

## Заседание Комитета полномочных представителей Session of the Committee of Plenipotentiaries

Очередная сессия Комитета полномочных представителей (КПП) правительств стран-участниц ОИЯИ состоялась 25 мая в гибридном формате. В работе сессии приняли участие 15 полномочных представителей (ПП) и 2 наблюдателя от Республики Сербия и ЮАР. ПП Польши, Украины и Чехии не смогли принять участие в работе сессии.

В традиционном докладе директора ОИЯИ Г. В. Трубникова были отмечены результаты, полученные за истекший период со времени осенней сессии КПП, в том числе:

- успешное проведение в 2022 году третьего цикла ввода в эксплуатацию ускорительного комплекса NICA, в течение которого были решены важные задачи по обеспечению одновременной работы трех основных ускорителей комплекса, ускорению и выводу пучка с энергией до 3 ГэВ/нуклон; успешное проведение физического сеанса коллаборацией SRC;

- установка и ввод в эксплуатацию двух новых кластеров Байкальского нейтринного телескопа, что привело к увеличению эффективного объема детектора до 0,5 км<sup>3</sup>;

- успешные эксперименты на Фабрике сверхтяжелых элементов, в т.ч. на сепараторе ГНС-2, в которых была показана способность мишени работать с пучком интенсивностью до 6,5 микроампер и получено более 230 событий серии изотопов Fl, Mc, Cn, завершение пусконаладки сепаратора ГНС-3 (GRAND) на пучке ионов кальция-48, и подготовка к первому эксперименту по изучению химических свойств элементов 114 и 112.

Полномочные представители высоко оценили представленные в докладе директора результаты, а также отметили и поддержали активное развитие фундаментальных и прикладных исследований, связанных с науками о жизни и физикой конденсированных сред, на основе межлабораторной программы исследований на базе ЛРБ и создаваемого в Институте международного инновационного центра ядерных технологий.

КПП принял к сведению включение в состав Ученого



A regular session of the Committee of Plenipotentiary Representatives of the Governments of the JINR Member States (the CP) was held on May 25 in a mixed format.

15 Plenipotentiary Representatives (PR) and 2 observers for the Republic of Serbia and the Republic of South Africa attended the meeting. Plenipotentiary Representatives of the Republic of Poland, Ukraine and the Czech Republic could not participate in the meeting.

In his traditional report, JINR Director G. Trubnikov highlighted the results obtained over the past period since the autumn session of the CP, including:

- the third commissioning cycle of the NICA accelerator complex in 2022, which was a success; during the cycle, important tasks were solved to ensure uninterrupted simultaneous operation of the three main accelerators of the complex, acceleration and extraction of a beam with an energy of up to 3 GeV/n; effective implementation of the physics run at the SRC experiment;

- installation and commissioning of two new clusters of the deep-underwater neutrino telescope on Lake Baikal, which increased the effective volume of the facility to 0.5 км<sup>3</sup>;

- successful experiments conducted at the Superheavy Element Factory, including experiments at the GFS-2 separator, which demonstrated the capability of the target to operate with a beam with an intensity of up to 6.5 microamperes, and in which more than 230 events of the synthesis of isotopes Fl, Mc, and Cn were obtained; completion of commissioning of the GFS-3 separator (GRAND) at a beam of <sup>48</sup>Ca ions; preparations for the first experiment to study the chemical properties of elements 114 and 112.

The plenipotentiaries highly appreciated the results presented in the Director's report. They also noted and supported the active development of fundamental and applied research related to life sciences and condensed matter physics

## Содержание Content

Заседание Комитета  
полномочных представителей  
Session of the Committee of  
Plenipotentiaries ..... 1

Итоги прошедшего заседания  
Координационного Комитета  
Milestones of past  
Coordination Committee meeting ..... 3

Новости Коллаборации MPD  
News from MPD Collaboration ..... 4

Измерение короткодействующих  
двухнуклонных корреляций  
в обратной кинематике  
Inverse Kinematics Measurements of  
Short-Range Correlations in Nuclei ..... 6

совета (УС) ОИЯИ А. Нерсесяна, назначенного ПП Правительства Республики Армения, и А. Эль-хаг Али, назначенного ПП Правительства Арабской Республики Египет, на срок полномочий действующего состава Ученого совета, а также поддержал стратегический подход дирекции Института по расширению географии стран-участниц ОИЯИ. Очень важно, что КПП, несмотря на сложившиеся непростые международные отношения, поддержал готовность ОИЯИ продолжать выполнение всех текущих обязательств по Соглашениям о сотрудничестве, протоколам и другим документам, подписанными с ЦЕРН и коллаборациями. КПП также принял к сведению представленное дирекцией Института Положение о социальной поддержке лиц, прекративших трудовые отношения с ОИЯИ.

По второму докладу директора «О концепции Семилетнего плана развития ОИЯИ на 2024-2030 годы с учетом корректировки долгосрочной научной стратегии развития Института и оптимизации структуры ПТП ОИЯИ, финансирования и кадрового обеспечения научных проектов» КПП отметил, что концепция плана развития ОИЯИ на 2024-2030 годы в полной мере раскрывает архитектуру и логику стратегического развития ОИЯИ, поддержал основные направления концепции и поручил дирекции Института представить проект Семилетнего плана на рассмотрение на сессии УС 29-30 сентября 2022 года.

Одной из задач весенней сессии Комитета было рассмотрение исполнения бюджета ОИЯИ за 2021 год и уточненного бюджета на 2022 год, с которыми выступил руководитель Департамента бюджетной и экономической политики Института Н. В. Калинин. КПП утвердил уточненный бюджет. КПП также утвердил Протокол заседания ФК, с результатами которого традиционно на сессии выступил председатель Финансового комитета, ПП Правительства Грузии А. Хведелидзе.

С учетом заметного сокращения состава действующего УС, директор выступил с предложением о введении новых членов в его состав: Ану Марию Сетто Крамис (Мексиканское физическое общество, Мехико, Мексика), Чан Ти Тхана (Вьетнамский институт атомной энергии, Ханой, Вьетнам) и Чжао Хунвэя (Институт современной физики Китайской академии наук, Ланьчжоу, Китай). КПП единогласно проголосовал за включение новых членов в состав УС.

К сожалению, следуя рекомендациям ряда национальных политиков, в Протокол КПП были внесены заявления от трех ПП об ограничении активности представителей этих стран в работе ОИЯИ на ближайший период.

В целом, заседание Комитета прошло на высоком уровне, отражая стремления большинства стран развивать отношения с Институтом с нарастающей интенсивностью.

*В. Д. Кекелидзе*

on the basis of an interlaboratory research programme based at JINR LRB and the international innovation center for nuclear technology being created at the Institute.

The CP took note of the appointment of A. Nersesyan (PR of the Republic of Armenia) and A. Elhag Ali (PR of the Arab Republic of Egypt) as new members of the Scientific Council for the term of office of the current SC membership. The CP also supported the strategic approach of the Institute's Directorate to expand the geography of the JINR member states. It is crucial that the CP, despite the current complex international relations, supported the readiness of the Institute to continue fulfilling all current obligations under Cooperation Agreements, protocols and other documents signed with CERN and the collaborations in which JINR participates. In addition, the CP took note of the Provision submitted by the Directorate of the Institute on social support of staff members who had terminated employment relations with JINR.

In his second report, JINR Director presented the concept of the Seven-year plan for the development of JINR for 2024 – 2030, taking into account the adjustments of the JINR long-term scientific strategy, the optimization of the structure of the JINR Topical Plan for Research and International Cooperation, as well as the financing and staffing of research projects. The CP noted that the concept of the next Seven-year plan for the JINR Development fully reveals the framework and logic of the JINR strategic development. The CP supported the main thrusts of the concept and entrusted the Institute's Directorate with presenting the project of the next Seven-year plan for consideration at the next session of the JINR Scientific Council on September 29-30, 2022.

One of the tasks of the CP spring session was to analyze the execution of the JINR budget for 2021 and consider the revised JINR budget for 2022, the information on which was presented by Head of the Budget and Economic Policy Department Nikolay Kalinin. The CP approved the revised JINR budget, as well as the protocol of the JINR Finance Committee session, the results of which were traditionally summed up by Chairman of the Finance Committee, PR of Georgia Arsen Khvedelidze.

Taking into account the noticeable reduction in the current SC membership, JINR Director proposed to elect new members: Ana Maria Cetto Kramis (Mexican Physical Society, Mexico City, Mexico), Tran Chi Thanh (Vietnam Atomic Energy Institute, Hanoi, Vietnam), and Zhao Hongwei (Institute of Modern Physics of the Chinese Academy of Sciences, Lanzhou, China). The CP voted unanimously for the inclusion of new members in the SC.

Unfortunately, following the recommendations of a number of national politicians, three Plenipotentiary Representatives made statements on suspending the activity of their countries at JINR in the near future.

In general, the meeting of the Committee was held at a high level, reflecting the aspirations of most countries to develop relations with the Institute with increasing intensity.

*V. Kekelidze*

# Итоги прошедшего заседания Координационного Комитета

## Milestones of past Coordination Committee meeting

22 июня состоялось очередное заседание Координационного Комитета мегапроекта «Комплекс NICA». Во вступительном слове председатель комитета Г. В. Трубников кратко рассказал об итогах прошедшего в конце мая КПП. Основными задачами проекта NICA в текущей семилетке являются запуск, начало работы и результаты эксперимента BM@N, а также создание инфраструктуры для прикладных исследований ARIADNA.

Ключевые этапы развития проекта в 2022 году – сеанс на BM@N, а в конце 2023 году – запуск Коллайдера NICA и детектора MPD, что является основной задачей ОИЯИ на текущий период.

В. Д. Кекелидзе сообщил о состоявшейся накануне встрече с руководством компании ШТРАБАГ. По зданию размещения Коллайдера есть задержки завершения общестроительных работ, связанные со сложностями поставок инженерного оборудования, а именно – систем вентиляции, холодоснабжения и энергообеспечения.

В ходе подведения итогов встречи В. Д. Кекелидзе указал коллегам из ШТРАБАГ на однозначную необходимость повышения качества выполнения общестроительных работ на объекте ввиду уникальности размещаемого там оборудования.

С компанией достигнута договоренность о продлении выполнения работ до 30 ноября 2022 года, идет согласование стоимости содержания персонала и строительной площадки в пределах указанного срока. ОИЯИ делает все возможное для ускорения хода работ на строительной площадке, однако развернуть монтаж оборудования в полном объеме пока невозможно.

А. В. Дударев сообщил о подготовке к сопровождению проекта в Главгосэкспертизе для оперативного, при необходимости, внесения изменений в документацию. Достигнута договоренность с ЗАО КОМЕТА о ведении этой работы. Координационный комитет поручил ЛФВЭ вместе со службами Института подготовить документы и заключить соответствующий договор с ЗАО КОМЕТА.

С. А. Костромин представил актуализированный план работ по проекту: технологический пуск Коллайдера должен начаться в сентябре 2023 года с испытаний основных систем установки и перейти в работу с пучком в декабре 2023 года.

Задержки выполнения работ по проекту составляют 6-9 месяцев и определяются различными факторами:

- неисполнением обязательств по ранее заключенным ключевым договорам поставки оборудования/услуг иностранными компаниями;
- приостановкой сотрудничества с международными научными центрами;
- отсутствием в текущий момент возможности поставок некоторых импортных комплектующих на рынок РФ.

Координационный комитет принял представленную информацию и поручил ЛФВЭ вместе со службами ОИЯИ продолжить совместный поиск технических и организационных возможностей для выполнения всех

On June 22, a regular meeting of the Coordination Committee of the megaproject "NICA Complex" was held. In his welcome speech, Chairman of the Committee G. Trubnikov summarized the results of the CP session held at the end of May. For the current seven-year period, the main objectives of the NICA project are the launch, start of operation and results of the BM@N experiment, as well as the construction of the infrastructure for applied research ARIADNA.

The key stages of the project's development are the run at BM@N in 2022, the launch of the NICA collider and the MPD detector at the end of 2023, which is the prime objective of JINR to be achieved now.

V. Kekelidze reported on the meeting held the day before with the management of the STRABAG company. Due to the difficulties in supplying engineering equipment (ventilation, cooling and power supply systems), there are some delays in completion of general construction works in the Collider building.

While summing up the results of the meeting, V. Kekelidze emphasized the importance of improving the quality of general construction works at the facility due to the uniqueness of the equipment placed there.

An agreement has been reached with the company to extend the work until November 30, 2022. The cost of maintaining personnel and the construction site within the specified period is being negotiated. JINR is doing its utmost to accelerate the progress of work on the construction site, but it is not yet possible to perform full installation of equipment.

A. Dudarev spoke about the preparation for the project support at FAI Glavgosexpertiza of Russia for making amendments to the documentation if necessary. An agreement has been reached with ZAO Kometa on performing this work. The Coordination Committee entrusted the VBLHEP team, together with the Institute's services, with preparing documents and concluding a corresponding contract with ZAO Kometa.

S. Kostromin presented an updated work plan on the project: the technological launch of the Collider has to be started in September 2023 with testing the main facility systems; operation with the beam is planned for December 2023.

Delays in conducting work on the project are 6-9 months and are determined by various factors:

- non-fulfillment of obligations by foreign companies under previously concluded key contracts for the supply of equipment/services;
- suspension of cooperation with international scientific centers;
- current lack of the possibility of supplying some imported components to the Russian market.

The Coordination Committee took into account the information presented and entrusted the VBLHEP team, together with JINR services, with continuing the joint search for technical and organizational opportunities to fulfill all obligations under individual contracts in order to ensure that

обязательств по отдельно взятым договорам, чтобы обеспечить продолжение реализации проекта NICA в указанные выше сроки.

А. В. Бутенко представил информацию о планируемом осеннем сеансе на ускорительном комплексе:

- начало охлаждения – 20-25 сентября;
- источник ионов – Крион-6Т;
- рабочий сорт ионов –  $^{124}\text{Xe}$ ;
- энергия выведенного на эксперимент пучка – 3,8 ГэВ/н;
- интенсивность –  $10^6$  частиц за сброс на мишень.

В настоящий момент на инжекционном комплексе полным ходом идет подготовка к этому сеансу. Большой объем работ должен быть завершен к началу сеанса на Нуклотроне, идет переборка значительной части кольца ускорителя, обновляется система диагностики и коррекции орбиты пучка. Выполняется модернизация источников питания магнитов в корпусе 205 и системы транспортировки пучка на мишень. Также А. В. Бутенко сообщил, что три недели работы в сеансе с пучком будут посвящены настройке и улучшению параметров самого ускорительного комплекса.

М. Н. Капишин рассказал о конфигурации детектора BM@N и программе эксперимента в осеннем сеансе. Общее запрашиваемое время пучка на мишени – 800 часов. В ходе сеанса будут измерены выходы  $\Lambda$ -,  $\Xi$ -гиперонов, а также гиперядер  $^3_\Lambda\text{H}$  в зависимости от кинематических переменных: поперечного импульса и быстроты, а также от центральности взаимодействия. В сеансе ожидается получить спектры данных гиперонов и гиперядер на статистическом уровне:  $\Lambda$  (80М),  $\Xi$ - (400К),  $^3_\Lambda\text{H}$  (20К). Будет выполнен поиск сигнала  $\Omega$ -гиперонов и определен выход этих частиц. Будут измерены выходы, а также прямой и эллиптический потоки для протонов, заряженных пионов, К-мезонов и легких ядерных фрагментов на высоком уровне статистики в зависимости от поперечного импульса и быстроты. По итогам данного сеанса ожидается получить яркие результаты и выводы, так как после проведенной модернизации установки впервые ее акцептанс будет близок к 100%, что позволит в разы увеличить регистрацию интересующих нас редких процессов.

*С. А. Костромин*

the implementation of the NICA project will be continued within the above mentioned deadlines.

A. Butenko provided information on the planned autumn run at the accelerator complex:

- start of cooling – September 20-25;
- ion source – KRION-6T;
- type of ions –  $^{124}\text{Xe}$ ;
- extracted beam energy – 3.8 GeV/n;
- intensity –  $10^6$  particles/bunch.

At the moment, preparations for this run are in full swing at the injection complex. A large amount of work has to be completed by the start of the Nuclotron run. A significant part of the accelerator ring is being reassembled, the system of diagnostics and correction of the beam orbit is being upgraded. The power supplies of magnets in building 205 and the beam transport system to the target are being upgraded. A. Butenko also mentioned that three weeks of the beam run will be devoted to adjusting and improving the parameters of the accelerator complex itself.

M. Kapishin spoke about the configuration of the BM@N detector and the programme of the experiment in the autumn run. The total requested beam time on the target is 800 hours. During the run, the yields of  $\Lambda$ -,  $\Xi$ -hyperons, as well as the yields of hypernuclei  $^3_\Lambda\text{H}$  will be measured depending on kinematic variables: transverse momentum and velocity, as well as on the centrality of interaction. In the run, it is expected to obtain data spectra of hyperons and hypernuclei at the statistical level:  $\Lambda$  (80M),  $\Xi$ - (400K),  $^3_\Lambda\text{H}$  (20K). A search for the signal of  $\Omega$ -hyperons will be performed, and the yield of these particles will be determined. Yields, as well as direct and elliptic flows for protons, charged pions, K-mesons and light nuclear fragments will be measured at a high level of statistics depending on the transverse momentum and velocity. According to the results of this run, it is expected to obtain spectacular results and arrive at interesting conclusions, since after upgrading the facility for the first time, its acceptance will be close to 100%. This will significantly increase the registration of rare processes, which we are interested in.

*S. Kostromin*

---

## Новости Коллаборации MPD News from MPD Collaboration

25-27 апреля 2022 года на площадке Лаборатории физики высоких энергий ОИЯИ было проведено трехдневное совещание коллаборации MPD на комплексе NICA. Девятое по счету мероприятие прошло в гибридном формате. Общее число участников мероприятия превысило 150 человек из десяти стран мира, из них более 60 человек присутствовало в очном порядке. За три дня заседаний в конференц-зале Лаборатории физики высоких энергий было представлено более 40 докладов, охватывающих все аспекты функционирования коллаборации.

Первые два дня работы были посвящены обсуждению текущего состояния и графика строительства экспериментальной установки MPD, состояния и планов

On April 25-27, 2022, a three-day Collaboration meeting of the MPD Experiment at the NICA complex was held at the Laboratory of High Energy Physics. The ninth event of the series was held in a mixed format. In total, more than 150 participants from 10 countries attended the meeting. More than 60 of them participated in person. During the three days, more than 40 reports covering all aspects of the Collaboration's work were presented in the VBLHEP Conference Hall.

In the first two days, participants discussed the state of the art and the schedule of the MPD experimental facility construction, the status of the Collaboration's computing and



*Участники IX Коллаборационного совещания эксперимента MPD на установке NICA.  
Participants of the IX Collaboration Meeting of the MPD Experiment at the NICA Facility.*

развития компьютерной инфраструктуры коллаборации. Подробно были обсуждены проблемы, связанные с недавними событиями в мире, введением международных санкций и ограничений. Отмечено, что, несмотря на возникшие сложности (разрыв контрактов и цепочек поставки с западными компаниями), а также приостановку участия в коллаборации институтов из Польши и Чехии, основные работы по созданию и запуску экспериментальной установки будут продолжены и предположительно закончены к концу 2023 года. К этому времени должно быть закончено строительство коллайдера NICA в его базовой конфигурации и получены первые столкновения тяжелых ядер.

Основные работы в 2022 году будут связаны с тестированием и запуском центрального сверхпроводящего магнита, а также проведением прецизионных измерений магнитного поля. Параллельно будет продолжено производство и тестирование подсистем центрального барреля TPC, TOF и EMCAL, а также форвардных детекторов FFD и FHCAL, предназначенных для отбора событий, определения плоскости реакции и центральности ядерных столкновений. На заседаниях также был освещен статус разработки и планы создания детекторов внутренней трековой системы – ITS и miniBeBe.

Был представлен прогресс в развитии компьютерной инфраструктуры института, а также программного обеспечения для обработки измеряемых сигналов и калибровки детекторных подсистем, физического анализа экспериментальных и смоделированных данных. Был отмечен высокий уровень и профессионализм администраторов компьютерных ресурсов, позволяющих производить и обрабатывать большие выборки смоделированных данных. Последний день совещания был посвящен представлению и обсуждению результатов физических анализов, проводимых членами коллаборации в пяти различных физических группах. На основе представленных результатов формируется физическая повестка MPD коллаборации и определяется ее вклад в изучение физики столкновений тяжелых ионов в мире.

На совещании было отмечено, что первая коллаборационная статья, которая описывает

software infrastructure. We also discussed problems related to the recent events in the world, sanctions, and restrictions. It was highlighted that despite the difficulties of the current situation (termination of contracts and supply chain disruption with Western companies), as well as the suspended participation of institutes of Poland and the Czech Republic in the collaboration, completion of main work on the construction and launch of the experimental facility is planned for the end of 2023. By that time, the construction of the NICA collider has to be completed in its basic configuration, and the first collisions of heavy nuclei have to be obtained.

In 2022, the main work is going to be related to the launch of the central superconducting magnet and precision measurements of the magnetic field. At the same time, we will continue the production and testing of central-barrel subsystems TPC, TOF и EMCAL, as well as the forward detectors FFD and FHCAL designed for event selection, determination of the reaction plane and centrality of nuclear collisions. At the meeting, the development status and plans for the construction of ITS and miniBeBe detectors were presented.

The progress in the development of the Institute's computing infrastructure, as well as software for processing detected signals and calibration of the detector subsystems, physics analysis of experimental and simulated data was presented. The high-skill level and professionalism of administrators of computer resources was highlighted, which allowed the production and processing of large samples of simulated data. The last day of the meeting was focused on presenting and discussing the results of physics analyses conducted by members of five different MPD Physics Working Groups. Based on the results presented, we form the physics agenda of the MPD Collaboration and define its contribution to studying the physics of heavy ion collisions in the world.

At the meeting, it was noted that the first collaborative paper

экспериментальную установку и представляет избранные результаты физических анализов с целью демонстрации возможностей экспериментальной установки MPD, уже принята к печати и будет опубликована в журнале European Physical Journal A (EPJ A) летом этого года. Началась подготовка второй коллаборационной статьи, которая должна представить планы коллаборации по изучению физики столкновений тяжелых ядер с использованием первых экспериментальных данных, ожидаемых к получению в 2024 году. Предполагается, что в первые годы работы установки будут изучаться  $Vi+Vi$  столкновения при энергии 9,2 А ГэВ. Данная энергия взаимодействия соответствует максимальной энергии пучков без их ускорения в кольцах коллайдера.

На заседании Совета Институтов в состав коллаборации MPD в качестве нового члена был принят Институт Физики и Технологий Монгольской академии наук. На настоящий момент в состав коллаборации входит более 450 специалистов из 31 института из 10 стран мира, включая ОИЯИ. В. Г. Рябов был утвержден в должности и.о. руководителя коллаборации MPD. Коллаборационный митинг прошел в очень дружеской и конструктивной обстановке.

*В. Г. Рябов*

will be published in the European Physical Journal A (EPJ A) this summer. It describes the experimental facility and presents selected results of physics analyses to demonstrate the capabilities of the MPD experimental facility. We started preparing the second paper dedicated to the Collaboration plans on studying the physics of heavy ion collisions with the first experimental data, which we expect to obtain in 2024. During the first years of the facility's operation, we plan to study  $Bi+Bi$  collisions at an energy of 9.2 A GeV. This interaction energy corresponds to the maximum beam energy without acceleration of beams in the collider rings.

At its meeting, the Institutional Board welcomed a new member of the MPD Collaboration – the Institute of Physics and Technology of the Mongolian Academy of Sciences. At present, the Collaboration is made up of more than 450 specialists from 31 institutes from 10 countries, including JINR. Victor Riabov was appointed interim Spokesperson for the MPD Collaboration. The Collaboration meeting was held in a very constructive and friendly atmosphere.

*V. Riabov*

---

## Измерение короткодействующих двухнуклонных корреляций в обратной кинематике

### Inverse Kinematics Measurements of Short-Range Correlations in Nuclei

Многие эксперименты в ОИЯИ создаются для того, чтобы разобраться в структуре и взаимодействиях внутри атомных ядер, объектов размером менее 10-15 м. Нейтроны и протоны (нуклоны) являются компонентами ядра и связаны между собой одной из фундаментальных сил природы – сильным взаимодействием. Отдельные нуклоны движутся внутри ядра и взаимодействуют друг с другом. Периодически нуклон находит партнера внутри ядра и образует пару с уникальными свойствами. Эксперименты по электронному и протонному рассеянию на ядрах показали, что такие спаренные нуклоны обладают импульсом большим, чем импульс Ферми для данного ядра. Это обусловлено в основном интенсивным взаимодействием нуклонов, находящихся в непосредственной близости друг от друга. Этот феномен получил название Короткодействующих Двухнуклонных Корреляций (КДК).

Исследование этих КДК-пар важно для следующих областей знаний: холодная плотная ядерная материя как в нейтронных звездах, уточнение ядерного взаимодействия на малых расстояниях. Кроме того, существует свидетельство взаимосвязи КДК-пар и изменения нуклонной структуры в ядре – EMC эффект. Феномен КДК проявляется на различных ядерных масштабах – от астрофизики до физики частиц, и поэтому представляет большой научный интерес.

В марте 2022 года международная коллаборация по исследованию КДК провела эксперимент по измерению полностью эксклюзивной реакции жесткого рассеяния в обратной кинематике при помощи спектрометра BM@N в Лаборатории Физики Высоких Энергий им. Векслера и Балдина. При этом был использован высокоэнергетичный углеродный пучок с импульсом 3,75 ГэВ/с/нуклон,

Many experiments at JINR are being designed to reveal the structure and interactions of atomic nuclei, objects with sizes of  $< 10-15$  m. Neutrons and protons (nucleons) are the components of nuclei that are bound by one of the basic forces of nature, the strong interaction. Single nucleons move inside the nucleus and interact with each other. From time to time, they find a partner nucleon and form a pair inside the nucleus with unique properties. Electron- and proton-scattering experiments on nuclei have demonstrated that these paired nucleons have greater momenta than the nuclear Fermi momentum. This is mainly due to the intense interaction of nucleons in close proximity. This phenomenon is commonly referred to as Short-Range Correlations (SRC).

The measurement of these SRC pairs offers the potential to study cold dense nuclear matter, as in neutron stars, details of the nuclear interaction at short distances, and moreover, there is evidence that SRC pairs are related to nucleon-structure modification in nuclei (the EMC effect). SRC is a phenomenon with an impact across nuclear scales - from astrophysics to particle physics, and is therefore of a great scientific interest.

In March 2022, the international SRC Collaboration performed a study of SRCs using measurements of fully exclusive hard-knockout reactions in inverse kinematics at the BM@N beamline at the Veksler and Baldin Laboratory of High Energy Physics. In this experiment, high-energy carbon nuclei at 3.75 GeV/c/u scattered off a proton target. When an SRC pair

рассеиваемый на протонной мишени. При разбивании КДК-пары в реакции  $^{12}\text{C}(p,2p\text{N})\text{A}-2^*$ , рассеянные протоны вылетают с большим углом относительно друг друга, тогда как фрагмент A-2 и нуклон отдачи продолжают двигаться практически с начальным импульсом вдоль направления пучка. Благодаря тому, что эксперимент проходил в так называемой обратной кинематике, где есть возможность исследовать пучковую частицу, удалось одновременно измерить все частицы конечного состояния. Установка BM@N, имеющая дипольный магнит с большим зазором, представляет идеальные условия для проведения подобных исследований.

Вдохновившись успешно проведенным в 2018 году пилотным экспериментом, мы усилили нашу команду и взялись разработать и воплотить новый улучшенный эксперимент, включающий в себя несколько новых детекторных систем, таких как зарядочувствительные временные сцинтилляционные счетчики для пучка, времяпролетный калориметр большой площади, а также новую криогенную мишень.

Сотрудники монтажного участка ЦОЭП под руководством Сергея Анисимова, а также инженерная группа эксперимента BM@N под руководством Семена Пиядина помогли получить, разместить и собрать новые детекторы, которые были присланы из-за рубежа. Семен руководил работами по сборке экспериментальной конфигурации установки BM@N для измерения КДК, состоящей из местных и новых детекторов. На рисунке показана трехмерная модель и фотография зоны вокруг мишени до анализирующего магнита, где расположены детекторы конфигурации КДК.

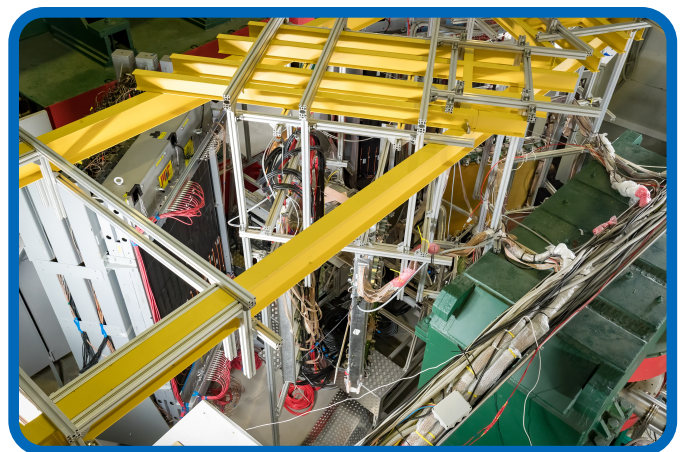
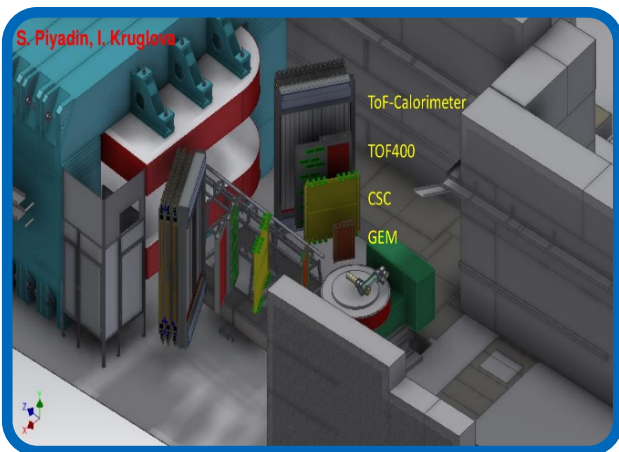
В феврале 2022 года коллегам из ускорительного отдела удалось получить стабильную циркуляцию пучка ионов углерода в кольце Нуклотрона. Пучок был успешно инжектирован и ускорен в цепочке LINAC – Бустер – Нуклотрон. После полного цикла ускорения пучок был выведен из кольца и транспортирован по 130-метровому каналу в зону BM@N, где был направлен на мишень. Большая часть пути пучка по каналу вывода проходила в вакууме. Впервые новая ускорительная цепочка, включающая Бустер, была успешно использована для вывода пучка на физический эксперимент. Зарегистрированный на установке углеродный пучок был высококачественным и относительно стабильным, а также не содержал примеси благодаря новому ионному источнику. Длительность вывода была обычно более

breaks in a  $^{12}\text{C}(p,2p\text{N})\text{A}-2^*$  reaction, the scattered protons escape with a large opening angle, while the A-2 fragment and the pair recoil nucleon move with almost the same beam momentum in the forward direction. Taking an advantage of this so-called inverse kinematics experiment, where the beam particle is the object of interest, we were able to measure all the reaction particles in coincidence. At the BM@N facility with its large-gap dipole magnet, we found ideal environment to conduct such measurements.

Inspired by the successful pilot experiment in 2018, we strengthened the Collaboration and were set to develop, design, and implement a new experiment under improved conditions. This included several new detector systems, such as time and charge sensitive in-beam scintillator detectors, a large-area time-of-flight calorimeter, as well as a new target system.

The colleagues of the construction section TsOEP under the leadership of Sergey Anisimov and the engineering group of BM@N led by Semen Piyadin helped to receive, set up and assemble the new detectors brought from abroad. Semen supervised the construction and assembly of the dedicated SRC setup composed of the local JINR detectors and the new ones. The 3D model and a photo of the target area in front of the analyzing magnet where the dedicated SRC detectors are located are shown in the figure.

In February 2022, the Nuclotron team succeeded to achieve a stable circulation of a carbon ion beam in the Nuclotron synchrotron. The beam was successfully injected and accelerated from LINAC into the Booster and further to the Nuclotron. Following full acceleration, the carbon nuclei were extracted from the ring and transported along the 130 m magnetic beam channel up to the BM@N area, and hit the SRC target. The beam traveled most of the channel under vacuum conditions. For the first time, the new accelerator chain, including the new Booster ring, successfully delivered the beam for a physics experiment. With the new ion source, we obtained pure carbon beam, which was of high quality and relatively stable. The delivered spills were typically more than 5 s with an intensity of  $5 \times 10^5$  nuclei /s.



Слева: 3D-модель установки SRC между мишенью и анализирующим магнитом с двухплечевым спектрометром (GEM+CSC+TOF400+ToF-Calorimeter). Справа: Фотография этой же зоны после установки детектора, направление пучка: справа-налево.  
 Left: 3D model of the SRC setup between target and analyzing magnet with proton-arm spectrometer (GEM+CSC+TOF400+ToF-Calorimeter).  
 Right: Photo of the same area after detector installation, beam coming from the right.

5 секунд при интенсивности  $5 \times 10^5$  ионов/с.

Наряду с колоссальными усилиями ускорительного отдела по настройке пучка, хотелось бы также отметить исключительную работу коллег в зоне BM@N, которые обеспечили стабильное функционирование всех систем на протяжении всего трехнедельного периода набора данных.

Дмитрий Климанский с коллегами собрали, протестировали и обеспечили стабильную работу новой 30-сантиметровой жидководородной мишени в течение всего сеанса. Мишень с уникальным криостатом была разработана Юрием Тимофеевичем Борзуновым, который недавно вышел на пенсию. Система поддержки мишени на кронштейне позволяла перемещать мишень из рабочего положения в положение вне пучка и обратно и была разработана в Лаборатории Ядерных Проблем им. В. П. Дзелепова ОИЯИ.

Сергей Седых и Владимир Юревич вместе со своей группой отвечали за новые пучковые и триггерные сцинтилляционные счетчики, а также за триггерную систему. Новые кремниевые стриповые детекторы высокого разрешения были предоставлены и обслуживались группой Николая Замятина, а четырьмя многопроволочными пропорциональными камерами заведовал Владимир Спаськов. Реконструкцией трековой системы на пучке в режиме квази-онлайн и оффлайн занималась Василиса Ленивенко.

Значительных усилий стоила сборка, запуск и работа нового двухплечевого спектрометра, регистрирующего рассеянные протоны. Каждое плечо включало в себя следующие детекторы: камеры GEM и KCK, за которые отвечала группа под руководством Анны Максимчук, времяпролетные детекторы TOF400 под управлением Михаила Румянцева и Вадима Бабкина, а также времяпролетную сцинтилляционную стенку и калориметр площадью  $2 \text{ м} \times 1,5 \text{ м}$  и весом более 7,5 тонн, которые были присланы из США и Европы и собраны в ОИЯИ.

Весь эксперимент с начала подготовки до окончания набора данных был успешно проведен объединенными усилиями коллабораций КДК + BM@N + ГиперНИС, в общей сложности включающих более 80 человек. Руководство проектом осуществлялось коллегами из Массачусеттского Технологического Института (США) и Университета Тель-Авива (Израиль), а также координировалось на месте Марией Пацюк. С 7 по 13 марта были проведены калибровки, с 14 марта по 30 марта проводился набор данных на жидководородной мишени.

Группа системы сбора данных под руководством Сергея Базылева обеспечила стабильную работу и эффективный набор данных в сеансе. Алексей Шутов и Андрей Щипунов помогли корректно использовать новейшие разработки системы DAQ. Качество собираемых данных отслеживалось онлайн благодаря работе Ильнура Габдрахманова, а онлайн мониторинг оборудования осуществлялся системой Дмитрия Егорова.

В сеансе 2022 года удалось набрать 185 миллионов физических триггеров и записать около 80 Тбайт данных. Сейчас ведутся работы по анализу набранных данных несколькими рабочими группами, включающими 5 аспирантов.

*М. Пацюк*

Besides the immense efforts of the accelerator department, the work of colleagues in the BM@N area was remarkable, ensuring stable performance of all systems for the entire duration of three weeks of data taking.

Dmitriy Klimanskiy and his colleagues assembled, tested, and operated a new 30 cm-long liquid hydrogen target, which showed a very stable performance. The design of the cryogenic target with a unique cryostat was developed by the senior expert Yuriy Borzunov, who recently retired. The handy support structure, which allowed moving the target in and out of the beam on an arm, was developed at the Dzhelapov Laboratory of Nuclear Physics Problems at JINR.

Sergey Sedykh and Vladimir Yurevich, together with their group, were responsible for the new in-beam and trigger detectors, as well as for the trigger system. New high-resolution silicon strip detectors were provided and operated by the group under the leadership of Nikolay Zamyatin, and four multi-wire proportional chambers were run by Vladimir Spaskov. The overall responsibility for the in-beam tracking analysis in quasi-online and offline modes was carried by Vasilisa Lenivenko.

Huge efforts were invested in assembling, setting up, and operating a new two-arm spectrometer system to measure the scattered protons. Each arm included the following detectors: GEM and CSC stations put together by a group led by Anna Maksymchuk, TOF400 counters operated by Mikhail Rumyantsev and Vadim Babkin, and a dedicated scintillator TOF and calorimeter system with an area of  $2 \text{ m} \times 1.5 \text{ m}$  and weight of more than 7.500 kg, which was assembled at JINR after shipment from Europe and the USA.

The whole experiment, from the preparation stage up to the data taking, was successfully conducted by the joint efforts of SRC + BM@N + HyperNIS Collaborations with about 80 members, which at that time was led and coordinated by colleagues from the Massachusetts Institute of Technology and Tel Aviv University, as well as the local coordinator at JINR Maria Patsyuk. During March 7-13, the experiment took calibration data with the beam. During March 14-30, we took data with the liquid hydrogen target.

The DAQ group, headed by Sergey Bazylev, ensured stable data taking. Alexey Shutov and Andrey Shchipunov helped to use the latest developments of the DAQ system correctly. The quality of the detector data was monitored online thanks to the work of Ilnur Gabdrakhmanov, and the hardware performance was monitored thanks to the work of Dmitriy Egorov.

During the 2022 run, we accumulated about 185 million physics triggers and recorded about 80 TB of data. These data are now being analyzed by different teams, including 5 graduate students.

*M. Patsyuk*

