 2021–2023.

The Scientific Council welcomed further continuation of activities within the theme “Methods, Algorithms and Software for Modeling Physical Systems, Mathematical Processing and Analysis of Experimental Data” which was positively reviewed by the PAC.

**Endorsement of Appointments of FLNR Deputy Directors.** The Scientific Council endorsed the appointment of A. Yeremin and G. Kamiński as Deputy Directors of the Flerov Laboratory of Nuclear Reactions (FLNR), until the completion of the term of office of FLNR Director S. Sidorchuk.

**Awards and Prizes.** The Scientific Council approved the proposal by JINR Director V. Matveev to award the title “Honorary Doctor of JINR” to M. Spiro (France), I. Tserruya (Israel), and I. Wilhelm (Czech Republic), in recognition of their outstanding contributions to the advancement of science and the education of young scientists.

The Scientific Council approved the recommendation of the Jury presented by its member, V. Shvetsov, on the award of the V. Dzhelepov Prize to E. Shabalin (FLNP, JINR) for the development and construction of the world’s unique heterogeneous cryogenic neutron moderator at IBR-2.

**Заместитель директора Лаборатории ядерных  
реакций им. Г. Н. Флерова по научной работе  
А. В. ЕРЕМИН**

Александр Владимирович Еремин — кандидат физико-математических наук.

*Дата и место рождения:*

14 ноября 1956 г., Магнитогорск, СССР

*Образование, ученые степени:*

1980 Физический факультет, Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова

1995 Кандидат физико-математических наук («Сепарация продуктов реакций полного слияния на пучке тяжелых ионов. Установка ВАСИЛИСА»)

*Профессиональная деятельность:*

1980–1987 Стажер-исследователь, младший научный сотрудник ЛЯР ОИЯИ

1987–1989 Научный сотрудник ЛЯР

1989–1997 Начальник группы ЛЯР

1997–2020 Начальник сектора ЛЯР

С 2020 Заместитель директора по научной работе ЛЯР

*Научно-организационная деятельность:*

С 1997 Член Российской академии естественных наук

*Научно-педагогическая деятельность:*

С 2008 Доцент кафедры ядерной физики государственного университета «Дубна» (чтение курсов лекций, проведение семинаров, физического практикума)

*Научные интересы:*

Методики исследований на ускоренных пучках тяжелых ионов; механизмы ядерных реакций; структура изотопов трансфермиевых ядер;  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -спектроскопия; спонтанное деление.

*Научные труды:*

Соавтор более 150 научных публикаций

*Премии и награды:*

1987 Первая премия ОИЯИ за работу «Сепаратор компанд-ядер на пучке тяжелых ионов ВАСИЛИСА»

2001 Первая премия ОИЯИ за работу «Синтез изотопов 114-го элемента в реакциях  $^{242}\text{Pu} + ^{48}\text{Ca}$ ,  $^{244}\text{Pu} + ^{48}\text{Ca}$ »

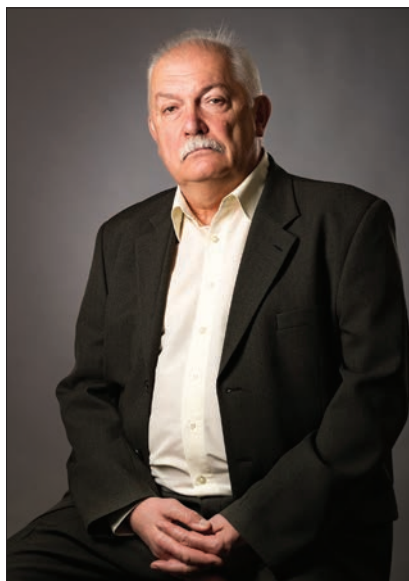
2003 Вторая премия ОИЯИ за работу «Кинематический сепаратор ВАСИЛИСА-2»

2004 Вторая премия ОИЯИ за работу «Химическая идентификация Db как продукта распада элемента 115 в реакции  $^{48}\text{Ca} + ^{243}\text{Am}$ »

2007 Первая премия ОИЯИ за работу «Химическая идентификация и изучение свойств элементов 112 и 114»

2007 Вторая премия ОИЯИ за работу «Создание комбинированной детектирующей установки GABRIELA в фокальной плоскости сепаратора ВАСИЛИСА: регистрация  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -распадов изотопов трансфермиевых элементов»

2010 Вторая премия ОИЯИ за работу «Модернизация детектирующей системы сепаратора ВАСИЛИСА:



**A. V. YEREMIN**

**Deputy Director of the Flerov Laboratory  
of Nuclear Reactions**

Alexander Vladimirovich Yeremin, Candidate of Physics and Mathematics.

*Date and place of birth:*

14 November 1956, Magnitogorsk, the USSR

*Education, degrees:*

1980 Physics Department, Lomonosov Moscow State University

1995 Candidate of Physics and Mathematics (“Separation of the products of complete fusion reactions with heavy ion beam. VASSILISSA installation”)

*Professional career:*

1980–1987 Junior Researcher, FLNR, JINR

1987–1989 Researcher, FLNR

1989–1997 Head of Research Group, FLNR

1997–2020 Head of Research Sector, FLNR

Since 2020 Deputy Director on Science, FLNR

*Scientific and organizational activity:*

Since 1997 Member of the Russian Academy of Natural Sciences

*Scientific and educational activity:*

Since 2008 Associate Professor of the Nuclear Physics Department of Dubna State University (lectorship, conduction of seminars and practical work)

*Scientific interests:*

Methods of accelerated heavy ion beam research; dynamics of the complete fusion reactions; structure of the isotopes of transfermium nuclei;  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  spectroscopy; spontaneous fission

*Scientific works:*

Co-author of more than 150 scientific publications

*Prizes and awards:*

1987 JINR First Prize for the paper “Separator of compound nuclei on heavy ion beams VASSILISSA”

2001 JINR First Prize for the paper “Synthesis of the isotopes of element 114 in the reactions  $^{242}\text{Pu} + ^{48}\text{Ca}$ ,  $^{244}\text{Pu} + ^{48}\text{Ca}$ ”

2003 JINR Second Prize for the paper “Kinematic separator VASSILISSA-2”

2004 JINR Second Prize for the paper “Chemical identification of Db as product of decay of element 115 in the reaction  $^{48}\text{Ca} + ^{243}\text{Am}$ ”

2007 JINR First Prize for the paper “Chemical identification and study of properties of elements 112 and 114”

2007 JINR Second Prize for the paper “Creation of combined detector set-up GABRIELA at the focal plane of VASSILISSA separator: Detection of  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  decays of the isotopes of transfermium elements”

2010 JINR Second Prize for the paper “Modernization of the detection system of VASSILISSA separator: Creation of

создание детектора для изучения характеристик спонтанного деления короткоживущих тяжелых ядер»

2015 Первая премия ОИЯИ за работу «Создание кинематического сепаратора (фильтра скоростей) SHELS»

2016 Первая премия ОИЯИ за работу «Изучение характеристик спонтанного деления короткоживущих изотопов трансфермиевых элементов»

**Заместитель директора Лаборатории  
ядерных реакций им. Г. Н. Флерова  
Г. КАМИНЬСКИ**

Гжегож Каминьски — кандидат физико-математических наук.

*Дата и место рождения:*

12 марта 1979 г., Пшисуха, Польша

*Образование, ученые степени:*

1998–2003 Физический факультет, Университет им. Я. Кохановского в Кельцах

2013 Кандидат физико-математических наук («Анализ механизмов образования продуктов реакции с  $2 \leq Z \leq 12$  в ядерно-ядерных столкновениях в области энергий Ферми»)

*Профессиональная деятельность:*

2003–2019 Младший научный сотрудник, научный сотрудник, старший научный сотрудник ЛЯР ОИЯИ  
С 2020 Заместитель директора по научной работе ЛЯР

*Научно-организационная деятельность:*

С 2015 Член Научно-технического совета ЛЯР

*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, бета-распад и спектроскопия ядерных распадов: изучение свойств бета-распада (измерение периодов полураспада и вероятности испускания протонов в бета-задержанных распадах), работа с газовыми детекторами, времяпроекционной камерой и активной газовой мишенью

*Научные труды:*

Соавтор более 40 научных публикаций

*Премии и награды:*

2017 Первая премия ОИЯИ за работу «Изучение экзотических радиоактивных распадов с использованием трекинга: проект EXPERT»

detector for investigations of spontaneous fission properties of short-lived heavy nuclei”

2015 JINR First Prize for the paper “Creation of the kinematic separator (velocity filter) SHELS”

2016 JINR First Prize for the paper “Study of spontaneous fission properties of short-lived isotopes of transfermium elements”

**G. KAMIŃSKI**

**Deputy Director of the Flerov Laboratory  
of Nuclear Reactions**

Grzegorz Kamiński, Doctor of Philosophy in Nuclear Physics.

*Date and place of birth:*

12 March 1979, Przysucha, Poland

*Education, degrees:*

1998–2003 Faculty of Physics, Jan Kochanowski University in Kielce

2013 Doctor of Physics (“Analysis of production mechanisms of forward emitted fragments with  $2 \leq Z \leq 12$  in nucleus–nucleus collisions in the Fermi energy domain”)

*Professional career:*

2003–2019 Junior Researcher, Researcher, Senior Researcher, FLNR, JINR

Since 2020 Deputy Director for scientific and organizational activities, FLNR

*Scientific and organizational activity:*

Since 2015 Member of the Science and Technology Council of FLNR

*Scientific interests:*

Experimental nuclear physics, gaseous detectors, fragmentation reaction mechanisms, nuclear reaction codes, study of reaction kinematics, velocity and energy dissipation at intermediate energy reactions, study of beta-decay properties (half-lives and beta-delayed proton-emission probabilities), beta-delayed spectroscopy, production of radioactive ion beams, in-flight separators (ACCULINNA-2); beta-delayed particle detection (Optical Time Projection Chamber spectrometer), neutron detectors (stilbene crystals array), beam diagnostics (ionization beam profile monitor), Active Target Time Projection Chamber

*Scientific works:*

Co-author of more than 40 scientific publications

*Honors and fellowships:*

2017 JINR First Prize in Physics Instruments and Methods for the paper “EXPERT — EXotic Particle Emission and Radioactivity by Tracking”



**9 июля** в Доме международных совещаний ОИЯИ состоялось очередное совещание дирекции Института, проходившее частично в режиме видеоконференции. Директор ОИЯИ В. А. Матвеев рассказал о важных результатах первой половины 2020 г., в числе которых работа над стратегией развития ОИЯИ до 2030 г., успешный переход к новой системе защиты диссертаций, совершенствование процедуры приема специалистов из стран-участниц, продвижение работ по ремонту общежития на Московской, 2, а также озвучил ближайшие планы. Подводя основные итоги сессии КПП, утвердившей полновесный бюджет на 2020 г., директор отметил важность работы с кадрами, в частности, одобрил проведение анкетирования сотрудников из государств-членов Института, которое организовали ОМУС и совет руководителей землячеств.

С анализом результатов анкетирования сотрудников из государств-членов ОИЯИ выступил вице-директор Института Р. Ледницки, дистанционными содокладчиками стали помощник руководителя УНОРиМС ОИЯИ В. Хмелевски и начальник отдела международных связей Д. В. Каманин. С комментариями по итогам анкетирования на совещании выступили А. В. Рузаев, А. А. Котова, Д. И. Казаков, В. Д. Кекелидзе, А. В. Тамонов, М. П. Васильев, а также представители УГРК, УХО, АТХ, службы безопасности.

Первый вице-директор Института Г. В. Трубников сообщил участникам совещания о результатах работы координационного комитета ВМБФ—ОИЯИ. В частности, по словам докладчика, был затронут вопрос закрепления статуса ФРГ в проекте «Комплекс NICA» в качестве ассоциированного члена наблюдательного совета с перспективой повышения статуса до полноправного членства ФРГ в ОИЯИ, что позволит в полной мере реализовать потенциал сотрудничества. С комментариями выступили В. Н. Швецов, Б. Ю. Шарков, Р. В. Джолос.

О начале подготовки мероприятий, посвященных 65-летию образования ОИЯИ, и первом заседании рабочей группы по подготовке к юбилею рассказал вице-директор ОИЯИ С. Н. Дмитриев. Своими мнениями по этому поводу поделились В. А. Матвеев, Ю. Ц. Оганесян, Г. В. Трубников, Б. Ю. Шарков, В. В. Кореньков.

Были зачитаны поздравления от министра науки и высшего образования РФ В. Н. Фалькова и от дирекции ОИЯИ коллективу сотрудников ЛЯР им. Г. Н. Флерова под руководством Ю. Ц. Оганесяна в связи с разработкой и успешной реализацией проекта ускорительного комплекса фабрики сверхтяжелых элементов. В составе авторского коллектива: Ю. Ц. Оганесян — научный руководитель проекта, В. А. Матвеев — председатель координационного совета по созданию фабрики СТЭ,

A regular meeting of the JINR Directorate took place **on 9 July** in the International Conference Hall. It was partially held via videoconference. JINR Director V. Matveev spoke about important results of the first half of 2020, including work on the strategy of JINR development up to 2030, the successful transition to the new system of defending theses, improvement of the procedure of accepting specialists from Member States, progress in repair work at the hostel in Moskovskaya street 2, and mentioned plans for the near future. Summing up the main results of the CP session that approved the full budget for 2020, the Director mentioned the importance of work with staff; in particular, he approved of the questionnaire for staff members of JINR Member States that was organized by AYSS and the council of national group leaders.

JINR Vice-Director R. Lednický analyzed the questioning of staff from JINR Member States; remote co-speakers were Assistant to Head of the JINR Science Organization & International Cooperation Office W. Chmielowski and Head of the International Cooperation Department D. Kamanin. Comments and remarks on questioning results were made by A. Ruzaev, A. Kotova, D. Kazakov, V. Kekelidze, A. Tamonov, M. Vasiliev, and representatives of the Hotel & Restaurant

Complex Management Office, the Administration Services Office, the Transport Department, and the Security Office.

JINR First Vice-Director G. Trubnikov informed the participants of the meeting about the results of the work of the BMBF—JINR coordinating committee. In particular, he discussed the issue of enhancing the status of Germany in the project “NICA Complex” as an associate member of the supervisory committee with prospects to make the status of a full member at JINR that would allow implementing the cooperation potential to the full extent. V. Shvetsov, B. Sharkov, and R. Jolos made their comments.

JINR Vice-Director S. Dmitriev spoke about the start of preparations for the 65th anniversary of JINR establishment and the first meeting of the working group on the jubilee preparations. V. Matveev, Yu. Oganessian, G. Trubnikov, B. Sharkov, and V. Korenkov expressed their points of view.

The congratulations were read sent by RF Minister of Science and Higher Education V. Falkov and by the JINR Directorate to the community of staff members of the Flerov Laboratory of Nuclear Reactions headed by Yu. Oganessian for the idea, work-out and successful implementation of the project of the Factory of Super-



С. Н. Дмитриев — руководитель проекта, заместитель председателя координационного совета по созданию фабрики СТЭ, Г. Г. Гульбекян — технический руководитель проекта, а также ведущие разработчики проекта: Б. Н. Гикал — технический руководитель проекта создания циклотрона ДЦ-280, Н. В. Осипов — руководитель группы разработки конструкторской документации систем циклотрона ДЦ-280, И. В. Калагин — руководитель группы монтажа и запуска циклотрона ДЦ-280, С. Л. Богомолов — руководитель группы создания и запуска ЭЦР-источника ускорительного комплекса ДЦ-280, С. В. Пашченко — руководитель группы создания и запуска системы управления и контроля циклотронного комплекса ДЦ-280.

Об итогах сессии КПП и летних ПКК участников совещания проинформировали главный ученый секретарь ОИЯИ А. С. Сорин, вице-директора Р. Ледницки, С. Н. Дмитриев, Б. Ю. Шарков. С заключительным словом выступил директор Института В. А. Матвеев.

**20 июля** директор Института В. А. Матвеев вручил дипломы ОИЯИ о присуждении ученой степени защитившимся соискателям: сотрудникам ЛНФ Д. Сумхуу (Монголия) и А. В. Руткаускасу (Россия) и сотруднику ЛФВЭ М. М. Омеляненко (Россия).

В церемонии вручения дипломов также приняли участие первый вице-директор ОИЯИ Г. В. Трубников, вице-директор ОИЯИ В. Д. Кекелидзе, главный уче-

Дубна, 20 июля. Вручены дипломы ОИЯИ о присуждении ученой степени. На фото справа налево: Г. В. Трубников, В. Д. Кекелидзе, В. А. Матвеев, Д. Сумхуу, А. В. Руткаускас, М. М. Омеляненко, В. А. Арефьев, А. С. Сорин, О. В. Белов



Dubna, 20 July. The JINR diplomas on conferring academic degrees were awarded. In the photo from right to left: G. Trubnikov, V. Kekelidze, V. Matveev, D. Sumkhuu, A. Rutkauskas, M. Omelyanenko, V. Arefiev, A. Sorin and O. Belov

heavy Elements (SHE Factory). The leaders promoted by the Directorate are: Yu. Oganessian, FLNR Scientific Leader and Scientific Leader of the project, V. Matveev, JINR Director, Chairman of the Coordinating Committee for the creation of the SHE Factory, S. Dmitriev, FLNR Director (at the time of nomination), Leader of the project, Chairman of the Coordination Council for the creation of the SHE Factory, G. Gulbekian, FLNR Chief Engineer, Technical Leader of the project; as well as leading developers of the project: B. Gikal, Technical Leader of the DC-280 cyclotron creation, N. Osipov, Head of the Group for development of design documentation for the DC-280 systems, I. Kalagin, Head of the Group for assembling and launch of the DC-280 cyclotron, S. Bogomolov, Head of the Group for the creation and launch of the ECR source of the DC-280

accelerator complex, and S. Pashchenko, Head of the Group for the creation and launch of the control system of the DC-280 cyclotron complex.

JINR Chief Scientific Secretary A. Sorin, JINR Vice-Directors R. Lednický, S. Dmitriev and B. Sharkov informed the participants about the results of the CP session and summer PACs. Closing statements were made by JINR Director V. Matveev.

**On 20 July**, Director of the Institute V. Matveev presented JINR diplomas on conferring academic degrees on three applicants who had defended their theses: D. Sumkhuu (Mongolia), A. Rutkauskas (Russia) and M. Omelyanenko (Russia).

The awarding ceremony was also attended by JINR First Vice-Director G. Trubnikov, JINR Vice-Director



Дубна, 26 августа. Торжественное открытие года российско-китайского научно-технического и инновационного сотрудничества с участием делегации ОИЯИ по видеосвязи

Dubna, 26 August. The opening ceremony of the Year of Russian–Chinese Cooperation in Science, Technology and Innovation, assisted by the JINR delegation via videoconference

V. Kekelidze, Chief Scientific Secretary of the Institute A. Sorin, Scientific Secretary of the Qualification Committee O. Belov, and Scientific Secretary of the JINR Dissertation Council for Particle Physics V. Arefiev.

Congratulating the recipients of diplomas, the Director of the Institute noted an important role of the system of academic degrees conferring for the personnel support of the physical facilities under construction and planned for construction at JINR, as well as the role of supervisors of applicants for the preparation and defence of theses.

**On 26 August**, a JINR delegation took part in a solemn opening ceremony of the Year of Russian–Chinese Cooperation in Science, Technology, and Innovation scheduled for 2021. JINR First Vice-Director G. Trubnikov represented JINR at the official ceremony held as a videoconference. JINR Director V. Matveev, Leader of the NICA megascience project and JINR Vice-Director V. Kekelidze, as well as Head of the International Cooperation Department D. Kamanin were present in the videoconference hall at the JINR Directorate as observers of the event.

An Agreement between the Ministry of Science and Technology of the People's Republic of China and the Joint Institute for Nuclear Research was signed at the event on the participation of China in the construction and operation of the complex of superconducting rings

for heavy-ion colliding beams NICA. The parties have agreed to establish a Bilateral Coordinating Committee (BCC) with an equal number of representatives from each of the parties. The BCC shall be responsible for the resolution of technical and financial issues related to the participation of Chinese scientific organizations in the construction and operation of the NICA complex.

The Agreement was signed in the presence of high-ranking participants of the solemn opening ceremony of the Years at which Deputy Prime Minister of the Russian Government T. Golikova headed the Russian party and Vice-Premier of the State Council of China Sun Chunlan headed the Chinese party. On behalf of the Russian Federation and the People's Republic of China, the event was also attended by representatives of the cabinets, governments, administrative bodies, heads of academies of sciences, public and scientific organizations, agencies and foundations, as well as diplomatic representatives of the two countries.

During the opening ceremony of the Years, a Roadmap for Russian–Chinese cooperation in science, technology, and innovation for 2020–2025 was also signed. The document was signed by Minister of Science and Higher Education of the Russian Federation Valery Falkov and by Minister of Science and Technology of the People's Republic of China Wang Zhigang. The intention of the parties to support JINR–China cooperation is also reflected in this document.

ный секретарь А. С. Сорин, ученый секретарь квалификационной комиссии ОИЯИ О. В. Белов, ученый секретарь диссертационного совета по физике частиц ОИЯИ В. А. Арефьев.

Поздравляя новых кандидатов наук, директор Института отметил важную роль системы присуждения ученых степеней в кадровом обеспечении строящихся и планируемых к созданию в ОИЯИ физических установок, а также роль научных руководителей соискателей ученой степени в процессе подготовки и защиты диссертаций.

**26 августа** делегация ОИЯИ приняла участие в торжественном открытии года российско-китайского научно-технического и инновационного сотрудничества, мероприятия в рамках которого будут проводиться в 2021 г. На официальной церемонии, проходившей в формате видеоконференции, ОИЯИ представлял первый вице-директор Г. В. Трубников. В зале видеоконференций в качестве наблюдателей присутствовали директор Института В. А. Матвеев, руководитель проекта NICA вице-директор В. Д. Кекелидзе, а также начальник отдела международных связей Д. В. Каманин.

В ходе мероприятия было подписано Соглашение между Министерством науки и технологий КНР и ОИЯИ об участии КНР в строительстве и эксплуатации комплекса сверхпроводящих колец

на встречных пучках тяжелых ионов NICA. Стороны договорились создать двусторонний координационный комитет, включающий равное количество представителей от каждой из сторон, в компетенцию которого войдет решение технических и финансовых вопросов участия китайских научных организаций в строительстве и эксплуатации комплекса NICA.

Подписание проходило в присутствии высокопоставленных участников торжественного мероприятия, на котором российскую сторону возглавляла заместитель Председателя Правительства РФ Т. А. Голикова, а главой делегации КНР выступала заместитель Премьера Государственного совета КНР Сунь Чуньлань. Со стороны РФ и КНР в мероприятии принимали участие представители кабинетов министров, правительств, органов административного управления, главы академий наук, общественных и научных организаций, агентств и фондов, дипломатические представители двух стран.

Состоялось подписание дорожной карты российско-китайского сотрудничества в области науки, технологий и инноваций на период 2020–2025 гг. Подписи под документом поставили министр науки и высшего образования РФ В. Н. Фальков и министр науки и технологий КНР Ван Чжиган. В этом документе также нашло отражение намерение сторон поддержать сотрудничество ОИЯИ–КНР.

**On 15 September**, the ceremony of hybrid format was held for concluding the Russian–German Scientific and Educational Partnership Year 2018–2020 where JINR First Vice-Director G. Trubnikov took part. An exposition of JINR was displayed at the virtual innovation exhibition of leading scientific and educational organizations and funds from Russia and Germany dedicated to this event.

A videoconference “Russian–German dialogue in education and science: Creating future together” was organized as part of the event. The plenary discussion session “Dialogue in science and education: Prospects for the Russian–German cooperation” was attended by President of the German Academic Exchange Service J. Mukherjee, President of the Goethe University Frankfurt/Main B. Wolff, Vice-President of the Helmholtz Association of German Research Centres H. Dosch, President of the Technische Universität Berlin Ch. Thomsen, as well as Russian colleagues: Vice-President of the Russian Academy of Sciences Yu. Balega, Chairman of the Council of the Russian Foundation for Basic Research V. Panchenko, and NUST MISIS Acting Rector S. Salikhov. G. Trubnikov spoke about the INTEREST programme worked out at JINR to main-

tain the process of intense exchange of knowledge and experience with talented students and postgraduates beyond geographic borders, and invited young scientists to join this programme.

Among long-standing directions of Russian–German cooperation, joint research of ocean, near-Earth space and establishment of the research infrastructure were mentioned.

The winners of the competition “Russia and Germany: Scientific and educational bridges” were awarded at the Closing Ceremony of the Year. The project “The TAIGA Observatory — Russia and Germany open a new window to the Universe” was recognized as one of the winners of the competition in the category “Advanced Research” for successful long-term scientific cooperation. JINR actively participates in the TAIGA international experiment, which is one of the priority projects of JINR in the field of astrophysical research.

**On 21–25 September**, the Samara Region was one of the central regional sites of the 15th All-Russian Festival of Science NAUKA 0+, and JINR became the official representative of the topical week “Nuclear Physics”. Within its framework, scientists from JINR

**15 сентября** состоялась церемония завершения российско-германского года научно-образовательных партнерств 2018–2020, проходившая в смешанном формате, в которой принял участие первый вице-директор ОИЯИ Г.В. Трубников. На посвященной этому событию инновационной виртуальной выставке ведущих научно-образовательных организаций и фондов из России и Германии была представлена экспозиция ОИЯИ.

В рамках мероприятия была организована видеоконференция «Российско-германский диалог в образовании и науке: создавая будущее вместе». В пленарной дискуссионной сессии «Диалог в науке и образовании: перспективы российско-германского сотрудничества» принимали участие президент Германской службы академических обменов Д. Мукерджи, президент Института им. И. Гете Б. Вольфф, вице-президент Объединения им. Г. Гельмгольца Г. Дош, президент берлинского Технического университета К. Томсен, вице-президент РАН Ю. Ю. Балега, председатель Совета РФФИ В. Я. Панченко и и. о. ректора НИТУ «МИСиС» С. В. Салихов. Г. В. Трубников рассказал о программе International Remote Student Training (INTEREST),

созданной в ОИЯИ для сохранения процесса интенсивного обмена знаниями и опытом с талантливыми студентами и аспирантами независимо от географических границ, и пригласил молодых исследователей присоединиться к этой программе.

В числе долгосрочных направлений российско-германского сотрудничества были отмечены совместные исследования океана, околоземного космического пространства и создание соответствующей исследовательской инфраструктуры.

В ходе церемонии закрытия года состоялось награждение победителей конкурса «Россия и Германия: научно-образовательные мосты». Одним из его победителей в категории «Передовые исследования» за успешное долгосрочное научное сотрудничество был признан проект «Обсерватория TAIGA: Россия и Германия открывают новое окно во Вселенную». Объединенный институт является активным участником международного эксперимента TAIGA — одного из приоритетных проектов в области астрофизических исследований.

**21–25 сентября** в Самарской области, которая стала одной из центральных региональных



15 сентября. Церемония завершения российско-германского года научно-образовательных партнерств 2018–2020  
(Фото пресс-службы НИТУ МИСиС)

15 September. A closing ceremony of the Russian–German Scientific and Educational Partnership Year 2018–2020  
(Photo by the press service of NUST MISIS)

площадок 15-го Всероссийского фестиваля науки «НАУКА 0+», ОИЯИ выступил официальным представителем тематической недели «Физика ядра», в рамках которой научными сотрудниками Института была проведена серия научно-популярных мероприятий в онлайн-формате для Самарского национального исследовательского университета им. академика С.П.Королева. Посетители экспозиции в интерактивном формате могли познакомиться с масштабными научными задачами и будущими экспериментами коллайдера NICA, узнать об исследованиях в области физики ядра и элементарных частиц, принять участие в онлайн-конкурсе по теме ядерных исследований и мн. др.

Главной темой фестиваля 2020 г. стала «Физика будущего» — в связи с празднованием 75-летнего юбилея атомной промышленности России. Общие цели вложены и в ключевые задачи фестиваля — привлечь молодежь в науку, воспитать интерес к исследовательскому поиску через интерактивное вовлечение в научный процесс, наладить диалог между наукой и обществом.

Фестиваль продолжился 10 и 11 октября в Экспоцентре, открыв двери московской площадки «НАУКА 0+», где был представлен стенд ОИЯИ с макетами почти всех действующих установок, проходили лекции и презентации ученых, мастер-клас-

сы по тематикам физики, химии, робототехники, а также познавательные научные шоу для детей.

**22–23 сентября** ОИЯИ посетили представители Госкорпорации «Росатом»: заместитель генерального директора по науке и стратегии Ю.А.Оленин, директор направления научных исследований и разработок В.И.Ильгисонис, а также представители АО «Наука и инновации» ГК «Росатом» первый заместитель генерального директора А.В.Дуб и начальник управления Р.А.Афанасьев.

В ЛНФ делегацию приветствовал директор ЛНФ В.Н.Швецов с коллегами. Гости осмотрели исследовательский реактор ИБР-2, а также узнали о направлениях научных исследований лаборатории. В ЛЯР в сопровождении вице-директора ОИЯИ С.Н.Дмитриева и директора ЛЯР С.И.Сидорчука делегация ознакомилась с фабрикой сверхтяжелых элементов и исследованиями в области синтеза сверхтяжелых элементов. Экскурсию по ЛФВЭ для гостей провел директор лаборатории руководитель проекта NICA В.Д.Кекелидзе. Гости ознакомились с реализацией комплекса сверхпроводящих колец на встречных пучках тяжелых ионов NICA, побывали на стройплощадке проекта, а также на фабрике сверхпроводящих магнитов.

В заключение визита состоялась встреча с руководством ОИЯИ, на которой гостей приветство-

held on-line scientific popular events for Samara National Research University named after Academician S.Korolev. Visitors of the exposition could interactively get acquainted with large-scale scientific tasks and future experiments, the on-line competition on nuclear research, etc.

The main theme of the Festival 2020 was “Physics of Future” — in connection with the celebration of the 75th jubilee of atomic industry of Russia. The key tasks of the Festival were also common — to attract young people to science, to arouse interest in scientific research through interactive scientific process, and to establish dialogue between science and society.

The Festival was continued on 10–11 October in Expocentre in the Moscow site of NAUKA 0+, where a stand of JINR was displayed with mock-up models of almost all operational facilities, lectures and presentations were made by scientists, master classes were given in physics, chemistry, robotic science, and popular scientific shows were organized for children.

**On 22–23 September**, representatives of the Rosatom State Corporation Yu. Olenin, Deputy Director General for Science and Strategy, V. Ilgisonis, Director for Scientific and Technical Research and Deve-

lopment, as well as representatives of the Rosatom’s JSC “Nauka i innovatsii” A. Dub, First Deputy Director General, and R. Afanasiev, Managing Director, visited JINR.

The delegation visited the Frank Laboratory of Neutron Physics, where they were welcomed by FLNP Director V. Shvetsov and his colleagues. The guests visited the IBR-2 research reactor and learnt about the research fields of the Laboratory. At the Flerov Laboratory of Nuclear Reactions, the delegation, accompanied by JINR Vice-Director S. Dmitriev and FLNR Director S. Sidorchuk, was acquainted with the Factory of Superheavy Elements and the Laboratory’s research in the field of the synthesis of superheavy elements. The excursion to the Veksler and Baldin Laboratory of High Energy Physics was conducted by VBLHEP Director, Leader of the NICA megascience project V. Kekelidze. The guests learnt about the implementation of the complex of superconducting rings at colliding heavy-ion beams NICA, visited the construction site of the project, as well as the factory of superconducting magnets.

At the end of the visit, the delegation had a meeting with representatives of the JINR Directorate at which the guests were welcomed by JINR Director

вал директор Института академик В.А.Матвеев. Во встрече приняли участие первый вице-директор Г.В.Трубников, вице-директора С.Н.Дмитриев, В.Д.Кекелидзе и Б.Ю.Шарков, советник директора Г.А.Козлов и научный руководитель ЛЯР Ю.Ц.Оганесян. Стороны обсудили широкие возможности для развития сотрудничества, подтвердив обоюдную готовность наращивать взаимодействие в рамках подписанного в декабре 2019 г. соглашения между ОИЯИ и Росатомом.

**25 сентября** ОИЯИ посетила первый заместитель председателя Комитета Государственной Думы Федерального Собрания РФ по охране здоровья Н.П.Санина.

В дирекции ОИЯИ гостю приветствовал директор Института В.А.Матвеев. Во встрече также принимали участие первый вице-директор ОИЯИ Г.В.Трубников, помощник директора Института по радиационной медицине Г.Д.Ширков, заместитель директора ЛФВЭ Ю.К.Потребеников, руководитель Управления социальной инфраструктуры А.В.Тамонов, помощник главного инженера Института Е.Д.Углов. В ходе беседы были рассмо-

трены меры по интенсификации сотрудничества ОИЯИ и ФМБА на основе соглашения 2016 г., а также планы развития протонной терапии онкологических заболеваний на базе огромного опыта ОИЯИ и строительства в Дубне специализированного медицинского центра протонной терапии.

По окончании визита в ОИЯИ Н.П.Санина провела встречи с временно исполняющим полномочия главы Дубны С.А.Куликовым, а также руководством дубненской городской больницы: обсуждались вопросы создания сердечно-сосудистого отделения на базе городской больницы, санитарно-эпидемиологической безопасности в образовательных учреждениях города, профилактических осмотров на предприятиях, помощь городской больнице, а также возможность обновления детской поликлиники в правобережной части города.

**29 сентября** в работе заседания коллегии Минобрнауки РФ, которое провел министр науки и высшего образования РФ В.Н.Фальков, принимал участие первый вице-директор ОИЯИ Г.В.Трубников. Члены коллегии, представители научного сообщества и органов исполнительной власти регионов,



Дубна, 22–23 сентября. Визит в ОИЯИ представителей Госкорпорации «Росатом». Экскурсия в Лаборатории нейтронной физики им. И. М. Франка

Dubna, 22–23 September. Representatives of the Rosatom State Corporation on an excursion to the Frank Laboratory of Neutron Physics during their visit to JINR



Дубна, 25 сентября. Посещение ОИЯИ первым заместителем председателя Комитета Государственной Думы Федерального Собрания РФ по охране здоровья Н. П. Саниной (в центре)

Dubna, 25 September. Visit to JINR by First Deputy Chairman of the State Duma Committee on Health Protection of the Federal Assembly of the Russian Federation N. Sanina (centre)

Academician V. Matveev. The Institute's party was also represented by First Vice-Director G. Trubnikov, Vice-Directors S. Dmitriev, V. Kekelidze and B. Sharkov, Adviser to Director G. Kozlov and FLNR Scientific Leader Yu. Oganessian. The sides discussed wide opportunities to develop cooperation and confirmed to increase interactions in the framework of the agreement between JINR and Rosatom signed in December 2019.

**On 25 September**, First Deputy Chairman of the State Duma Committee on Health Protection of the Federal Assembly of the Russian Federation Natalia Sanina visited JINR.

In the JINR Directorate, N. Sanina was welcomed by Director V. Matveev. The meeting was also attended by JINR First Vice-Director G. Trubnikov, JINR Director Assistant for radiation medicine G. Shirkov, VBLHEP Deputy Director Yu. Potrebenikov, Social Infrastructure Management Office Director A. Tamonov, and JINR Chief Engineer Assistant E. Uglov. During the meeting the sides discussed measures for intensifying the cooperation between JINR and the Federal Biomedical Agency, based on the agreement signed in 2016, and plans for the development of proton therapy for cancer based on the extensive JINR experience and the construction of a specialized medical centre for proton therapy in Dubna.

At the end of the visit to JINR, N. Sanina had meetings with Acting Head of Dubna S. Kulikov, as well as with heads of the Dubna City Hospital. The participants discussed the issues of the creation of a cardiovascular department in the City Hospital, sanitary and

epidemiological safety in educational organizations of the city, preventive examinations at enterprises, aid to the City Hospital, as well as an opportunity to renovate the children's polyclinic in the right-bank part of the city.

**On 29 September**, a meeting of the College of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation was held by Minister of Science and Higher Education of the Russian Federation Valery Falkov. The meeting was attended by JINR First Vice-Director G. Trubnikov. Members of the College, representatives of the scientific community and executive authorities of regions discussed the progress in the implementation of the national project "Nauka" (Science) as well as the updating of the national projects "Nauka" and "Obrazovanie" (Education) in the framework of responsibilities of the Ministry of Science and Higher Education of Russia.

Four federal projects will be included in the single national project: "Development of integrated processes in the fields of science, higher education and industry" ("Integration"), "Development of large-scale scientific and technological projects on priority research fields" ("Research leadership"), "Development of the infrastructure for scientific research and staff training" ("Infrastructure"), and "Development of human resources for regions, various fields and the sector of research and developments" ("Staff").

**On 30 September**, the 33rd meeting of the Council of the International Association of the Academies of Sciences (IAAS) was held as a videoconference. JINR

обсудили ход реализации национального проекта «Наука», а также обновление национальных проектов «Наука» и «Образование» в части полномочий Минобрнауки России.

В единый национальный проект войдут четыре федеральных проекта: «Развитие интеграционных процессов в сфере науки, высшего образования и индустрии» («Интеграция»), «Развитие масштабных научных и научно-технологических проектов по приоритетным исследовательским направлениям» («Исследовательское лидерство»), «Развитие инфраструктуры для научных исследований и подготовки кадров» («Инфраструктура»), «Развитие человеческого капитала в интересах регионов, отраслей и сектора исследований и разработок» («Кадры»).

**30 сентября** в формате видеоконференции прошло 33-е заседание Совета Международной ассоциации академий наук (МААН). От ОИЯИ в заседании участвовали директор Института академик В.А.Матвеев и начальник отдела международных связей Д.В.Каманин.

По итогам заседания Совет МААН постановил придать Объединенному институту ядерных исследований статус полноправного члена МААН, принимая во внимание большие достижения Института в области науки и образования, а также активное участие ОИЯИ в деятельности совета. Кроме того,

на данном заседании директор ОИЯИ В.А.Матвеев был единогласно избран действительным членом МААН.

В своем выступлении В.А.Матвеев подчеркнул важность задач, которые ставит перед собой МААН, и созвучность их задачам ОИЯИ. Он, в частности, сказал: «В 2021 г. Объединенный институт будет отмечать свое 65-летие. Одной из вех грядущего года станет принятие долгосрочного стратегического плана развития ОИЯИ до 2030 г. Одна из важных глав этого плана — дальнейшее развитие международного сотрудничества. Укрепление связей МААН и ОИЯИ, несомненно, внесет вклад в интеграционные процессы на пространстве СНГ и за его пределами».

До придания статуса полноправного члена ОИЯИ являлся ассоциированным членом МААН с 1997 г. Полноценные сессии МААН дважды проводились по приглашению ОИЯИ: в 2000 г. в Дубне и в 2002 г. в пансионате ОИЯИ «Дубна» в Алуште.

Director Academician V. Matveev and Head of the International Cooperation Department D. Kamanin took part in the meeting on behalf of the Joint Institute for Nuclear Research.

As a result of the meeting, the IAAS Council decided to confer on the Joint Institute for Nuclear Research the status of a Full Member of IAAS, taking into account great achievements of the Institute in the fields of science and education, as well as the active JINR participation in the Council's activities. Moreover, at the meeting, JINR Director V. Matveev was unanimously elected Full Member of IAAS.

In his speech, V. Matveev highlighted the importance of tasks set by IAAS and their relevance to the tasks of JINR. He noted in his report on the JINR activities the following: "In 2021, the Joint Institute will celebrate its 65th anniversary. One of the milestones of the upcoming year will be the adoption of the Long-Term Strategic Plan for the Institute's development until 2030. One of its important chapters considers the further development of international cooperation. So, strengthened contacts between IAAS and JINR will definitely contribute to integration processes in the CIS countries and beyond.

Before attaining the status of a full member, the Joint Institute for Nuclear Research has been an associate member of IAAS since 1997. Full-fledged IAAS Sessions were twice held on the JINR invitations: in 2000 in Dubna, and in 2002 in the JINR Hotel "Dubna" in Alushta.



### **60 лет С. Н. Доценко**

*1 августа исполнилось 60 лет со дня рождения главного бухгалтера Объединенного института ядерных исследований Сергея Николаевича Доценко.*

*Дирекция ОИЯИ, коллеги и друзья поздравили Сергея Николаевича с юбилеем, пожелав ему крепкого здоровья, успехов в дальнейшей работе, личного счастья и благополучия в семье.*

### **S. N. Dotsenko is 60**

*On 1 August, Chief Accountant of the Joint Institute for Nuclear Research Sergey Nikolaevich Dotsenko turned 60.*

*The JINR Directorate, colleagues and friends congratulated Sergey Nikolaevich on his jubilee and wished him good health, every success in further work, personal happiness and well-being of the family.*



### **70 лет Е. М. Молчанову**

*17 августа исполнилось 70 лет главному редактору еженедельника Объединенного института ядерных исследований «Дубна: наука, сотрудничество, прогресс» Евгению Макарьевичу Молчанову.*

*Дирекция ОИЯИ, друзья и коллеги поздравили Евгения Макарьевича с юбилейной датой и пожелали ему крепкого здоровья, семейного благополучия и новых творческих свершений.*

### **E. M. Molchanov is 70**

*On 17 August, Editor-in-Chief of the JINR weekly newspaper "Dubna: Science, Community, Progress" Evgeny Makarievich Molchanov turned 70.*

*The JINR Directorate, friends and colleagues congratulated Evgeny Makarievich on his jubilee and wished him good health, well-being of the family and new creative achievements.*

### **90 лет И. А. Савину**

*7 декабря исполнилось 90 лет почетному директору ЛФВЭ ОИЯИ профессору Игорю Алексеевичу Савину — выдающемуся ученому в области физики элементарных частиц и ядерной физики высоких энергий.*

*Дирекция ОИЯИ, друзья и коллеги сердечно поздравили юбиляра, пожелав ему доброго здоровья, творческого долголетия, новых успехов в научной деятельности и семейного благополучия.*

### **I. A. Savin is 90**

*On 7 December, Honorary Director of JINR VBLHEP Professor Igor Alekseevich Savin, an outstanding scientist in the fields of particle physics and high energy nuclear physics, turned 90.*

*The JINR Directorate, friends and colleagues congratulated the hero of the day on his jubilee and wished him good health, creative longevity, every success in scientific activities and well-being of the family.*





**Борис Евгеньевич ПАТОН**  
**Boris Evgenievich PATON**  
**27.11.1918 – 19.08.2020**

19 августа 2020 г. на 102-м году жизни скончался академик РАН Борис Евгеньевич Патон — ученый-материаловед с мировым именем в области металлургии, технологии металлов и электросварки.

С 1962 г. Борис Евгеньевич Патон бессменно руководил Национальной академией наук Украины, являлся действительным членом Европейской академии, Международной академии наук, образования, промышленности и искусств (США), Международной академии астронавтики (США), Национальной академии прикладных наук (РФ), Академии проблем безопасности, обороны и правопорядка (РФ), Петровской академии наук и искусств (Санкт-Петербург, РФ), с 1993 по 2017 г. был президентом Международной ассоциации академий наук (МАН).

Б.Е. Патон возглавлял Международный научный совет по сварке и родственным технологиям, был членом Международного комитета по научно-техническому развитию стран СНГ, председателем Координационного совета межгосударственной программы «Высоконадежный трубопроводный транспорт», членом правления Международной топливно-энергетической ассоциации и попечительского совета Международного фонда ядерной безопасности. Он входил в состав редакционных коллегий многих научно-технических журналов и других изданий, занимал посты председателя Межведомственного совета по координации фундаментальных исследований, председателя Научно-координационного и экспертного совета по вопросам ресурса и безопасности эксплуатации конструк-

On 19 August 2020, RAS Academician Boris Evgenievich Paton passed away being aged 101. He was a world known materials scientist in metallurgy, metal technology and electrical welding.

From 1962 B. Paton was the permanent leader of the National Academy of Sciences of Ukraine; he was full member of the European Academy, the International Academy of Sciences, Education, Industry and Art (USA), the International Astronautics Academy (USA), the National Academy of Applied Sciences (RF), the Academy of Problems of Safety, Defence and Law and Order (RF), Peter's Academy of Arts and Sciences (St. Petersburg, RF); from 1993 to 2017 he was president of the International Association of Academies of Sciences (IAAS).

B. Paton headed the International Scientific Council on Welding and Allied Technologies; he was member of the International Committee on Scientific-Technological Development of CIS countries, Chairman of the Coordination Council of the Intergovernmental Programme “Highly Reliable Pipeline Transport”, member of administration of the International Fuel and Energy Association and the Board of Trustees of the International Nuclear Safety Foundation. He was member of editorial boards of many scientific-technical journals and other publications, Chairman of the Interagency Council on Coordination of Fundamental Research, Chairman of the Science-Coordination and Expert Council on Resource and Safe Operation of Structures, Constructions, and

ций, сооружений и машин, председателя Совета по космическим исследованиям, председателя Комитета по системному анализу НАН Украины.

Б. Е. Патона называли Эверестом науки. Первая научная работа опубликована им в 1948 г. За почти 80 лет трудовой деятельности — около 1000 публикаций и 400 патентов в 30 странах. Борис Евгеньевич — дважды Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской и Государственных премий, удостоен многих государственных наград СССР и Российской Федерации, Большой золотой медали им. М. В. Ломоносова РАН, золотой медали им. С. П. Королева.

«Его уход из жизни стал большой утратой для мировой науки, — сказал в своем прощальном слове президент РАН А. М. Сергеев. — Патон был выдающимся ученым, предложившим множество идей в современной металлургии. Долгие десятилетия он возглавлял Национальную академию наук Украины и, конечно, очень переживал из-за разрыва связей между учеными разных стран после распада Советского Союза».

Человек-легенда, академик Б. Е. Патон пользовался всеобщим уважением и непререкаемым авторитетом, был большим другом Объединенного института. На 10-м заседании Совета МААН, которое проходило 21–22 июня 2000 г. в Дубне, Б. Е. Патон отметил важную роль Института: «МААН не должна ограничиваться только рамками стран СНГ, а должна стремиться активно взаимодействовать с другими научными центрами, странами. Примеры — плодотворное сотрудничество с ОИЯИ, отдельные контакты с ЮНЕСКО. В МААН с большим удовлетворением узнали о ратификации Соглашения между Правительством РФ и ОИЯИ. Необходимо изучить это соглашение с целью использования его опыта для оформления пребывания МААН в Украине».

Machines, Chairman of the Committee on Space Research, Chairman of the Committee on System Analysis of NAS of Ukraine.

B. Paton was called Everest of science. He published his first scientific work in 1948. In almost 80 years of work he had about 1000 publications and 400 patents in 30 countries. He was twice Hero of Socialist Labour, laureate of the Lenin and State Prizes, he was awarded many state prizes of the USSR and the Russian Federation, the Big Lomonosov Gold Medal of RAS, the Korolev Gold Medal.

“His passing was great loss for the world science”, said RAS President A. Sergeev in his speech. “Paton was an outstanding scientist who proposed many ideas in modern metallurgy. For many decades he headed the National Academy of Sciences of Ukraine and was obviously very upset because of the loss of connections among scientists of different countries after the collapse of the Soviet Union”.

A living legend, Academician B. Paton enjoyed respect and authority beyond exception, he was a big friend of the Joint Institute. B. Paton stressed the important role of the Institute at the 10th meeting of IAAS which was held on 21–22 June 2000 in Dubna: “IAAS should not be limited only to CIS countries, but should actively interact with other scientific centres and countries. Examples of that are fruitful cooperation with JINR and contacts with UNESCO. IAAS was deeply satisfied by the news about ratification of the Agreement between the RF government and JINR. We should study this Agreement in order to use it in forming the presence of IAAS in Ukraine”.



Дубна, 21–22 июня 2000 г. 10-е заседание Совета МААН

Dubna, 21–22 June 2000. The 10th meeting of the Council of IAAS

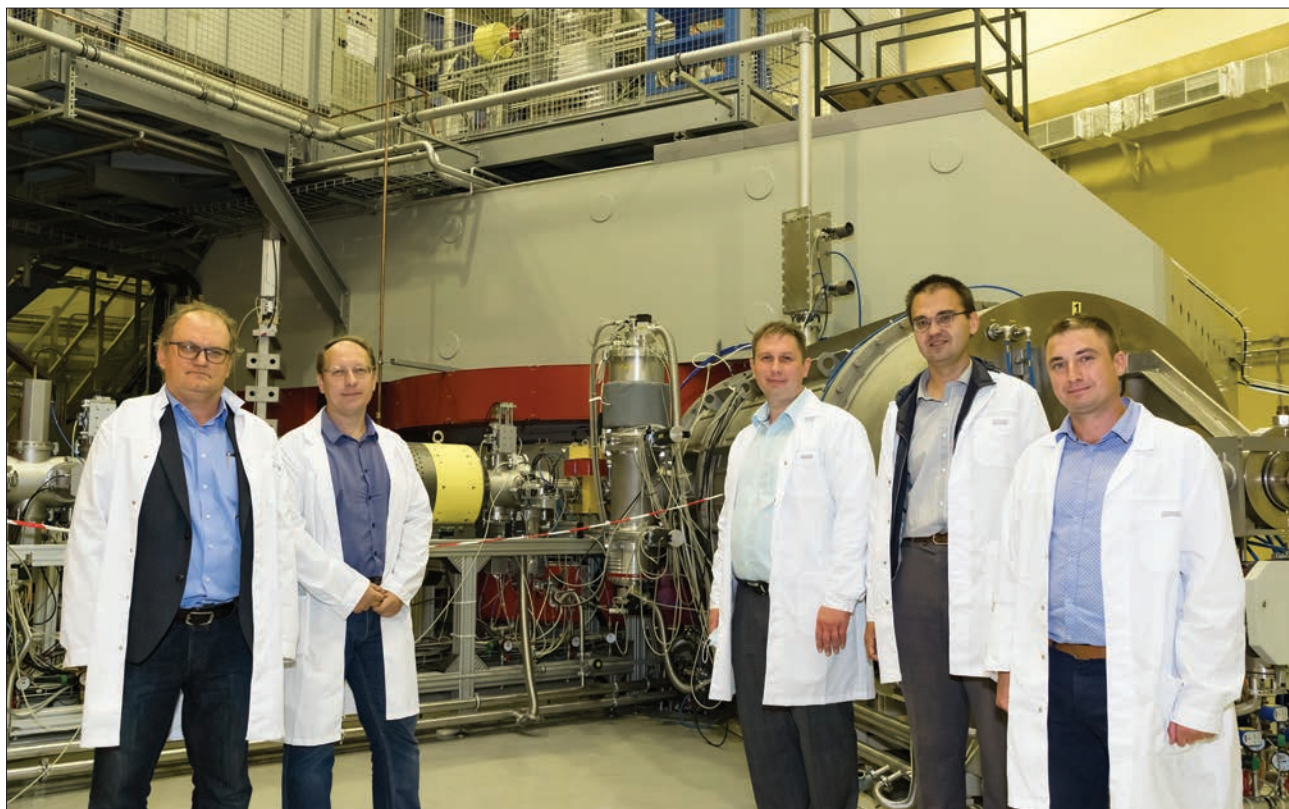
8 июля сотрудники ЛЯР им. Г. Н. Флерова и УНЦ ОИЯИ провели онлайн-встречу с видео-экскурсией по экспериментальным установкам ЛЯР для 125 участников летней образовательной школы «Governor's School for the Sciences and Engineering» (GSSE) Университета Теннесси (США).

Идея встречи принадлежала администратору летней школы Дж. Муди. Группа социальных коммуникаций УНЦ создала для этого видеотур, в котором часть съемок провели научные сотрудники ЛЯР, описывая и показывая свою работу, а затем ответили на вопросы слушателей.

15 июля ОИЯИ посетил проректор Московского физико-технического института (МФТИ) и и. о. директора Физтех-школы физики и исследований им. Л. Д. Ландау А. А. Воронов с целью обсуждения вопросов подготовки научных и инженерных кадров в МФТИ для реализации крупных исследовательских проектов ОИЯИ.

На встрече в дирекции стороны обсудили перспективы сотрудничества, а также дальнейшие шаги в сфере подготовки кадров и привлечения студентов МФТИ к работе в ОИЯИ. Особое внимание было уделено работе со студентами младших курсов МФТИ.

Дубна, 15 июля. Проректор МФТИ и и. о. директора Физтех-школы физики и исследований им. Л. Д. Ландау А. А. Воронов (в центре) на экскурсии в Лаборатории ядерных реакций им. Г. Н. Флерова в ходе визита в ОИЯИ



Dubna, 15 July. Vice-Rector of MIPT and Acting Director of the Landau Phystech School A. Voronov (centre) on an excursion at the Flerov Laboratory of Nuclear Reactions during the visit to JINR

On 8 July, staff members of the Flerov Laboratory of Nuclear Reactions and the JINR University Centre held an online meeting with a video excursion to the FLNR experimental facilities with 125 students of the Governor's School for the Sciences and Engineering (GSSE) of the University of Tennessee (USA).

The meeting was encouraged by the Administrator of the summer school J. Moody. The UC

Social Communication Group created a video tour a part of which featured FLNR scientists talking about and demonstrating their work, and then they answered questions from the audience.

On 15 July, Vice-Rector of Moscow Institute of Physics and Technology (MIPT) and Acting Director of the Landau Phystech School A. Voronov visited JINR with the aim of discussing the issues

А. А. Воронов ознакомился с объектами научной инфраструктуры ОИЯИ: строящимся ускорительным комплексом NICA и участком по производству сверхпроводящих магнитов в ЛФВЭ, фабрикой сверхтяжелых элементов и циклотроном ДЦ-280 в ЛЯР, а также участком сборки детекторов глубоководного нейтринного телескопа «Байкал-ГВД» и лабораторией рентгеновской микротомографии в ЛЯП. Гости сопровождали заведующий кафедрой фундаментальных и прикладных проблем физики микромира МФТИ член-корреспондент РАН Д. И. Казаков, заместители заведующего кафедрой С. З. Пакуляк и Г. А. Шелков.

**29 июля** в формате видеоконференции состоялось 5-е заседание наблюдательного совета мегапроекта «Комплекс NICA». В его работе принимали участие представители руководства ОИЯИ во главе с директором Института В. А. Матвеевым и первым вице-директором Г. В. Трубниковым, а также председатель Агентства по ядерному регулированию Республики Болгарии, полномочный представитель правительства Республики Болгарии в ОИЯИ Л. Костов, президент РАН

А. М. Сергеев, заместитель генерального директора ГК «Росатом» Ю. А. Оленин.

В ходе заседания члены совета оценили статус работ по проекту, обсудили дальнейшее развитие коллайдерного комплекса, его научную программу и кадровое обеспечение, а также приняли решения по изменениям в составе наблюдательного совета.

Руководитель проекта NICA В. Д. Кекелидзе представил отчетный доклад о статусе работ по проекту, результатах работы комитета по анализу сроков и ресурсов проекта NICA (март 2020 г.) и детальном плане намеченного на декабрь 2022 г. ввода в эксплуатацию базовой конфигурации комплекса NICA. Наблюдательный совет поддержал реализацию программы первого физического эксперимента на коллайдере комплекса NICA, подчеркнув важность кадрового обеспечения проекта, и поручил дирекции ОИЯИ интенсифицировать эту работу.

Были представлены содоклады руководителя дирекции проекта NICA Г. В. Трубникова и В. Д. Кекелидзе о развитии базовой конфигурации проекта «Комплекс NICA» и подготовке отчета на 1 января 2021 г. по выполнению

of training scientific and engineering employees at MIPT for the implementation of the JINR large-scale scientific projects.

During the meeting at the Directorate, the parties discussed prospects for cooperation, as well as further steps in the fields of the staff training and attracting MIPT students to work at JINR. The participants paid special attention to work with junior-year students of MIPT.

A. Voronov was acquainted with the objects of the JINR scientific infrastructure: the NICA accelerator complex under construction and the site for the production of superconducting magnets at VBLHEP, the Superheavy Element Factory and the DC-280 cyclotron at FLNR, as well as the site for assembling detectors of the deep underwater neutrino telescope Baikal-GVD and the laboratory of X-ray microtomography at DLNP. The guest was accompanied by Head of the MIPT Department of Fundamental and Applied Problems of Micro-world, RAS Corresponding Member D. Kazakov, Deputy Heads of the Department S. Pakuliak and G. Shelkov.

**On 29 July**, the 5th meeting of the Supervisory Board of the NICA Complex project was held as a videoconference. The meeting was attended by representatives of the Directorate of JINR headed by JINR Director V. Matveev and JINR First Vice-Director G. Trubnikov, Chairman of the Bulgarian Nuclear Regulatory Agency, Plenipotentiary of the Government of the Republic of Bulgaria to JINR L. Kostov, President of RAS A. Sergeev, and Deputy Director General of Rosatom State Corporation Yu. Olenin.

During the meeting, members of the Supervisory Board evaluated the progress of the project and discussed further development, scientific programme, and staffing support of the collider complex, as well as took decisions on changes in the membership of the Supervisory Board.

Leader of the NICA project V. Kekelidze presented to participants of the meeting a report on the progress in the NICA project, the results of the meeting of the NICA Cost and Schedule Review Committee (March 2020), and the detailed plan for the operation of the basic configuration of the



Дубна, 29 июля. 5-е заседание наблюдательного совета мегапроекта «Комплекс NICA» в формате видеоконференции

Dubna, 29 July. The 5th meeting of the Supervisory Board of the NICA Complex project via videoconference

NICA project scheduled for December 2022. The Supervisory Board supported the implementation of the programme of the 1st Day Experiment at the collider of the NICA complex, as well as emphasized the importance of the staffing support of the project and assigned to the JINR Directorate the task of intensifying this activity.

The co-reports were made by Leader of the NICA Project Directorate G.Trubnikov and Leader of the NICA project V.Kekelidze on the development of the basic configuration of the NICA Complex project and preparation of the report for 1 January 2021 on the implementation of Order No.783-p of 27 April 2016 of the Government of the Russian Federation.

At the suggestion of G.Trubnikov, the Supervisory Board decided to invite Director for Large Facilities and Basic Research Department of the Federal Ministry of Education and Research of Germany Dr. V.Dietz and Scientific Managing Director of GSI and FAIR Professor P.Giubellino to join the Supervisory Board as observers.

**On 15 September**, the opening of SPD Days in Dubna took place at JINR via videoconference to present to a wide world scientific community the Spin Physics Detector (SPD) project, the second-largest experimental facility at the NICA com-

plex, as well as to encourage the establishment of international scientific collaboration around the project. On that day, the first event of the cycle, namely International Meeting “NICA SPD experiment at JINR”, took place in a mixed format combining a videoconference with personal attendance.

Representatives of scientific centres and universities from Brazil, Bulgaria, Croatia, the Czech Republic, Egypt, France, India, Italy, Poland, Russia, Serbia, Slovakia, and the RSA participated in the meeting. Representatives of government agencies of some countries also took part in the event.

JINR Vice-Director Academician B.Sharkov opened the meeting, after which some reports on the project were presented. Head of the project's working group A.Guskov (DLNP) made a report on the general concept of the SPD project and plans for the construction and launch of the physical facility of the experiment. V.Ladygin (VBLHEP) presented a detailed description of physical characteristics and subsystems of the SPD detector, as well as major tasks of the physical programme of the experiment. The report by A.Baldin (VBLHEP) presented existing developments on the miniSPD stand, the present state and plans for the construction of the SPD test zone at extracted and secondary beams of the Nuclotron for testing of the detectors and data

распоряжения Правительства РФ №783-р от 27 апреля 2016 г.

По предложению Г. В. Трубникова наблюдательный совет принял решение пригласить войти в его состав в качестве наблюдателей директора по большим установкам и фундаментальным исследованиям BMBF Германии доктора В. Дитца и директора по науке GSI/FAIR профессора П. Джубелино.

15 сентября в ОИЯИ в формате видеоконференции состоялась открытие Дней SPD в Дубне, цель которых представить вниманию широкой мировой научной общественности проект SPD (Spin Physics Detector) — второй по величине экспериментальной установки комплекса NICA — и способствовать формированию вокруг проекта международной научной коллаборации. В этот день в смешанном формате видеоконференции и личного присутствия прошло первое мероприятие цикла — международное совещание «Эксперимент SPD на коллайдере NICA в ОИЯИ».

В совещании приняли участие сотрудники научных центров и университетов из Болгарии, Бразилии, Египта, Индии, Италии, Польши, России, Сербии, Словакии, Франции, Хорватии, Чехии и ЮАР, а также представители государственных структур ряда этих стран.

Работу совещания открыл вице-директор ОИЯИ академик Б. Ю. Шарков, после чего был представлен ряд обзорных докладов по проекту. С докладом об общей концепции проекта SPD и

планах по строительству и запуску физической установки эксперимента выступил руководитель рабочей группы проекта А. В. Гуськов (ЛЯП). Детальное описание физических характеристик и подсистем детектора SPD, а также основные задачи физической программы эксперимента представил В. П. Ладыгин (ЛФВЭ). В докладе А. А. Балдина (ЛФВЭ) были представлены наработки по стенду miniSPD, текущее состояние и планы по строительству тестовой зоны SPD на выведенных и вторичных пучках нуклотрона для испытания детекторов и систем сбора данных. Доклад А. С. Жемчугова (ЛЯП) был посвящен развитию систем сбора данных, разработке программного обеспечения и компьютеринга эксперимента SPD.

После общей дискуссии в формате круглого стола состоялась дискуссия по участию в проекте. Вице-президент по культуре и научным связям Академии научных исследований и технологии Египта (ASRT) Дж. Эль-Феки выразила заинтересованность Египта стать участником проекта SPD, а также озвучила намерение запустить соответствующий конкурс по проектам сотрудничества в рамках дорожной карты развития сотрудничества ОИЯИ–Египет, подписанной в декабре 2018 г. Интерес чилийских исследователей к участию в проекте в области создания детекторов, электроники и гетерогенного компьютеринга озвучили представители Университета им. А. Белло (UNAB). Б. Мелладо из Университета Витватерсранда (ЮАР), представляющий также iTemba LABS, сообщил, что



Дубна, 15 сентября. Открытие Дней SPD в Дубне в формате видеоконференции

Dubna, 15 September. The opening of the SPD Days in Dubna via videoconference



Дубна, 18 сентября. Участие делегации ОИЯИ в 24-м заседании Российско-китайской подкомиссии по научно-техническому сотрудничеству, проходившем в формате видеоконференции

Dubna, 18 September. The JINR delegation participating in the 24th meeting of the Russian–Chinese sub-commission for scientific and technical cooperation, held through videoconference

acquisition systems. The report by A. Zhemchugov (DLNP) was devoted to the development of the data acquisition system, the development of software and computing for the SPD experiment.

After the general discussion in a round-table format, the discussion of participation in the project took place. Vice-President for Culture and Scientific Communication of the Academy of Scientific Research and Technology of Egypt (ASRT) G. El-Feky expressed the interest of Egypt to become a participant of the SPD project, as well as announced the intention to launch a corresponding competition on cooperation projects within the framework of the Roadmap for JINR–Egypt cooperation development signed in December 2018. The interest of Chilean researchers in the participation in the project on the creation of detectors, electronics and heterogeneous computing was expressed by representatives of the Universidad A. Bello (UNAB). B. Mellado from the University of the Witwatersrand (RSA), who represented iThemba LABS as well, informed the audience that

the development of data acquisition systems and machine learning is the area of potential interest for RSA scientific organizations in the SPD project. I. Gorbunov (VBLHEP) made proposals for using capabilities of machine learning. Answering the questions of participants about the involvement of students in the project, A. Zhemchugov suggested using opportunities of the JINR remote scientific and educational platform INTEREST.

A more detailed discussion of the scientific component of the project was continued at the next events of the SPD Days in Dubna, namely in the framework of remote workshops “Gluon content of proton and deuteron at SPD” (30 September – 1 October) and “Physics programme for the first stage of the NICA SPD experiment” (5–6 October).

**On 18 September**, a JINR delegation took part in the 24th meeting of the Russian–Chinese sub-commission for scientific and technical cooperation that was held through videoconference. The Russian delegation was headed by Deputy



разработка систем сбора данных и машинного обучения является областью потенциального интереса к проекту SPD для научных организаций ЮАР. Предложения по применению возможностей машинного обучения внес И. Н. Горбунов (ЛФВЭ). Отвечая на вопросы участников о привлечении к участию в проекте студентов, А. С. Жемчугов предложил использовать возможности новой удаленной научно-образовательной платформы ОИЯИ INTEREST.

Более детальное обсуждение научной составляющей проекта было продолжено на следующих мероприятиях Дней SPD в Дубне — в рамках удаленных рабочих совещаний «Глюонная составляющая протонов и дейтронов на SPD» (30 сентября — 1 октября) и «Физическая программа первого этапа эксперимента SPD на NICA» (5–6 октября).

18 сентября делегация ОИЯИ приняла участие в 24-м заседании Российско-китайской подкомиссии по научно-техническому сотрудничеству, которое прошло в формате видеоконференции. Российскую делегацию возглавлял заместитель министра науки и высшего образования РФ С. В. Люлин, а делегацию Китая — заместитель министра науки и технологий КНР Хуан

Вэй. ОИЯИ представляли первый вице-директор Г. В. Трубников, руководитель проекта NICA вице-директор В. Д. Кекелидзе, заместитель директора ЛФВЭ Г. Г. Ходжибагиан, начальник отдела международных связей Д. В. Каманин и руководитель проекта MPD В. М. Головатюк.

Стороны обменялись информацией и приняли решения по различным аспектам двустороннего сотрудничества России и Китая, в том числе обсудили вопросы сотрудничества в рамках мегапроекта NICA, высоко оценив подписанное накануне Соглашение об участии Китая в строительстве и эксплуатации комплекса NICA. Китайская сторона сообщила, что в соответствии с Государственным планом приоритетных научных исследований были выделены денежные средства, необходимые для реализации двусторонних проектов в рамках NICA. Российская сторона, в свою очередь, подтвердила намерение оказывать дальнейшую поддержку сотрудничеству по этим проектам. Статус проектов и ход их реализации на заседании осветили представители ответственных организаций: заместитель директора Института современной физики Китайской академии наук Чжао Хунвэй и заместитель директора ЛФВЭ Г. Г. Ходжибагиан.

Minister of Science and Higher Education of the Russian Federation S. Lyulin, and Vice-Minister of Science and Technology of the People's Republic of China Huang Wei headed the Chinese delegation. JINR was represented by First Vice-Director RAS Academician G. Trubnikov, Leader of the NICA megascience project and Vice-Director, RAS Corresponding Member V. Kekelidze, VBLHEP Deputy Director H. Khodzhibagiyani, Head of the International Cooperation Department D. Kamanin, and Head of the MPD project at NICA V. Golovatyuk.

The parties shared information and made decisions on a number of aspects of bilateral cooperation between Russia and China, including a discussion of issues of the cooperation in the framework of the NICA megaproject. The parties highly evaluated the Agreement on China's participation in the construction and operation of the NICA complex signed the day before. The Chinese party announced that according to the State Plan for priority scientific research, funds necessary for the implementation of bilateral projects with-

in NICA had been allocated. The Russian party in its turn confirmed the intention to provide further support of the cooperation in these projects. Representatives of responsible organizations, namely Deputy Director of the Institute of Modern Physics of the Chinese Academy of Sciences Zhao Hongwei and Deputy Director of the JINR Veksler and Baldin Laboratory of High Energy Physics H. Khodzhibagiyani, elucidated the status of these projects and the progress in their implementation.

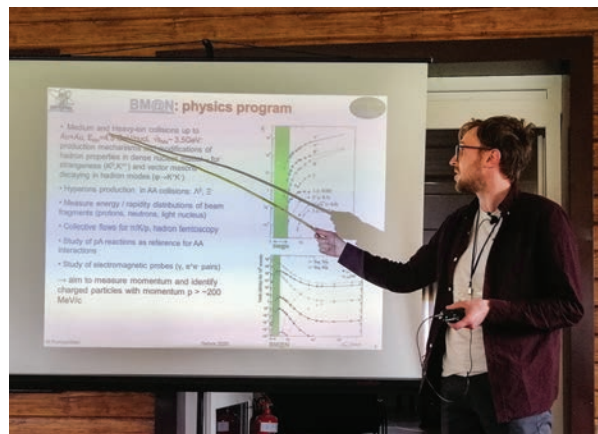
С 19 июля по 2 августа в режиме онлайн проходила **32-я Международная (межрегиональная) компьютерная школа**. Проведение в новом формате отразилось и на продолжительности школы, и на количестве участников проектов, и на форме их взаимодействия. В работе школы участвовало 23 слушателя из Дмитрова, Долгопрудного, Дубны, Москвы и 13 наставников. Первая половина дня отводилась общему обсуждению выполняемых проектов, вторая — самостоятельной работе участников. На общей итоговой конференции были представлены и рассмотрены видеотчеты всех проведенных исследований.

С 24 по 26 июля на острове Липня Иваньковского водохранилища прошла традиционная молодежная школа ОИЯИ — **24-я Летняя школа молодых ученых**

**и специалистов («Липня-2020»)**. Каждое лето школа принимает студентов, аспирантов и молодых исследователей из всех лабораторий ОИЯИ. В 2020 г. ее смогли посетить более 60 участников и лекторов. Лекции проходили на открытом воздухе, с соблюдением всех требований относительно дистанции, дезинфекции и масочного режима.

Оргкомитет школы пригласил для докладов представителей всех лабораторий, чтобы осветить широкий спектр работ, проводимых как в ОИЯИ, так и в других научных центрах. Слушателям школы было рассказано о коллайдере NICA и программном обеспечении в современном физическом эксперименте, о протонной медицине и радиобиологических исследованиях, а также о загадочных детекторах установки BM@N.

Остров Липня, 24–26 июля. 24-я Летняя школа молодых ученых и специалистов («Липня-2020»)



Lipnya Island, 24–26 July. XXIV Summer School for Young Scientists and Specialists (Lipnya-2020)

On 19 July – 2 August, the **32nd International (Interregional) Computer School** was held online. This has affected its duration, the number of project participants, and the form of their interaction. The school was attended by 23 students from Dmitrov, Dolgoprudny, Dubna, Moscow and 13 mentors. The first half of the day was devoted to a general discussion of the projects being performed; the second, to independent work. At the final conference, video reports of all conducted studies were presented and discussed.

On 24–26 July, the **XXIV Summer School for Young Scientists and Specialists (Lipnya-2020)** took place on Lipnya Island in Ivankovo Reservoir. Every summer, the school hosts students, postgraduates and young researchers from all the JINR laboratories. In 2020, more than 60 participants and lecturers visited the school. The lectures

were held in open air, in compliance with all requirements about distance, disinfection and face-mask requirements.

The Organizing Committee of the school made efforts to select reporters from all the laboratories in order to cover a wide range of works conducted at JINR and other scientific centres. Participants of the school were told about the NICA collider and the software in modern physical experiments, about proton medicine and radiobiological research, as well as mysterious detectors of the BM@N facility. Moreover, a report was made on the fate of the results published in the most famous scientific journals.

It was the first time the school held a workshop “Introduction to Parallel Computing” at which participants could use a small piece of the computing power of the “Govorun” supercomputer right from their laptops. A round-table meeting was held with a representative of the Directorate, RAS Corresponding Member G. Shirkov. During the meeting, problems that concern young employ-

Также был представлен доклад о судьбе результатов, опубликованных в самых известных научных статьях.

Впервые на школе был проведен практический семинар «Введение в практику параллельных вычислений», на котором участники с помощью ноутбуков могли воспользоваться частью вычислительной мощности суперкомпьютера «Говорун». В формате круглого стола состоялась встреча с представителем дирекции членом-корреспондентом РАН Г.Д. Ширковым, в ходе которой обсуждались проблемы, вызывающие беспокойство молодых сотрудников Института, и пути их решения. В частности, обсуждались изменения в правилах отбора победителей конкурса в рамках научных конференций ОМУС, которые проходят в Дубне и Алуште. Не осталась без внимания и проблема перевода активных аспирантов на полные ставки и др.

Участникам школы повезло с погодой, после лекций и семинаров можно было поиграть в волейбол и футбол. А после захода солнца всех объединял костер и песни под гитару.

**5-я Летняя школа «Физика. Математика. Информатика»** проводилась с 25 по 30 июля в режиме онлайн. 63 школьника из Волгограда, Екатеринбурга, Краснодара, Нижнего Новгорода, Нижнего Тагила,

Пензы, Уфы и еще 20 городов России прошли конкурсный отбор.

Утренняя программа состояла из научно-популярных лекций, вторая половина дня посвящалась командной работе над проектами. Темы проектов были подготовлены преподавателями университета «Дубна», научными сотрудниками и инженерами ОИЯИ. Ребята решали настоящие профессиональные задачи по электронике, физике, нейронным сетям и программированию.

ОИЯИ и университет «Дубна» поддерживают одаренных школьников, которые в дальнейшем смогут обучаться по уникальным студенческим программам Международной инженерной школы и школы «Аналитика больших данных».

16 сентября в Лаборатории информационных технологий состоялся *научно-мемориальный семинар, посвященный 90-летию со дня рождения Николая Николаевича Говоруна*, который вместе с М.Г. Мещеряковым создавал Лабораторию вычислительной техники и автоматизации (ныне Лаборатория информационных технологий) и чей вклад в развитие автоматизации научных исследований в ОИЯИ и в СССР трудно переоценить. В семинаре, который прошел в гибрид-

ees of the Institute and ways to solve them were discussed. In particular, participants discussed changes to the rules for selecting the winners of the competition within AYSS scientific conferences held in Dubna and Alushta. The issue of transfer of active postgraduates to full-time positions was not left without discussion.

Participants of the school were lucky as far as the weather was fine. It was possible to play volleyball and football after lectures. And, of course, a bonfire and guitar songs after sunset united everyone.

On 25–30 July, the **5th Summer School “Physics. Mathematics. Informatics”** was held online. Sixty-three school students from Volgograd, Yekaterinburg, Krasnodar, Nizhny Novgorod, Nizhny Tagil, Penza, Ufa, and 20 more Russian cities passed the competitive selection in order to take part in the school.

The morning programme consisted of popular science lectures, while the afternoon was devoted to teamwork on the projects. The topics of the projects were prepared by university lecturers, and researchers and engineers of JINR. The participants had to tackle at real professional

tasks in electronics, physics, neural networks, and programming.

JINR and Dubna University support gifted schoolchildren who further on will be able to study the unique curricula of the International School of Engineering and the School of Big Data Analytics.

On 16 September, the *scientific and memorial seminar dedicated to the 90th anniversary of the birth of Nikolai Nikolaevich Govorun* took place at the Laboratory of Information Technologies. This person, together with M. Meshcheryakov, created the Laboratory of Computing Techniques and Automation (now the Laboratory of Information Technologies), and his contribution to the development of automation of scientific studies at JINR and in the USSR can hardly be overestimated. The seminar, which was held in a hybrid format, was attended by employees of LIT and other JINR Laboratories, specialists of the Intel and “RSC Technologies” companies, friends of N. Govorun and members of his large family.

Nikolai Nikolaevich left his mark on science, on the life and activities of the Laboratory and of the Institute. Both the Russian Academy of Sciences and scientific

ном формате, приняли участие сотрудники ЛИТ и других лабораторий ОИЯИ, специалисты компаний Intel и «РСК Технологии», друзья Николая Николаевича и члены многочисленной семьи.

Николай Николаевич Говорун оставил яркий след в науке, в жизни, в деятельности лаборатории и Института. Как отметил во вступительном слове директор ОИЯИ академик В. А. Матвеев, и в Российской академии наук, и в научных центрах стран-участниц очень бережно относятся к его памяти. В 1966 г., когда в ОИЯИ создавалась новая лаборатория для обеспечения научных исследований современными средствами вычислительной техники и автоматизации, заместителем директора этой лаборатории был назначен молодой ученый Николай Николаевич Говорун. С того времени ОИЯИ официально подключился к всеобщему развитию новой отрасли науки — информатики, во главе которой впоследствии в Институте стоял Н. Н. Говорун.

Директор ЛИТ В. В. Кореньков в своем докладе «Заветам Николая Николаевича верны» рассказал о большом пути, который прошла лаборатория благодаря деятельности Н. Н. Говоруна, начиная от внедрения математических вычислений на первых компьютерах и заканчивая созданием компьютерных сетей

для научных исследований, системного математического обеспечения, решением задач обработки экспериментальных данных в офлайн- и онлайн-режимах и управления экспериментом в реальном масштабе времени. Под руководством Н. Н. Говоруна были созданы мониторинговая система «Дубна», операционная система «Дубна» для БЭСМ-6, в которую входят Фортран и другие языки программирования, построены локальная сеть ОИЯИ JINET и многомашинный вычислительный комплекс. Многие из того, что он задумал или предвидел, только теперь обрело реальные формы. Это и телекоммуникационные каналы связи, распределенная грид-инфраструктура, облачные вычисления. Очень символично, что первый суперкомпьютер ОИЯИ назван в честь Н. Н. Говоруна как воплощение в жизнь его идей развития Института.

Первая часть семинара носила мемориальный характер. С короткими воспоминаниями выступили сотрудники лаборатории, близко знавшие Николая Николаевича, гости семинара и члены семьи. В режиме видеоконференции участников семинара приветствовала Раиса Дмитриевна Говорун. Ярким и эмоциональным было выступление А. Н. Томилина — известного ученого, большого друга и соратника Н. Н. Говоруна. Своими воспоминаниями о работе с Николаем Нико-

centres of the Member States take care of his memory, as JINR Director Academician V. Matveev said in his opening speech. In 1966, when a new laboratory was created at JINR to provide scientific research with modern computing and automation facilities, a young scientist Nikolai Govorun was appointed its deputy director. From that time on, JINR officially joined the general development of a new branch of science, i.e. computer science, later headed by N. Govorun at the Institute.

LIT Director V. Korenkov in his report “We Are True to the Testaments of Nikolai Nikolaevich” spoke about the long journey that the Institute had gone through together with N. Govorun, starting with the introduction of mathematical calculations on the first computers and ending with the creation of computer networks for scientific studies, the system software and the tasks of experimental data processing in offline and online modes, as well as the management of an experiment in real time. Under the leadership of N. Govorun, a monitoring system “Dubna” and an operating system “Dubna”, which combines the FORTRAN language and other programming languages, were created for the BESM-6, a JINR local area network JINET and a multicomputer complex were built. Much of

what he conceived or foresaw only now has taken forms. These are telecommunication channels, the distributed grid infrastructure, cloud computing. It is symbolic that the first JINR supercomputer was named after N. Govorun — this is the real implementation of his ideas at the Institute.

The first part of the seminar was memorial. The Laboratory staff who knew Nikolai Nikolaevich closely, guests of the seminar and family members spoke with short recollections. Raisa Dmitrievna Govorun greeted the seminar participants via videoconferencing. A speech by A. Tomilin, a famous scientist, a close friend and colleague of N. Govorun, was memorable and emotional. A. Karlov, who also participated in the seminar via video, shared his memories of working with N. Govorun. In the memory of people who were lucky to cooperate, be friends or just get acquainted with him, there will always be a vivid image of a passionate scientist and an extremely sociable and kind person.

A report on the “Govorun” supercomputer for JINR tasks by D. Podgainy opened the scientific part of the seminar. It was noted that the operation of the JINR supercomputer “Govorun” made it possible to perform a number of complex resource-intensive calculations. V. Braguta



Лаборатория информационных технологий, 16 сентября.  
Научно-мемориальный семинар, посвященный 90-летию  
со дня рождения Н. Н. Говоруна

The Laboratory of Information Technologies, 16 September.  
The scientific and memorial seminar dedicated to 90th  
anniversary of the birth of N. N. Govorun

лаевичем поделился А. А. Карлов, который тоже участвовал в семинаре удаленно. В памяти людей, которым посчастливилось сотрудничать, дружить или просто быть знакомыми с Николаем Николаевичем Говоруном, всегда останется яркий образ увлеченного своим делом ученого и исключительно общительного и доброго человека.

Научная часть семинара открылась докладом Д. В. Подгайного о суперкомпьютере «Говорун» для задач ОИЯИ. Было отмечено, что эксплуатация суперкомпьютера «Говорун» ОИЯИ позволила провести целый ряд сложнейших ресурсоемких вычислений. В. В. Брагута (ЛТФ ОИЯИ, НИЦ «Курчатовский институт» – ИТЭФ) представил результаты исследований квантовой хромодинамики с ненулевой изоспиновой плотностью методами решеточного моделирования на ресурсах суперкомпьютера «Говорун», а О. В. Рогачевский (ЛФВЭ) рассказал о компьютеринге для эксперимента MPD и роли суперкомпьютера «Говорун» в данном проекте. Яркий доклад, посвященный возможностям нейросетевого подхода для решения задач физики высоких энергий, сделал профессор Г. А. Ососков (ЛИТ). А. В. Стадник (ЛИТ) подробно рассказал о перспективах использования алгоритмов машинного и глубокого обучения для задач ра-

диобиологии. Генеральный директор компании «РСК Технологии» А. А. Московский посвятил свой доклад организации работ с большими данными на суперкомпьютере «Говорун». О платформе для потоковой и пакетной обработки больших данных на примере анализа сетевого трафика рассказал И. С. Кадочников (ЛИТ). Доклад С. Д. Белова (ЛИТ) дал представление о методах интеллектуальной обработки текстов в социально-экономических приложениях. Научный семинар завершился докладом профессора СПбГУ А. Б. Дегтярева «На пути от виртуальных вычислений к виртуальной обработке данных».

В перерыве участникам и гостям семинара была предложена экскурсия на Многофункциональный информационно-вычислительный комплекс ОИЯИ, а в холле можно было посмотреть постерный альбом из фотографий, отражающих яркую жизнь Николая Николаевича Говоруна.

18 сентября в Институте отметили *110-летие со дня рождения Михаила Григорьевича Мещерякова* — выдающегося физика-экспериментатора, талантливый организатора науки и педагога, лауреата Государственных премий СССР, члена-корреспондента АН СССР и основателя Дубны.

(JINR BLTP, NRC “Kurchatov Institute” – ИТЭФ) presented the results of studying quantum chromodynamics with nonzero isospin density by methods of lattice simulation on the resources of the “Govorun” supercomputer, and O. Rogachevsky (VBLHEP) spoke about computing for the MPD experiment and the role of the “Govorun” supercomputer in this project. A bright report dedicated to the possibilities of the neural network approach for solving problems of high-energy physics was delivered by Professor G. Ososkov (LIT). A. Stadnik (LIT) enlarged upon the prospects of using machine and deep learning algorithms for the tasks of radiation biology. General Director of the “RSC Technologies” company A. Moskovsky devoted his report to the organization of work with Big Data on the “Govorun” supercomputer. I. Kadochnikov (LIT) spoke about the platform for stream and batch processing of Big Data using network traffic analysis as an example. A report by S. Belov (LIT) gave an idea of methods for intellectual processing of texts in socio-economic applications. Professor of SPbU A. Degtyarev closed the scientific seminar with a report “On the way from virtual computing to virtual data processing”.

During the break, the participants and guests of the seminar were offered an excursion to the Multifunctional Information and Computing Complex of JINR, and in the hall one could take a look at a poster album of photographs reflecting the glorious life of N. Govorun.

On 18 September, the Institute celebrated the *110th anniversary of the birth of Mikhail Grigorievich Meshcheryakov*, an outstanding experimental physicist, a talented organizer of science and a teacher, a laureate of the USSR State Prizes, Corresponding Member of the USSR Academy of Sciences and one of the founders of Dubna.

Members of the public of the town and representatives of the Institute, colleagues, friends and relatives laid flowers on the monument to the scientist. A memorial seminar, which was held in the International Conference Hall in person and via videoconferencing, was dedicated to the memories of colleagues and family members of M. Meshcheryakov about his extraordinary personality. JINR Director V. Matveev noted in his opening speech that Mikhail Grigorievich was an outstanding person, whose name was inextricably linked to the history of the



Дубна, 18 сентября. Мемориальный семинар и возложение цветов, посвященные 110-летию со дня рождения М. Г. Мещерякова

Dubna, 18 September. The memorial seminar and laying flowers dedicated to 110th anniversary of the birth of M. G. Meshcheryakov

Laboratory of Information Technologies, the Institute and the town. M. Meshcheryakov stood at the origins of the creation of the Joint Institute for Nuclear Research. He headed the construction of the largest proton accelerator (a six-meter synchrocyclotron with an energy of 680 MeV), and the first experiments performed on it led to the emergence of a

new research area in our country, namely, high-energy particle physics. M. Meshcheryakov was the creator and the first director of the Laboratory of Computing Techniques and Automation of JINR (now LIT), which became one of the leading centres for computational physics, the automation of computing processes and the creation of scanning

Представители общественности города, Института, коллеги, друзья и родственники возложили цветы к памятнику ученого. Мемориальный семинар, проходивший в Доме международных совещаний в смешанном формате, был посвящен воспоминаниям коллег и членов семьи М.Г. Мещерякова об этой неординарной личности. В своей вступительной речи директор Института В.А. Матвеев отметил, что Михаил Григорьевич был выдающимся человеком, имя которого неразрывно связано с историей Лаборатории информационных технологий, Института и города. М.Г. Мещеряков стоял у истоков создания Объединенного института ядерных исследований. Он являлся руководителем работ по сооружению крупнейшего в то время ускорителя протонов (шестиметрового синхроциклотрона на энергию 680 МэВ). Проведенные на этом ускорителе первые эксперименты привели к возникновению в нашей стране новой области исследований — физики частиц высоких энергий. М.Г. Мещеряков был создателем и первым директором Лаборатории вычислительной техники и автоматизации ОИЯИ (ныне ЛИТ), ставшей одним из ведущих центров по вычислительной физике, автоматизации вычислительных процессов и созданию скалирующих вычислительных систем. Много времени

и сил М.Г. Мещеряков отдавал подготовке научных кадров. И как лектор, и как руководитель научных семинаров он оказал большое влияние на формирование многих молодых физиков, внесших позднее существенный вклад в мировую науку.

В своих выступлениях Г.А. Ососков и И.А. Голутвин отметили высокие личные качества Михаила Григорьевича, во многом обусловившие и его научные достижения, и его общественную роль. В режиме видеоконференции Р.Поэ и А.А. Карлов, много лет проработавшие в лаборатории вместе с М.Г. Мещеряковым, поделились личными впечатлениями от общения с этим замечательным человеком. Ярким, эмоциональным и запоминающимся было выступление племянницы Михаила Григорьевича Галины Пантелеевны Мещеряковой. В заключение семинара был показан фильм о М.Г. Мещерякове «Высокие энергии М.Г.».

В честь памятной даты научно-информационный отдел ОИЯИ в сотрудничестве с Лабораторией информационных технологий подготовил буклет, посвященный Михаилу Григорьевичу, и книгу-альбом «Михаил Григорьевич Мещеряков. Портрет на фоне эпохи». В альбом вошли воспоминания, написанные как самим М.Г. Мещеряковым, так и учениками, коллегами, друзьями ученого. На фотографиях запечатлены мгно-

computing systems. M. Meshcheryakov devoted a lot of time and effort to scientific personnel training. As a lecturer and a leader of scientific seminars, he had an enormous influence on the formation of many young physicists who later made a significant contribution to world science.

In their speeches, G. Ososkov and I. Golutvin noted the high personal qualities of Mikhail Grigorievich, which largely determined both his scientific achievements and his public role. Via videoconferencing, R. Poze and A. Karlov, who worked for many years together with M. Meshcheryakov at the Laboratory, shared their personal impressions of communicating with this remarkable person. The performance of the niece of Mikhail Grigorievich, Galina Panteleevna Meshcheryakova, was bright, emotional and memorable. The film about M. Meshcheryakov “High Energies of M. G.” was shown at the end of the seminar.

In honor of the memorable date, the Scientific Information Department of JINR, in cooperation with the Laboratory of Information Technologies, issued a commemorative booklet dedicated to M. Meshcheryakov and the book-album “Mikhail Grigorievich Meshcheryakov. Portrait against the Background of an Epoch”. The album

comprises memories written both by Mikhail Grigorievich himself and by his students, colleagues and friends. The moments of different stages of the life of this extraordinary person are captured in the photos.

M. Meshcheryakov remained an optimist and a lover of life until the very last days of his bright and hectic life. Mikhail Grigorievich Meshcheryakov, Scientist and Citizen, was characterized by a sense of responsibility for the general state of physical science in our country and the highest professionalism. He was distinguished by passion for science, unflagging creative search and the ability to focus on the most urgent problems of physics. The people who knew him, his scientific works, the accelerator, the Laboratories of the Institute and the town of Dubna keep his memory.

On 21 September, a joint laboratory seminar “*High-Temperature Superconducting Hydrides: Current Status*” was held at the Frank Laboratory of Neutron Physics. Presentations were made by the scientists from the Skolkovo Institute of Science and Technology A. Oganov and D. Semenok. The seminar, which was also live-streamed online, was opened by FLNP Director



вения разных этапов жизни этого незаурядного человека.

М.Г. Мещеряков оставался оптимистом и жизнелюбом до самых последних дней своей яркой и беспокойной жизни. Для Михаила Григорьевича Мещерякова, Ученого и Гражданина, были характерны чувство ответственности за общее состояние физической науки в нашей стране и высочайший профессионализм. Его отличали страстная увлеченность наукой, неустанный творческий поиск, способность сконцентрировать внимание на самых актуальных проблемах. Память о нем хранят знавшие его люди, его научные труды, ускоритель, лаборатории Института и город Дубна.

21 сентября в Лаборатории нейтронной физики состоялся общелабораторный семинар на тему «*Новые сверхпроводящие гидриды*», на который были приглашены ученые из Сколковского института науки и технологий А.Оганов и Д.Семенов. Семинар, проходивший одновременно в формате видеоконференции, открыл директор ЛНФ В.Н.Швецов. Доклады приглашенных спикеров были посвящены возможностям точного предсказания структуры и свойств новых веществ, современным достижениям в этой области,

в частности, синтезу и свойствам сверхпроводящих гидридов, открытых в последние годы. Отдельная тема семинара — обсуждение совместных с ЛНФ исследований в этой области с использованием базы лаборатории и методов нейтронного рассеяния.

Разработанный профессором РАН А.Огановым вместе с учениками метод USPEX, который сегодня насчитывает тысячи пользователей, в том числе крупные компании, имеет дело с самообучающимися эволюционными алгоритмами и позволяет с помощью искусственного интеллекта предсказывать структуру, состав и свойства еще не полученных веществ, в том числе не вписывающихся в рамки классической химии. Его обобщение на случай низкоразмерных материалов помогает моделировать структуры поверхностей кристаллов, полимеров и наночастиц и предсказывать их стабильные составы — часто нетривиальные.

Многие предсказанные учеными материалы впоследствии были получены экспериментальным путем. Недавно ученые обнаружили связь между положением химического элемента в Периодической таблице Менделеева и его способностью создавать высокотемпературные сверхпроводящие гидриды. О свойствах и синтезе таких новых сверхпроводников, открытых в последние годы, на семинаре рассказал Д.Семенов.

V.Shvetsov. The reports of the invited speakers were devoted to the possibilities of accurate prediction of the structure and properties of new substances and the latest advances in this field, in particular, the synthesis and properties of superconducting hydrides discovered in recent years. A separate agenda of the seminar was the discussion of joint investigations in this area using the FLNP instrumentation base and neutron scattering methods.

The USPEX method developed by Professor of the Russian Academy of Sciences A.Oganov and his team, which today has thousands of users, including large companies, deals with self-learning evolutionary algorithms and allows predicting, with the help of artificial intelligence, the structure, composition and properties of substances that have not yet been produced, including those that do not fit into the framework of classical chemistry. Generalization of the method to the case of low-dimensional materials makes it possible not only to simulate the surface structures of crystals, polymers, and nanoparticles, but also predict their stable compositions, which are often nontrivial ones.

A large number of materials simulated by the scientists were subsequently obtained experimentally. Recently,

scientists have found a connection between the position of a chemical element in the Periodic Table and its ability to produce high-temperature superconducting hydrides. D.Semenok spoke at the seminar about the properties and synthesis of such new superconductors discovered in recent years. Current investigations are performed for ternary metal hydride systems based on hydrides of lithium, lanthanum, yttrium, uranium, thorium, magnesium, and barium. Magnetic hydrides of europium, gadolinium, and samarium are also actively studied.

There is a clear correlation between stability and superconductivity, and also between stability and the number of the period and group of an element. Superhydrides of heavy elements, lanthanides and actinides are the most stable. These elements form unique chemical compounds. Therefore, hydrides, deuterides and tritides of such elements as radium, actinium, protactinium, promethium, neptunium, plutonium, americium and curium are of great interest for high-pressure chemistry and superconductivity physics, as was shown by the investigations of the scientists from Skoltech. They are confident that in the coming years, hydride superconductivity will expand beyond the ultrahigh pressure range, which will make it possible to

Текущие исследования проводятся с использованием тройных металлгидридных систем: гидридов лития, лантана, иттрия, урана, тория, магния и бария, а также магнитных гидридов европия, гадолиния и самария.

Существует четкая корреляция между стабильностью и сверхпроводимостью, а также между стабильностью и номером периода и группы элемента. Наиболее стабильны супергидриды тяжелых элементов, лантаноидов и актиноидов. Эти же элементы образуют уникальные химические соединения. Поэтому гидриды, дейтериды и тритиды таких элементов, как радий, актиний, протактиний, прометий, нептуний,

плутоний, америций и кюрий, представляют огромный интерес для химии высоких давлений и физики сверхпроводимости, как показали исследования ученых из Сколтеха. По их мнению, в ближайшие годы гидридная сверхпроводимость выйдет из области сверхвысоких давлений, что позволит создавать на их основе электронные устройства и в перспективе сулит получение материалов, которые проводят ток без потерь при комнатной температуре и обычном давлении.

По итогам семинара ученые ЛНФ обсудили с коллегами из Сколтеха перспективы совместных исследо-

Лаборатория нейтронной физики им. И. М. Франка, 21 сентября. Участники научного семинара с ведущими сотрудниками Сколковского института науки и технологий А. Огановым и Д. Семеновым



The Frank Laboratory of Neutron Physics, 21 September. The participants of the scientific seminar with leading employees of the Skolkovo Institute of Science and Technology A. Oganov and D. Semenov

create electronic devices on their basis and, in the future, produce materials that conduct current without losses at room temperature and normal pressure.

After the seminar, FLNP scientists with their colleagues from Skoltech discussed the prospects for joint research and possible options for starting experimental studies.

D. Kozlenko, Head of the Scientific and Experimental Department of Neutron Investigations of Condensed Matter (JINR FLNP) spoke about the possibilities that

neutron scattering methods can provide for studying new materials. He believes that the specific features of neutron research techniques offer a number of advantages over synchrotron and X-ray methods in studying the atomic structure of materials containing light atoms, especially against the background of heavy elements. However, there are also a number of difficulties. For example, superconducting hydrides are synthesized under high pressure of several hundred thousand atmospheres. This determines a microscopic amount of the resulting material in a

ваний и возможные варианты для начала экспериментальных работ.

Начальник научно-экспериментального отдела нейтронных исследований конденсированных сред ЛНФ ОИЯИ Д. Козленко рассказал о возможностях методов нейтронного рассеяния для исследования новых материалов. Применение этих методов имеет ряд преимуществ по сравнению с синхротронными и рентгеновскими методами при изучении атомного строения материалов, содержащих легкие атомы, особенно на фоне тяжелых элементов. Среди сложностей были названы особенности синтеза сверхпроводящих гидридов, который происходит при воздействии высоких давлений в несколько сотен тысяч атмосфер. Это обуславливает микроскопический объем получаемого материала в камере высокого давления — порядка одной сотой доли кубического миллиметра и менее. Так как потоки излучения у источников нейтронов на много порядков меньше по сравнению с источниками синхротронного излучения, то исследования под давлением могут оказаться трудно реализуемой задачей.

В последние годы нейтронные методы при воздействии высоких давлений активно развивались в ведущих мировых нейтронных центрах, в том числе в Дубне на импульсном исследовательском высокопо-

точном реакторе ИБР-2. Недавно создана специализированная установка ДН-6 для исследования атомной и магнитной структуры материалов с помощью нейтронной дифракции и проведены первые успешные эксперименты при давлении до 350 000 атм. В планах дальнейшее увеличение рабочего диапазона давлений до 500 000 атм для изучения атомного строения ряда сверхпроводящих гидридов. На установке уже проводятся совместные, ЛНФ и Сколтеха, калибровочные измерения компонентов для синтеза полидейтеридов металлов, которые должны показать возможность установления структуры подрешетки дейтерия в соединениях. Выяснение истинной структуры подрешетки дейтерия/водорода, известной только из теоретических расчетов в этом новом классе соединений, важно для понимания их сверхпроводящих свойств.

high-pressure cell (on the order of one hundredth of a cubic millimeter or even less). At the same time, the radiation fluxes of neutron sources are many orders of magnitude lower than those of synchrotron radiation sources, which makes research at high pressures a very difficult task.

In recent years, high-pressure neutron diffraction techniques have been actively developed in the world's leading neutron centres, including JINR FLNP at the IBR-2 pulsed high-flux research reactor. Recently, a specialized DN-6 instrument for neutron diffraction studies of the atomic and magnetic structure of materials has been developed and constructed, and first successful experiments have been carried out at a pressure of up to 350 000 atm. In the near future, it is planned to further increase the working pressure range up to 500 000 atm, which is sufficient for studying the atomic structure of a number of superconducting hydrides. At present, the instrument is already used to conduct joint (FLNP and Skoltech) calibration measurements of the components for the synthesis of metal polydeuterides, which should show the possibility of determining the structure of the deuterium sublattice in the compounds. During this year, it is planned to choose the most convenient source of deuterium for synthesis in

diamond cells and make a series of neutron diffraction measurements with lanthanide polydeuterides (La, Ce, Pr, Nd). Determination of the true structure of the deuterium/hydrogen sublattice, which is known only from theoretical calculations in this new class of compounds, is extremely important for understanding their superconducting properties.

- ❑ XXVII International Seminar on Interaction of Neutrons with Nuclei (ISINN-27), Dubna, Russia, June 10–14, 2019: Proceedings of the Seminar. — Dubna: JINR, 2020. — 268 p.: ill. — (JINR; E3-2020-10). — Bibliogr.: end of papers. — Spread head: ISINN-27. Neutron Spectroscopy, Nuclear Structure, Related Topics.
- ❑ *Швидкий С.* Большое в малом, миг — как вечность... — Дубна: ОИЯИ, 2020. — 91 с.  
*Shvidkij S.* Great in Small, Instant Like Eternity... — Dubna: JINR, 2020. — 91 p.
- ❑ VIII International Pontecorvo Neutrino Physics School, Sinaia, Romania, Sept. 1–10, 2019: Proceedings of Student Poster Session / Ed.: F. Simkovic. — Dubna: JINR, 2020. — 173 p.: ill. — (JINR; E1,2,4-2020-16). — Bibliogr.: end of papers.
- ❑ JINR Long-Term Development Strategy up to 2030 and Beyond: Science & Technology / Joint Institute for Nuclear Research; Eds.: B. Sharkov, H. Gutbrod, R. Jolos, E. Kologanova, S. Nedelko. — Dubna: JINR, 2020. — 235 p.: ill.
- ❑ Condensed Matter Research at the IBR-2. International Conference, Dubna, Oct. 12–16, 2020: Programme and Abstracts. — Dubna: JINR, 2020. — 243 p.: ill. — (JINR; E3-2020-19). — Bibliogr.: end of papers.
- ❑ The Silicon Tracking System as Part of the Hybrid Tracker of the BM@N Experiment: Technical Design Report / A. V. Baranov, D. Dementev, V. Elsha, P. I. Kharlamov, A. Kolzhvari, T. Lygdenova, M. M. Merkin, Y. Murin, M. Protsenko, A. Sheremetev, A. Sheremeteva, N. Sukhov, M. Shitenkov, A. Voronin, A. Zinchenko [et al.]; Eds.: D. Dementev, P. Senger. — Dubna: JINR, 2020. — 101 p.: ill. — (JINR; 2020-23). — Bibliogr.: end of papers.
- ❑ *Шитов Ю. А., Бруданин В. Б., Фомина М. В.* Удивительные превращения нейтрино. — Дубна: ОИЯИ, 2020. — 30 с.: цв. ил. — (ОИЯИ; 2020-21).  
*Shitov Yu. A., Brudanin V. B., Fomina M. V.* Amazing Transformations of Neutrino. — Dubna: JINR, 2020. — 30 p.: col. ill. — (JINR; 2020-21).



Дубна, 29 сентября. 51-й легкоатлетический пробег, посвященный памяти академика В. И. Векслера

Dubna, 29 September. The 51st track and field run in memory of Academician V.I. Veksler