



Содержание Content

Заседание Координационного комитета Meeting of NICA Coordination Committee	1
Есть 4,5 К на соленоиде MPD! Got 4.5 K at MPD solenoid!	3
Новости Коллаборации BM@N News from BM@N Collaboration	7
Новости Коллаборации MPD News from MPD Collaboration	9
На пути к созданию детектора SPD On the way to the SPD construction	11

Заседание Координационного комитета Meeting of NICA Coordination Committee

25 октября 2024 года состоялось очередное заседание Координационного Комитета мегапроекта «Комплекс NICA», на котором обсуждалась подготовка к техническому пуску Коллайдера в январе 2025 года.

Открывая заседание, Г. В. Трубников рассказал о подтвержденном финансировании института на ближайшие три года со стороны Российской Федерации, как об одном из положительных результатов визита Президента РФ в ОИЯИ. Он также отметил увеличение темпов работ по сооружению Коллайдера при активном и непосредственном участии персонала ЛФВЭ и сотрудников многих административных служб института.

А. В. Бутенко сделал сообщение по статусу основных пусковых объектов и планам проведения сеансов на комплексе, в котором выделил критические работы по созданию технологического оборудования:

- система вывода из Нуклотрона (начало монтажа – январь 2025 г.);
- каналы транспортировки пучка из Нуклотрона в Коллайдер (окончание монтажа – май 2025 г.);
- система инжекции в Коллайдер (начало монтажа – март 2025 г.);
- магнитно-криостатная система Коллайдера (готовность к охлаждению – февраль 2025 г.);
- системы и инженерная структура детектора MPD (готовность к тестовой приемке сигналов – май 2025 г.);
- система криогенного обеспечения Коллайдера – криогенные трубопроводы от спутниковых гелиевых рефрижераторов до МКС в обоих полукольцах (начало испытаний – конец декабря 2024 г.).

А. В. Бутенко также рассказал, что в течение года продолжается активная работа по подготовке ускорителей и систем инжекционного комплекса для работы в режиме

A regular meeting of the Coordination Committee of the mega-project "NICA Complex" was held on October 25, 2024. The discussion centered on the preparations for the technical launch of the Collider in January 2025.

Opening the meeting, G. Trubnikov spoke about the approved RF funding of the Institute for the next three years, which is the positive outcome of the Russian President's earlier visit to JINR. He noted an increase in the pace of construction of the Collider with the active and direct participation of VBLHEP staff and employees of many administrative services of the Institute.

A. Butenko presented the status of the main launch facilities and plans to perform runs at the complex, highlighting critical work on the production of the technological equipment:

- Nuclotron extraction system (start of installation – January 2025);
- beam transport channels from the Nuclotron into the Collider (completion of installation – May 2025);
- system of injection into the Collider (start of installation – March 2025);
- magnetic cryostat system of the Collider (cooling readiness – February 2025);
- MPD systems and engineering (readiness for test signal detection – May 2025);
- cryogenic support system of the Collider – cryogenic pipelines from satellite helium refrigerators to MCS in both half-rings (start of tests – late December 2024).

A. Butenko also reported that during the year, active work continues on the preparation of accelerators and injection complex systems for operation in the beam accumulation mode

накопления пучка для Коллайдера, достигнута частота повторений инжекций из ЛУТИ в Бустер – 10 Гц.

Общая задержка по различным направлениям работ по подготовке комплекса к пуску составляет на текущий момент 1-1,5 месяца.

А. В. Дударев сделал доклад о планах завершения генподрядных работ в здании Коллайдера. 1 марта 2024 года была оформлена передача прав и обязанностей по Договору генерального подряда от АО «ШТРАБАГ» новому генподрядчику ООО «ТЭС» (ТавридаЭнергоСтрой, Нижний Новгород), срок завершения работ – 1 марта 2025 года. Сейчас ведется работа по заключению дополнительного соглашения к Договору – план-график производства работ продлевается на 8 месяцев до 30 октября 2025 года.

В ходе обсуждения реализации генподрядных работ члены КК и представители служб института подчеркнули необходимость интенсификации работ со стороны ООО «ТЭС», а также необходимость скорейшего выполнения требующихся административных процедур со стороны ОИЯИ для обеспечения возможности продолжения работ на стройплощадке Коллайдера в полном объеме.

В. В. Морозов сделал доклад об актуализации финансовых расходов по базовой конфигурации проекта комплекса NICA.

Текущая стоимость проекта комплекса NICA определена в размере 32 100 млн. рублей (17 700 млн руб. – ОИЯИ + другие страны, 14 400 млн руб. – средства РФ).

Существуют четыре категории факторов, приводящих к изменению стоимости всего проекта:

- внешнеэкономические контракты с выплаченными авансами с невозможностью поставки или отказом поставщиков от выполнения своих обязательств; такие контракты приводят к финансовым потерям и требуют поиска альтернативных поставщиков для приобретения оборудования на замену непоставленного;
 - удорожание стоимости уже заключенных внешнеэкономических контрактов в связи с изменением логистики поставок технологического оборудования;
 - удорожание стоимости технологического оборудования в связи с инфляционными процессами (дефицит продукции у поставщиков, увеличение стоимости товара в связи с риском поставки и вторичными санкциями, инфляция продукции в долларах США);
 - удорожание стоимости строительно-монтажных работ.
- ОИЯИ предпринял все возможные шаги по нивелированию изменения стоимости проекта:
- сокращена часть технологического оборудования в базовой конфигурации ввиду невозможности приобретения или поставки такого оборудования;
 - уменьшена стоимость ряда объектов за счет оптимизации проектов (в частности, каналов для прикладных исследований).

Г. В. Трубников отметил, что с точки зрения нормативной базы ОИЯИ реализация проекта идет абсолютно корректно и правильно, необходимо зафиксировать оценку стоимости проекта на данный момент и проинформировать о ней Наблюдательный Совет и КПП.

Обсуждая кадровый вопрос, Г. В. Трубников и члены КК отметили, что администрация института всегда стремится поддерживать конкурентные условия для всего персонала, а также искать совместно с подразделениями любые обоснованные персональные решения для привлечения новых квалифицированных специалистов в штат ОИЯИ.

С. А. Костромин

for the Collider, the injection repetition frequency from HILAc to the Booster of 10 Hz was achieved.

The total delay in various areas of work to prepare the complex for launch is currently 1-1.5 months.

A. Dudarev made a report on plans to complete general contracting works in the Collider building. On March 1, 2024, the rights and obligations under the General Contractor Agreement were transferred from JSC Strabag to the new general contractor ООО TES (Tavrida Energo Stroy, Nizhny Novgorod). The completion date is March 1, 2025. Now work is underway to conclude an additional agreement to the Contract – the scheduled plan is extended for 8 months until October 30, 2025.

While discussing the implementation of general contracting works, members of the CC and representatives of the Institute's services expressed the need to intensify the work on the part of ООО TES, as well as the need for immediate implementation of the required administrative procedures on the part of JINR to ensure the possibility to continue work at the Collider construction site in full.

V. Morozov presented a report on updating financial expenses for the basic configuration of the NICA complex project.

The current cost of the NICA complex project is estimated at 32,100 million roubles (17,700 million roubles from JINR + other countries, 14,400 million roubles from RF funds).

There are four categories of factors leading to changes in the cost of the entire project:

- foreign trade contracts with advances paid, with suppliers unable to deliver or refusing to fulfil their obligations; such contracts result in financial losses and require the search for alternative suppliers to purchase equipment to replace the undelivered;
 - increase in the cost of already concluded foreign trade contracts due to changes in the logistics of technological equipment supplies;
 - increase in the cost of technological equipment due to inflationary processes (shortage of products at suppliers, increase in the cost of goods due to delivery risk and secondary sanctions, inflation of products in terms of the US dollar);
 - increase in the cost of construction and installation works.
- JINR has taken all possible steps to offset the change in the cost of the project:
- the number of technological equipment in the basic configuration has been reduced due to the inability to purchase or supply it;
 - cost of a number of facilities has been reduced through project optimization (in particular, channels for applied research).

G. Trubnikov noted that in terms of the JINR regulatory framework, the project is being duly implemented. It is necessary to fix the estimate of the project cost at the moment and inform the Supervisory Board and CP about it.

Discussing the personnel issue, G. Trubnikov and the CC members noted that the Institute's Directorate always strives to maintain competitive conditions for all personnel, as well as to seek, together with the departments, any reasonable personal solutions to attract new qualified specialists to JINR.

S. Kostromin

Есть 4,5 К на соленоиде MPD! Got 4.5 K at MPD solenoid!

2024 год можно считать главным годом для системы криогенного обеспечения детектора MPD, который в декабре завершился охлаждением до рабочих температур около 4,5 К его ключевого элемента – сверхпроводящего соленоида из NbTi/Cu. Сверхпроводящих магнитов таких размеров (длина – 7 м, диаметр – 5 м) в России и странах-участницах ОИЯИ до сих пор не создавалось. Проектировщиком выступила компания ООО «Нева-Магнит», а изготовителем – итальянская компания ASG Superconductors. Систему криогенного и технологического обеспечения разработали и запустили специалисты ЛФВЭ. В состав спроектированного и запущенного в работу комплекса входит сам соленоид с трубопроводами и коллекторами, контрольный Дьюар, являющийся буфером для ввода криогенных жидкостей и тока в соленоид, спутниковый рефрижератор, обеспечивающий подачу гелия с заданным расходом и температурой, система регулирования температуры азота для тепловых экранов соленоида, криогенные трубопроводы, емкости хранения и выдачи технических газов, вакуумная система, система управления и защиты. Это оборудование должно обеспечивать заданные заводом-изготовителем условия по скорости охлаждения не более 1,5 К/час и разницу температур сверхпроводящей катушки в пределах до 30 К. После февраля 2022 года зарубежные компании-изготовители криогенных трубопроводов, емкостей, рефрижератора и соленоида не выполнили своих обязательств и вышли из проекта. Часть оборудования была разработана заново, а заказы размещены на производствах в РФ. Наибольшую сложность вызывала работа с программным обеспечением соленоида, поскольку доступ к нему стал недоступен. Проблему решило привлечение компании ООО «Системы расширенного диапазона», которая обеспечила работу ПО, отображающую

The year 2024 can be considered the main year for the cryogenic support system of the MPD detector, which ended in December with the cooling to an operating temperature of about 4.5 K of its key element – NbTi/Cu superconducting solenoid. Superconducting magnets of such dimensions (length – 7 m, diameter – 5 m) have not been produced in Russia and JINR Member States so far. The company responsible for design was LLC Neva-Magnit, and the production was carried out by the Italian company ASG Superconductors. VBLHEP specialists developed and launched the system of cryogenic and technological support. The designed and commissioned complex includes the solenoid with pipelines and manifolds, the control Dewar, which is a buffer for the input of cryogenic liquids and current into the solenoid, a satellite refrigerator providing helium supply with a given flow rate and temperature, a nitrogen temperature control system for the solenoid thermal shields, cryogenic pipelines, storage and supply tanks for technical gases, a vacuum system, and a control and protection system. This equipment will provide factory-defined conditions for a cooling rate of no more than 1.5 K/hour and a temperature difference of the superconducting coil up to 30 K. After February 2022, the foreign companies-manufacturers of cryogenic pipelines, tanks, the refrigerator and the solenoid failed to fulfill their obligations and withdrew from the project. Some of the equipment has been redesigned, and orders were placed at the production facilities in the Russian Federation. The most challenging part was the solenoid's software, as access became unavailable. We resolved this issue by bringing in LLC Extended Range Systems Limited, who provided a software solution that allows us to monitor all vital solenoid parameters (temperature, pressure, helium and nitrogen levels, water cooling, strain gauges, current sensors, etc.). Figure 1 shows the main screen of

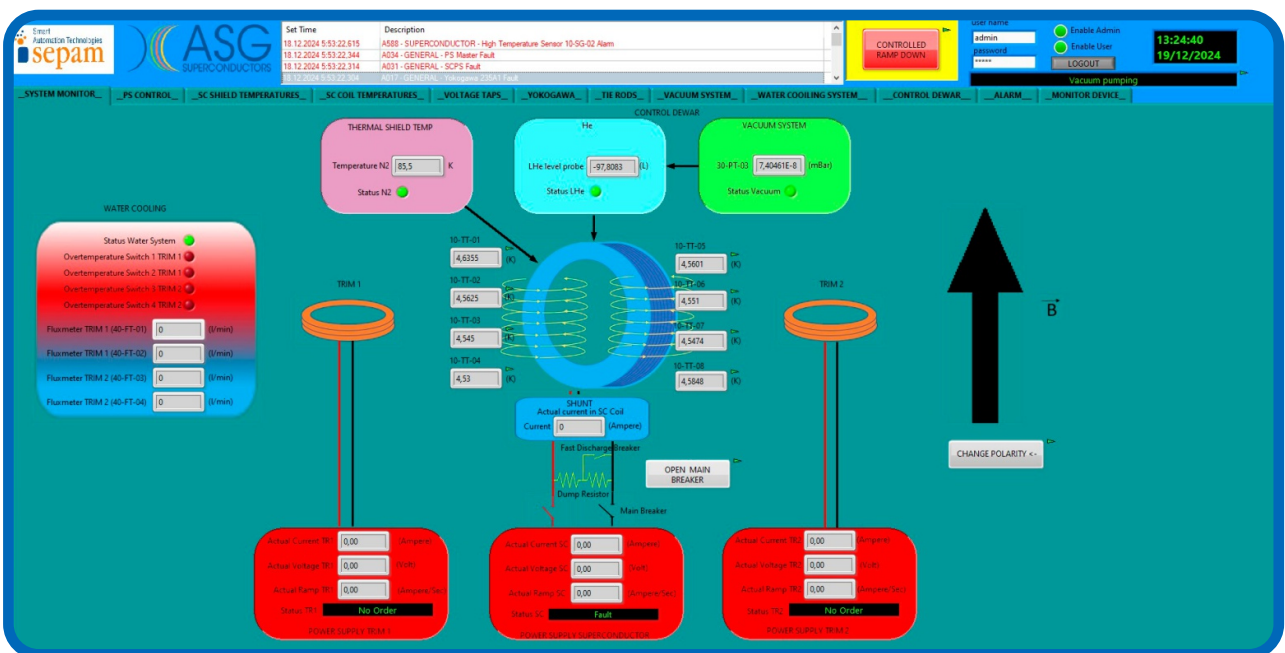


Рис. 1. Главный экран системы АСУ соленоида MPD.
Fig. 1. The ACS main screen of the MPD solenoid.



Рис. 2. Технологическая платформа MPD (вид сверху).
Fig. 2. MPD technological platform (top view).

все жизненно важные параметры работы соленоида (температуру, давление, уровни гелия и азота, водяное охлаждение, тензодатчики, датчики тока и т.д.). На Рис. 1 представлен главный экран оператора. Данные, показанные на экране соответствуют стационарному режиму работы соленоида, охлажденному до температур сверхпроводимости в декабре 2024 года. Из рисунка видно, что катушка охлаждена до $\sim 4,5$ K, азотные экраны на уровне 85 K, вакуум внутри соленоида $7 \cdot 10^{-8}$ мбар.

Охлаждению соленоида до температур жидкого гелия предшествовало охлаждение до азотных температур (80 K). В декабре 2023 года были собраны, протестированы и соединены между собой основные узлы криогенной системы охлаждения магнита MPD (Рис. 2). Принимая во внимание отсутствие магистральных трубопроводов жидкого гелия и азота как минимум до осени 2024 года, было принято решение провести комплексные испытания криогенной системы MPD в режиме азотного охлаждения и получить температуру сверхпроводящей катушки 80 K. Для этих испытаний разработали временную схему обеспечения азотом криогенной системы MPD от мобильного танка, и в феврале – марте 2024 года соленоид был охлажден до 80 K. В этом эксперименте были охлаждены азотные экраны и сам соленоид, а также проведена проверка алгоритмов работы рефрижератора и контрольного Дьюара.

Проведены оценки теплопритоков, оптимизирован режим работы без циркуляции гелия по катушке соленоида только под азотными экранами, смоделированы различные аварийные ситуации. Оптимизация процесса работы соленоида только под азотными экранами без отепления имеет важное значение, связанное с продлением жизненного цикла сверхпроводящего соленоида, который зависит от количества циклов отепления и охлаждения. При дальнейшей эксплуатации отепление до температуры окружающей среды планируется только при крайней необходимости.

Для этого специалистами конструкторского бюро и группы пуска соленоида ЛФВЭ была разработана уникальная система подвесов и гибких трубопроводов снабжения соленоида криогенными и теплыми жидкостями и газами. Она позволяет перемещать магнит во всем его рабочем диапазоне перемещения (12 метров) от

the operator. The data shown on the screen corresponds to the stable operation of the solenoid, cooled to superconductivity temperatures in December 2024. The figure shows that the coil is cooled to approximately 4.5 K, the nitrogen shields are at 85 K, and the vacuum inside the solenoid is $7 \cdot 10^{-8}$ mbar.

Cooling of the solenoid to liquid helium temperatures was preceded by cooling to nitrogen temperatures (80 K). In December 2023, the main components of the cryogenic cooling system of the MPD magnet were assembled, tested, and interconnected (Fig. 2). Taking into account the absence of liquid helium and nitrogen trunk pipelines until at least autumn 2024, it was decided to perform comprehensive tests of the MPD cryogenic system in nitrogen cooling mode and obtain a SC coil temperature of 80 K. For these tests, a temporary scheme was developed to provide nitrogen to the MPD cryogenic system from a mobile tank, and the solenoid was cooled to 80 K in February – March 2024. In this experiment, the nitrogen shields and the solenoid were cooled, and the algorithms of the refrigerator and control Dewar were tested.

Heat gain was evaluated; the operation mode was optimized without helium circulation through the solenoid coil, with only nitrogen shields, and various emergency situations were simulated. To optimize the solenoid operation with only nitrogen shields without warming is crucial because it extends the SC solenoid life cycle, which depends on the number of warming and cooling cycles. In future operations, warming to ambient temperature is only planned if absolutely necessary.

For this purpose, specialists from the Construction department and the VBLHEP solenoid launch group have developed a unique system of suspension and flexible pipelines for the supply of cryogenic and warm liquids and gases to the solenoid. The system enables the magnet to move across its entire 12-meter operating range, from the "assembly" to the "beam" position, without disconnecting it from liquid or gaseous nitrogen, pipelines for direct and reverse helium flows, compressed air systems and power supply (Fig. 3). According to the results of tests of the solenoid at nitrogen temperature, it was discovered that there were no "cold" leaks, and an increase in temperature is no more than 1 K/day when operating with



Рис. 3. Система подвесов и гибких трубопроводов (теплых и криогенных) подачи инженерных ресурсов соленоида MPD.
Fig. 3. System of suspension and flexible pipelines (warming and cryogenic) for supplying engineering resources to the MPD solenoid.

положения «сборка» до положения «пучок», не отключая его от жидкого или газообразного азота, трубопроводов прямого и обратного потоков гелия, системы сжатого воздуха и электропитания (Рис. 3). По результатам испытаний соленоида при азотной температуре было установлено отсутствие «холодных» течей, а повышение температуры, при выдержке только под азотными экранами, составляет не более 1 К в сутки.

В ходе испытаний соленоида MPD в феврале – марте 2024 года были выявлены ряд недостатков и необходимость доработок для получения дополнительного объема информации о состоянии магнита MPD и его элементов в процессе охлаждения. Так, большой задачей стала полная переработка управляющего и визуализационного оборудования и программного обеспечения спутникового рефрижератора, которое не удовлетворяло требованиям стабильности и плавности регулировок пневмоэлектрических криогенных вентилей. Нестабильная работа вентилей могла привести к неконтролируемому подъему давления в гелиевой и азотных полостях системы, выше рабочих давлений. При этом особенно опасными являлись процессы перехода газа в паро-жидкую или жидкую фазы. Ввиду этого, за лето – осень 2024 года была выполнена работа по глубокой модернизации управляющего оборудования рефрижератора с разработкой нового шкафа управления и внедрением нового программного обеспечения с возможностью ручного и автоматического режима работы. Кроме этого, были установлены дополнительные датчики температуры на сверхпроводящие кабели в наиболее теплонагруженном узле ввода тока и криогенных жидкостей, внутри контрольного Дьюара. В этот же период были проведены работы по доработке и локальной автоматизации оборудования системы охлаждения. 20 сентября закончился монтаж и испытания магистрального азотного трубопровода длиной более 100 м, позволяющего объединить криогенную систему магнита и азотные танки 25 м³. Так, к ноябрю 2024 года основные элементы криогенной системы были собраны и готовы к работе в штатном режиме, кроме отсутствующего магистрального гелиевого трубопровода с азотным экраном. Поэтому для выполнения плана-графика пусконаладочных работ на магните MPD было принято решение провести охлаждение, используя временный, более короткий трубопровод, разместив резервуар с жидким гелием на подъемной платформе, расположенной в непосредственной близости от соленоида. 6 ноября 2024 года началось охлаждение соленоида MPD от комнатной температуры до температуры жидкого гелия; график хода охлаждения представлен на Рис. 4.

Из графика видно, что охлаждение от комнатной температуры до азотной длилось 15 дней, как и в прошлый раз. Далее соленоид в течении 6 дней был выдержан при температуре 80 К для ее вырывания по всему объему сверхпроводящей катушки. Затем был произведен переход от азотного охлаждения на гелиевый, и 4 декабря были

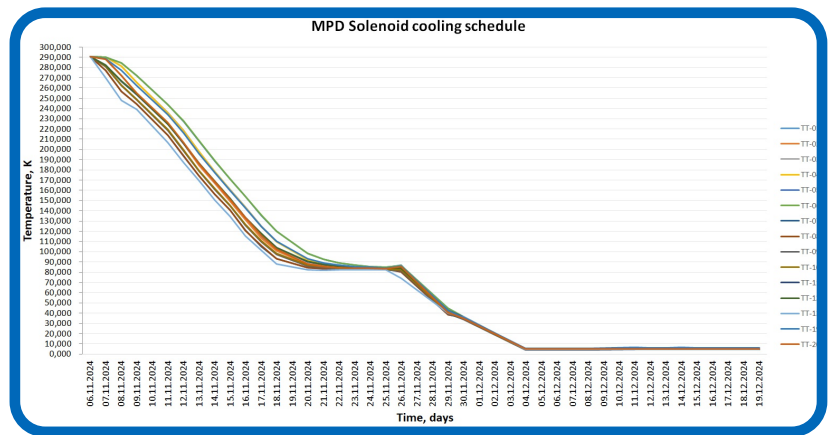


Рис. 4. График охлаждения соленоидального магнита MPD до температуры 4,5 К в ноябре-декабре 2024 года.

Fig. 4. Graph of the MPD magnet cooling to a temperature of 4.5 K in November-December 2024.

only nitrogen shields.

Tests of the MPD solenoid in February – March 2024 revealed a number of shortcomings and needed improvements in order to obtain additional information about the state of the MPD magnet and its elements during the cooling process. Thus, a major task was a complete redesign of the control and visualization equipment and software of the satellite refrigerator, which do not meet the requirements of stability and smoothness of adjustments of pneumoelectric cryogenic valves. Unstable operation of valves could lead to uncontrolled pressure rise, above operating pressure values, in helium and nitrogen cavities of the system. The phase changes from gas to vapour-liquid or liquid were particularly dangerous. For this reason, during summer – autumn 2024, a significant upgrade of the refrigerator control equipment was carried out with development of a new control cabinet and introduction of new software adapted for manual and automatic operation mode. Furthermore, the team installed additional temperature sensors on SC cables in the most heat-loaded unit of current input and cryogenic liquid injection, inside the control Dewar. At the same time, work was carried out to finalize and locally automate the cooling system equipment. On September 20, the installation and testing of the main nitrogen pipeline with a length of more than 100 m was completed, allowing to connect the magnet cryogenic system and 25 m³ nitrogen tanks. Thus, by November 2024, the main elements of the cryogenic system were assembled and ready for stable operation, except for the missing helium trunk pipeline with nitrogen shield. Therefore, in order to meet the MPD magnet commissioning schedule, it was decided to carry out cooling using a temporary, shorter pipeline by placing a liquid helium tank on a lifting platform located in close proximity to the solenoid. On November 6, 2024, cooling of the MPD solenoid from room temperature to liquid helium temperature began. The graph of the cooling progress is shown in Figure 4.

The graph shows that cooling from room temperature to nitrogen temperature lasted 15 days, the same as last time. After that, the solenoid was kept at 80 K temperature for 6 days for temperature leveling all over the SC coil. Then the mode was

успешно достигнуты рабочие температуры сверхпроводящего кабеля 4,5-6 К (Рис. 5). Благодаря проработке и оптимизации различных процессов работы оборудования, соленоид в течении 15 дней находился при рабочих температурах. Существенных колебаний температуры за время работы в стационарном режиме не происходило, «холодных» течей и ухудшения вакуума не наблюдалось.

Поскольку следующий этап подготовки – это ввод тока, особое внимание уделили подбору оптимальных параметров расхода жидкого гелия и отработки алгоритма замены гелиевых танков без остановки циркуляции гелия и отепления магнита. В результате удалось подобрать такой режим работы, при котором замена танка LHe занимает не более 70 минут, а средний расход жидкого гелия не более 80 – 100 л/ч в стационарном режиме работы. Эти параметры позволяют произвести замену танка LHe без остановки охлаждения соленоида, оставляя его при рабочей температуре.

Продолжились работы по обвязке сигнальными и питающими кабелями источников подачи тока в соленоид и корректирующие катушки, внешнего сопротивления разрядки и датчика срыва сверхпроводимости (Рис. 6). Собрана, проходит гидравлические испытания и промывку система водяного охлаждения источников питания и корректирующих катушек. В феврале 2025 года планируется собрать объемный измеритель магнитного поля и начать работу по построению карты поля. Наряду с объемным измерителем разрабатываются стационарные мониторы поля, которые будут установлены на внутренней поверхности кожуха соленоида. Эти датчики или мониторы, в основу которых входят датчики Холла, будут измерять составляющую B_r/B_z и позволят настраивать токи в катушках для получения идентичного поля, даже при циклической подаче/выводе тока.

Коллектив группы №1 НЭОМД, занимающейся сборкой и пуско-наладочными работами магнита МРД (Рис. 7), благодарит начальника производственно-криогенного отдела Станислава Беляева за активное участие в организации бесперебойной подачи жидкого азота и логистике перемещения гелиевых танков, сотрудников отдела НИКО, обеспечивших своевременную заправку



Рис. 6. Вид сверху на шинпровод, соединяющий внешнее сопротивление разрядки (dump resistor), контрольный Дьюар соленоида и источник питания.

Fig. 6. Top view of the busbar connecting the dump resistor, the control Dewar of the solenoid and the power supply.

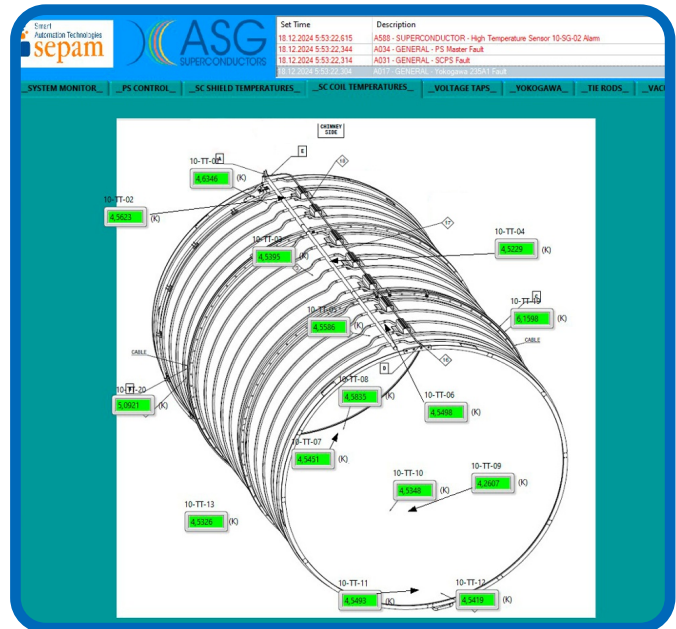


Рис. 5. Температуры сверхпроводящей катушки в стационарном режиме работы.

Fig. 5. Temperatures of the superconducting coil under stable operation.

switched from nitrogen cooling to helium, and the SC cable successfully reached operating temperatures of 4.5-6 K on December 4 (Fig. 5). With the team working through and optimizing the various equipment processes, the solenoid was at operating temperatures for 15 days. There were no considerable temperature fluctuations during the stable operation, no “cold” leaks and vacuum deterioration were observed.

Since the next stage of preparation is current input, the focus was on the selection of optimal parameters of liquid helium flow rate and working out the algorithm of helium tank replacement without stopping helium circulation and magnet warming. As a result, it was possible to select such a mode of operation, at which the replacement of the LHe tank takes no more than 70 minutes, and the average liquid helium flow rate is no more than 80-100 l/h in the stable mode of operation. These parameters make it possible to replace the LHe tank without suspending the solenoid cooling, leaving it at operating temperature.

The work continued on connecting signal and supply cables to the sources of the current supply to the solenoid and correction coils, the dump resistor and the quench detection sensor (Fig. 6). The system of water cooling of power supply sources and correction coils is assembled, and is currently undergoing hydrostatic tests and flushing. In February 2025, it is planned to assemble the magnetic field volume meter and start measuring the magnetic field map. Along with the volume meter, stationary magnetic field monitors are being developed that will be installed on the inside of the solenoid cover. These sensors or monitors, which are based on Hall sensors, will measure the B_r/B_z component and will allow adjusting the current in the coils to produce an identical field, even with the cyclic current input/output.

The team of group 1 of SEDMPD engaged in the assembly and commissioning of the MPD magnet (Fig. 7) would like to



Рис. 7. Коллектив группы №1 вакуумного и криогенного оборудования соленоида MPD отдела НЭОМД ЛФВЭ, занимающейся пуско-наладкой соленоидального магнита. Слева направо: Баратов Руслан, Терешин Дмитрий, Новоселов Владислав, Смелянский Иван, Муравкин Егор.
Fig. 7. The team of group 1 of the MPD solenoid vacuum and cryogenic equipment (SEDMPD), which is engaged in the commissioning of the solenoid magnet. From left to right: Ruslan Baratov, Dmitry Tereshin, Vladislav Novoselov, Ivan Smelyansky, Egor Muravkin.

танков жидким гелием, студентов и сотрудников НИЯУ МИФИ и СПбГУ, являющихся участниками коллаборации MPD, за участие в работе смен при охлаждении, а также Сергея Герасимова и Евгению Беляеву, сопровождающих проект в рамках конструкторских разработок.

К. А. Мухин

thank Stanislav Belyaev, Head of the Production and Cryogenic Department, for his active participation in the organization of continuous supply of liquid nitrogen and logistics of helium tanks movement, SRCDE employees who ensured timely filling of the tanks with liquid helium, students and employees of NRNU MEPhI and SPbSU, which are members of the MPD Collaboration, for their participation in the shift work during cooling, and Sergey Gerasimov and Evgeniya Belyaeva who supported the project within the framework of design developments.

К. Mukhin

Новости Коллаборации BM@N News from BM@N Collaboration

В 2024 году в журнале NIM A была опубликована статья, описывающая полную конфигурацию детекторов BM@N в ходе проведения первого физического сеанса по изучению взаимодействий ядер ксенона с мишенью CsI (Рис. 8).

Получены предварительные физические результаты по:

- изучению процессов образования протонов, дейтронов и тритонов в аргон-ядерных взаимодействиях при энергии пучка 3,2 А·ГэВ (Рис. 9);
- измерению направленного потока протонов во

In 2024, a paper was published in NIM A describing the full configuration of the BM@N detectors in the first physical run in the interactions of the Xe ion beam with a CsI target (Fig. 8).

Preliminary physical results were obtained:

- in the study of the production of protons, deuterons and tritons in argon-nucleus interactions at an energy of 3.2 A·GeV (Fig. 9);
- in the study of the direct flow of proton in Xe+CsI interactions at an energy of 3.8 A·GeV (Fig. 10);

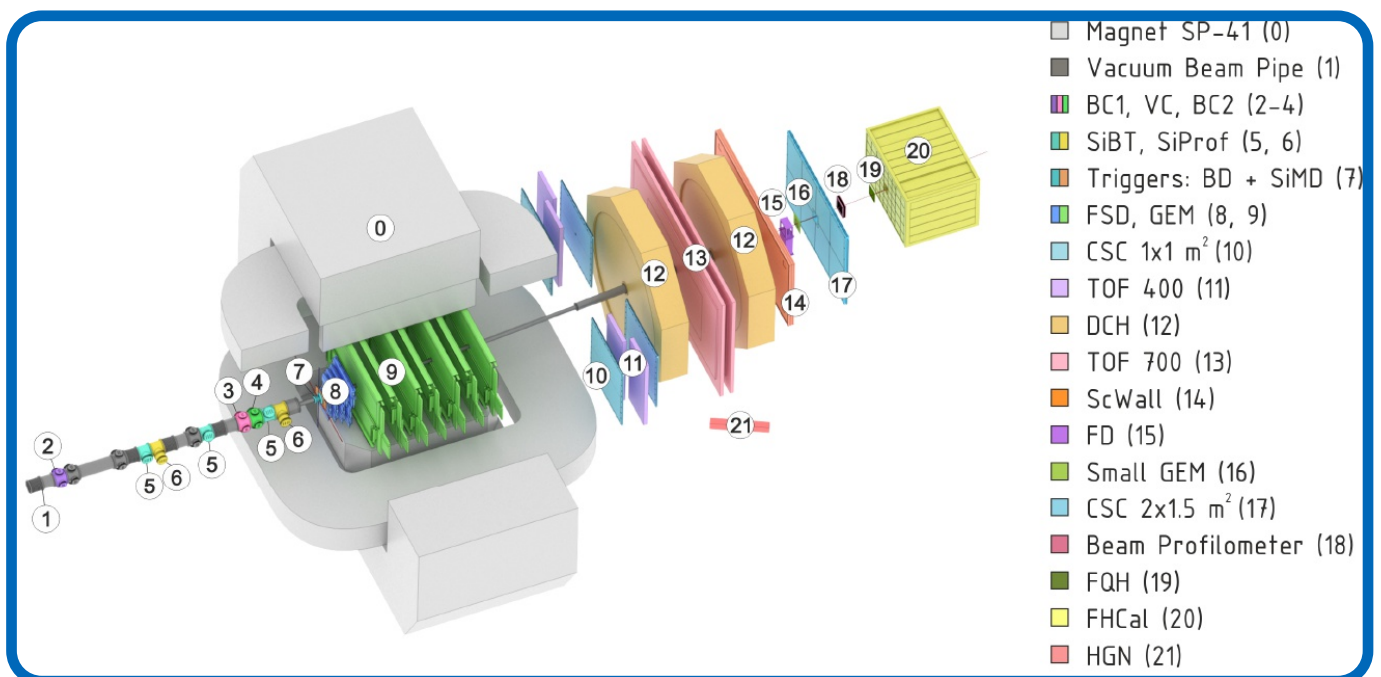


Рис. 8. Конфигурация детекторов BM@N во время сеанса по изучению взаимодействий Xe+CsI.

Fig. 8. Configuration of the BM@N detectors in the Xe+CsI run.

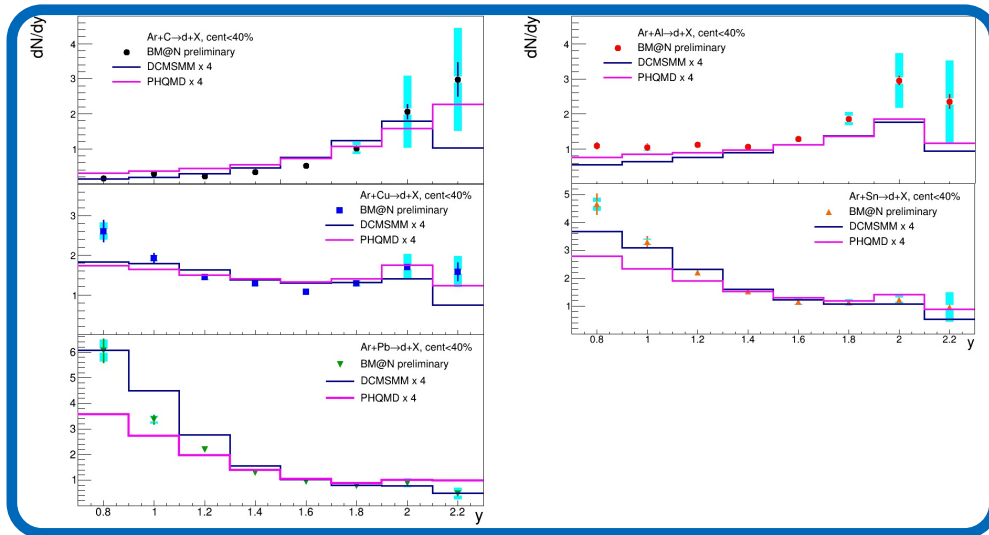


Рис. 9. Выходы дейтронов в зависимости от быстроты (y) в аргон-ядерных взаимодействиях при энергии пучка 3,2 А·ГэВ при центральности 0-40%.

Полученные результаты сравниваются с предсказаниями моделей DCM-SMM и PHQMD.

Fig. 9. Deuteron yields as a function of rapidity (y) in argon-nucleus interactions with 0-40% centrality at an energy of 3.2 A-GeV.

The results are compared with predictions of the DCM-SMM and PHQMD models.

взаимодействиях Xe+CsI при энергии пучка 3,8 А·ГэВ (Рис. 10);

– изучению эмиссии нейтронов под большими углами во взаимодействиях Xe+CsI при энергии пучка 3,8 А·ГэВ (Рис. 11).

Физические результаты эксперимента BM@N были представлены на научной сессии секции ядерной физики ОФН РАН в Дубне, а также на таких конференциях, как «Ядро-2024» в Дубне, «Структура Адронов и Фундаментальные Взаимодействия (HSFI'2024)» в Гатчине и ICPPA-2024 в Москве. В общей сложности в 2024 году физические и методологические результаты эксперимента BM@N были представлены в 20 докладах на международных конференциях по физике.

С 8 по 10 октября 2024 года в ЛФВЭ прошло 13-е коллаборационное совещание эксперимента BM@N.

На совещании очно и дистанционно присутствовали около 140 участников коллаборации из 13 институтов пяти стран – России, Болгарии, Казахстана, Узбекистана и Израиля. В программу совещания коллаборации вошли около 40 докладов о статусе эксперимента BM@N, анализе экспериментальных данных, полученных во взаимодействиях Xe+CsI, разработке программного обеспечения и повторной обработке данных. Профессор Рихард Ледницки был избран новым руководителем коллаборации на заседании Совета институтов.

В 2025 году коллаборация BM@N планирует подготовить к публикации первые физические результаты исследований взаимодействий Xe+CsI и провести физический сеанс на пучке ионов ксенона с энергией от 2 до 3 А·ГэВ.

М. Н. Капишин

– in the study of neutron emission at large angles in Xe+CsI interactions at an energy of 3.8 A-GeV (Fig. 11).

The BM@N physical results were presented at a meeting of the Physics Section of the Russian Academy of Sciences in Dubna, as well as such conferences as Nucleus-2024 in Dubna, the Hadron Structure and Fundamental Interactions International Conference (HSFI-2024) in Gatchina and ICPPA-2024 in Moscow. In total, the physical and methodological results of the BM@N experiment were presented in 20 reports at international physics conferences in 2024.

On October 8-10, 2024 the 13th BM@N Collaboration

Meeting was held at VBLHEP. The meeting was attended in person and remotely by about 140 collaboration participants from 13 institutions of 5 countries: Russia, Bulgaria, Kazakhstan, Uzbekistan and Israel. The Collaboration meeting program included about 40 reports on the status of the BM@N detectors, analyses of experimental data collected in the Xe+CsI interactions, software development and data reprocessing. Professor Richard Lednický was elected as the next Spokesperson at the Institutional Board meeting.

In 2025, BM@N Collaboration plans to prepare the first physical publications on the study of Xe+CsI interactions and perform a physics run with a beam of xenon ions with energies from 2 to 3 A-GeV.

М. Kapishin

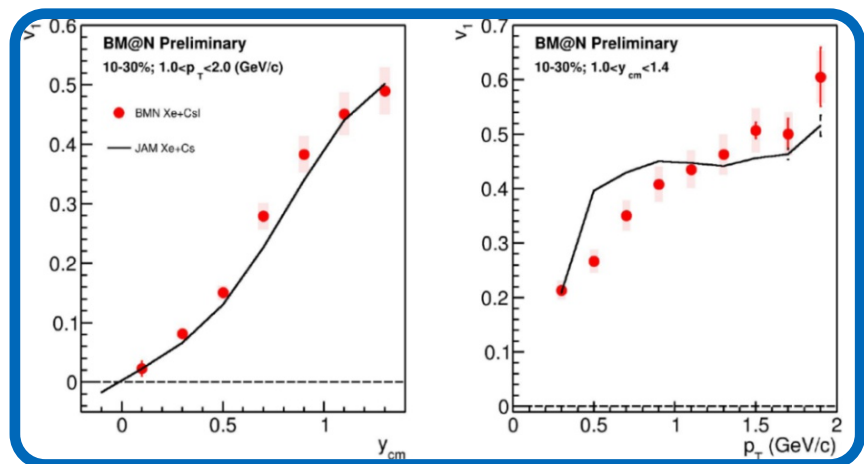


Рис. 10. Зависимость направленного потока протонов от быстроты (y) и поперечного импульса (p_T) во взаимодействиях Xe+CsI при энергии пучка 3,8 А·ГэВ; центральность 10-30%. Данные сравниваются с моделью JAM.

Fig. 10. Direct flow of protons as a function of rapidity (y) and transverse momentum (p_T) in the Xe+CsI interactions with 10-30% centrality at an energy of 3.8 A-GeV.

A comparison with the JAM model is given.

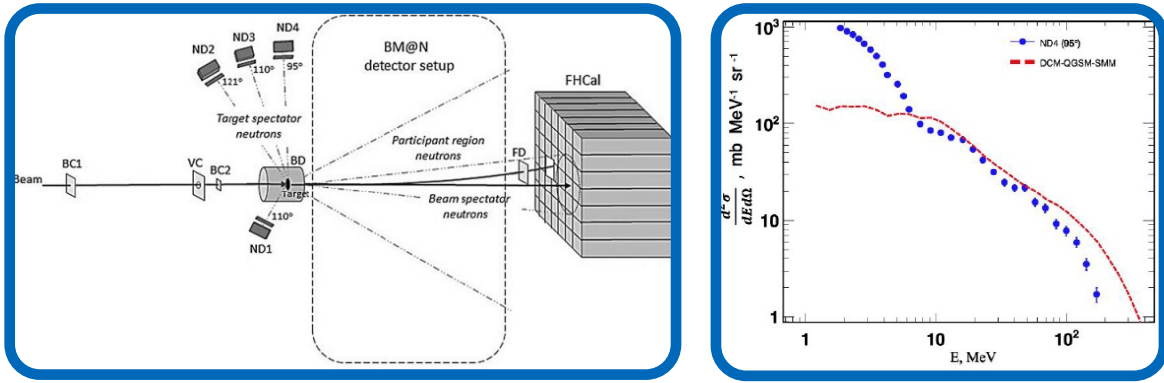


Рис. 11 (слева). Схема нейтронного детектора в эксперименте BM@N.

Рис. 11 (справа). Дифференциальное сечение рождения нейтронов под углом 95° к направлению пучка во взаимодействиях Xe+CsI при энергии пучка 3,8 А ГэВ. Данные сравниваются с моделью DCM-QGSM.

Fig. 11 (Left). A schematic diagram of the neutron detector setup in the BM@N experiment.

Fig. 11 (Right). The differential cross section of the neutron production at an angle of 95° to the beam direction in the Xe+CsI interactions at an energy of 3.8 A GeV. A comparison with the DCM-QGSM model is given.

Новости Коллаборации MPD News from MPD Collaboration

С 10 по 13 сентября 2024 года в Китае проходил 2-й совместный российско-китайский семинар, посвященный реализации проекта NICA. Мероприятие было организовано при поддержке Китайского консорциума организаций-участников международной коллаборации, созданной для строительства и проведения экспериментов на многоцелевом детекторе MPD на коллайдере NICA. В организации научной сессии в Циндао приняли активное участие научные группы из Шаньдунского университета, Фуданьского университета, Классического университета Центрального Китая, Университета науки и техники Китая и университета Цинхуа в Пекине. Главными организаторами выступили профессора Чи Ян из Шаньдунского университета и Зебо Танг из Университета науки и технологий Китая. Дискуссионную секцию в Пекине организовал профессор И Вонг из университета Цинхуа при поддержке представителей Института современной физики Китайской академии наук и Университета Китайской академии наук.

Основная цель совместного семинара заключалась в том, чтобы собрать на одной площадке экспертов – экспериментаторов и теоретиков в области

On September 10-13, 2024, China hosted the second Russian-Chinese Joint Workshop on the NICA project. The event was organized with the support of the Chinese Consortium of institutes participating in the international Collaboration established for the implementation of experiments at the Multi-Purpose Detector (MPD) at the NICA collider. Scientific groups from Shandong University, Fudan University, Central China Normal University, University of Science and Technology of China and Tsinghua University in Beijing took an active part in the organization of the scientific session in Qingdao. The main organizers were Professors Chi Yang from Shandong University and Zebo Tang from the University of Science and Technology of China. The discussion section in Beijing was hosted by Professor Yi Wang of Tsinghua University, with support from representatives of the Institute of Modern Physics of Chinese Academy of Sciences and the University of Chinese Academy of Sciences.

This joint workshop was organized to bring together experts – experimental physicists and theorists – in relativistic nuclear physics from China and JINR to discuss the latest achievements, work plans and possibilities of the MPD experiment at the NICA collider, as well as its further upgrade. The workshop focused in detail on the concept of a future upgrade of the MPD facility with the installation of forward spectrometers consisting of tracking stations and detectors for particle identification. The forward spectrometers will extend the pseudorapidity coverage of the MPD detector to $|\eta| < 2.0$. At the same time, the MPD experiment will be able to study the QCD phase diagram in even more detail, for the first time using a three-dimensional scan in the collision energy, the system size, and the particle pseudorapidity.



Рис. 12. Участники 2-го китайско-российского семинара по проекту NICA.

Fig. 12. Participants of the 2nd China-Russia Joint Workshop on NICA Facility.

релятивистской ядерной физики из Китая и ОИЯИ, чтобы обсудить последние достижения, планы работы и возможности эксперимента MPD на коллайдере NICA, а также его дальнейшую модернизацию. На семинаре детально обсуждалась концепция будущего обновления установки MPD с установкой передних спектрометров, содержащих трековые станции и детекторы для идентификации частиц. Добавление передних спектрометров увеличит покрытие детектора MPD по псевдобыстроте до $|\eta| < 2,0$. При этом эксперимент MPD получит возможность осуществить еще более детальное изучение фазовой диаграммы КХД, впервые используя трехмерный скан по переменным: энергия столкновения, размер взаимодействующей системы и быстрота частиц. Реализация проекта увеличит чувствительность измеряемых сигналов к изменениям в фазовой диаграмме КХД. Собрание стало важным событием для развития проекта NICA, а также для укрепления сотрудничества между учеными.

Более 170 ученых принимали участие в работе XIV коллаборационного совещания эксперимента MPD, проходившего 14-16 октября 2024 года в Лаборатории физики высоких энергий ОИЯИ в смешанном формате. В течение трех дней были представлены более 30 докладов по направлениям актуальных исследований в области физики тяжелых ионов. Участники коллаборации обсудили готовность ускорительного комплекса NICA, а также вопросы, касающиеся компьютеринга и программного обеспечения для реализации эксперимента. В рамках совещания прошло заседание представителей институтов-участников коллаборации (MPD Institutional Board). Заключительная сессия XIV совещания Коллаборации MPD была посвящена физическим исследованиям на установке.

С 25 по 27 ноября 2024 года проходил шестой ежегодный международный онлайн-семинар, посвященный методам анализа и обработки данных в экспериментах на ускорительном комплексе (NICA-2024). Участниками мероприятия стали более 150 ученых из 14 стран мира. Традиционно семинар был организован Объединенным институтом ядерных исследований совместно с Национальным исследовательским ядерным университетом «МИФИ» (НИЯУ МИФИ). Семинар открыл один из его организаторов – руководитель коллаборации, главный научный сотрудник сектора идентификации элементарных частиц Виктор Рябов. В своем приветственном слове он подчеркнул широкую географию участников, среди которых были ученые из Бангладеш, Бразилии, Болгарии, Вьетнама, Индии, Казахстана, Китая, Кубы, Мексики, России, Сербии, США, Узбекистана и Чехии. Как отметил Виктор Рябов, научная программа семинара, включающая более 20 докладов, ориентирована на широкий круг специалистов: «Организационный комитет подготовил программу, интересную для самой широкой аудитории. Часть докладов носит образовательный характер, подробно описывая методы анализа и интерпретацию результатов. Это будет полезно как молодым специалистам, так и опытным ученым, ведь все мы постоянно совершенствуем свои знания».



Рис. 13. Участники XIV совещания коллаборации MPD.
Fig. 13. Participants of the XIV MPD Collaboration meeting.

The implementation of the project will increase the sensitivity of measured signals to changes in the QCD phase diagram. The meeting was crucial for both the development of the NICA project and for enhancing cooperation between scientists.

The XIV Collaboration Meeting of the MPD experiment took place from October 14th to 16th, 2024 at the V. I. Veksler and A. M. Baldin Laboratory of High Energy Physics at JINR, with more than 170 scientists participating both in person and online. During the three-day meeting, participants presented more than 30 papers on current research in heavy ion physics. Collaboration members also discussed the readiness of the NICA accelerator complex and issues related to computing and software for the implementation of the experiment. A meeting of the MPD Institutional Board was also held. The final session of the XIV MPD Collaboration meeting focused on the physics research at the facility.

The sixth annual International Online Workshop on Methods of Data Analysis and Processing in Experiments at the NICA Accelerator Complex (NICA 2024) took place from November 25th to 27th, 2024. It brought together more than 150 scientists from 14 countries. As in previous years, the workshop was hosted by the Joint Institute for Nuclear Research together with the National Research Nuclear University MEPHI (NRNU MEPHI). One of the organizers, Victor Ryabov, Spokesperson for the MPD Collaboration and Chief Researcher of VBLHEP Sector of Elementary Particle Identification at JINR, opened the workshop. In his welcoming speech, Victor Ryabov highlighted the diverse international participation, with scientists attending from such countries as Bangladesh, Brazil, Bulgaria, China, Cuba, Czech Republic, India, Kazakhstan, Mexico, Russia, Serbia, USA, Uzbekistan, and Vietnam. He also pointed out that the workshop's scientific programme, including more than 20 reports, was targeted at a wide range of specialists: "The organizing committee has put together a programme that should be interesting to a wide audience. Some of the reports will be more educational, going into detail about the methods used to analyze and interpret results. This will be beneficial for both young specialists and seasoned scientists, as we all are constantly improving our knowledge".

На пути к созданию детектора SPD

On the way to the SPD construction

На летней сессии Программно-консультативного комитета по физике частиц проект SPD получил продление на следующие 5 лет. Основной задачей на этот период должна стать подготовка первой фазы эксперимента.

Прошедшее в ОИЯИ в начале ноября 8-е коллаборационное совещание эксперимента SPD стало самым массовым мероприятием такого типа. 120 человек приняли участие в совещании в очном формате. Несколько десятков членов коллаборации и гостей участвовали в обсуждениях в режиме видеоконференции. Переход к созданию первой очереди детектора стал главной темой дискуссии. У всех участников коллаборации было понимание, что это весьма сложная и напряженная стадия в развитии проекта, поскольку она связана с переходом от творческого поиска решений и подходов к методичной и жестко спланированной работе по организации производства ключевых компонентов, сборке и тестированию элементов установки. Следующую встречу коллаборация запланировала провести в Ереване на базе Национальной лаборатории им. А. Алиханяна в мае 2025 года.

Труднейшей задачей проекта SPD является не только сложная экспериментальная установка, но и ожидаемый колоссальный поток данных. При работе на полной светимости на выходе системы предварительной реконструкции и отбора событий ожидается поток до 1 Гб/с. Для планирования и проведения измерений потребуется также значительный объем данных Монте Карло моделирования. Для хранения и обработки такого количества данных мощности вычислительного кластера ОИЯИ недостаточно, поэтому ставка делается на использование распределенной системы вычислений. В ходе участия в экспериментах ATLAS и CMS сотрудники ЛИТ приобрели значительный опыт работы с системами такого типа, и сейчас этот опыт активно применяется при создании компьютерной инфраструктуры для SPD. В рамках проверки функциональности системы распределенных вычислений в течение 2024 года проведено массовое моделирование и реконструкция событий, в ходе которых обработано около 500 миллионов событий Монте Карло моделирования в ходе 10 кампаний и 300 000 индивидуальных задач. Объем выходных данных на середину декабря составляет около 500 терабайт, при этом к

Following the results of the summer meeting of the PAC for Particle Physics, it was decided to extend the SPD project for the next five years. The main focus during this period has to be on the preparation of the first phase of the experiment.

The 8th SPD Collaboration Meeting held at JINR in early November was the largest mass event of this type. 120 people attended the meeting in person. Several dozens of Collaboration members and guests participated in the discussions via videoconference. The discussion centered on the transition to the construction of the first stage of the detector. All Collaboration members realized that this is a very complex and stressful stage in the project development, as it involves a transition from creative search for solutions and approaches to methodical and rigidly planned work to organize the production of key components, assembly and testing of the facility elements. The next meeting will take place in Yerevan at the Alikhanyan National Science Laboratory in May 2025.

The challenge of the SPD project is not only the complex experimental facility, but also the enormous data flow expected. At full luminosity, a flow of up to 1 Gb/s is expected at the output of the initial event reconstruction and selection system. A significant amount of Monte Carlo simulation data will also be required to plan and perform the measurements. To store and process such amount of data, the capacity of the JINR computer cluster is insufficient, so the bet is made on the use of a distributed computing system. During participation in the ATLAS and CMS experiments, MLIT staff gained considerable experience in working with systems of this type, and now this experience is actively used in the development of computer infrastructure for SPD. As part of testing the functionality of the distributed computing system, mass simulation and reconstruction of events were carried out during 2024. About 500 million events were processed with the Monte Carlo simulation in the form of about 10 campaigns and 300,000 individual tasks. The volume of output data as of mid-December is about 500 terabytes, with the data taking rate reaching 50 terabytes per day by December. Processing was carried out with the computational resources of JINR and PNPI.

This year, the SPD project was widely represented at general and dedicated scientific events. In total, members of the Collaboration made more than 30 presentations. Separately, it is



Рис. 14. Участники 8-го коллаборационного митинга SPD в Дубне 5-8 ноября 2024.
Fig. 14. Participants of the 8th SPD Collaboration meeting held in Dubna on November 5-8, 2024.

декабрю скорость набора данных достигла 50 терабайт в сутки. Обработка проводилась на вычислительных ресурсах ОИЯИ и ПИЯФ.

В прошедшем году проект SPD был широко представлен на общих и специализированных научных мероприятиях. Всего членами коллаборации было сделано свыше 30 докладов. Отдельно стоит выделить доклад на секции будущих проектов Объединенного международного рабочего совещания по структуре адронов, адронной спектроскопии, и корреляциям в партонных и адронных взаимодействиях IWHSS-CPHI 2024, прошедшего в Ереване в сентябре. В ноябре пленарный доклад по проекту SPD был также представлен на Тихоокеанском симпозиуме по спиновой физике высоких энергий (Pacific Spin 2024) в Хэфэе. Доклад вызвал живой интерес китайских коллег. Были достигнуты предварительные договоренности об участии китайской стороны в работах по созданию электроники для подсистем SPD, способной работать в бестриггерном режиме, а также об участии в реализации физической программы эксперимента. По итогам договоренностей в декабре прошло рабочее совещание с группой электронщиков из Научно-технического университета Китая (USTC).

A. B. Guskov



Рис. 16. Заместитель руководителя коллаборации STAR профессор Цинхуа Сюй, Шаньдунский университет и соруководитель коллаборации SPD А. В. Гуськов, PacificSpin 2024, Хэфэй.

Fig. 16. Deputy Leader of the STAR Collaboration, Prof. Qinghua Xu, Shandong University and Co-leader of the SPD Collaboration A. Guskov, PacificSpin 2024, Hefei.

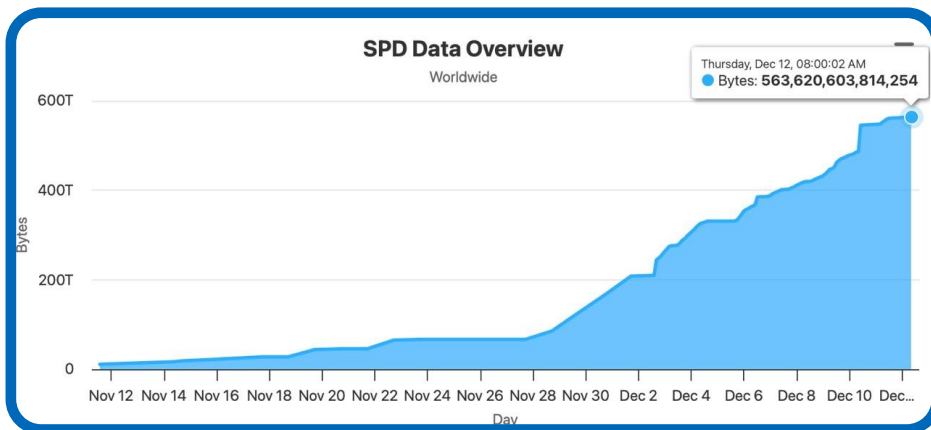


Рис. 15. Монитор объема данных, сгенерированных в рамках МС моделирования столкновений в детекторе SPD.

Fig. 15. The amount of data generated by the MC simulation of collisions in the SPD detector.

worth highlighting the presentation at the future projects section of the Joint International Workshop on Hadron Structure and the workshop on Correlations in Partonic and Hadronic Interactions, IWHSS-CPHI 2024, held in Yerevan in September. In November, a plenary report on the SPD project was also presented at the Circum-Pan-Pacific Symposium on High Energy Spin Physics (PacificSpin 2024) in Hefei. The report aroused keen interest of Chinese colleagues. Preliminary agreements were reached on the participation of China in the development of electronics for SPD subsystems, capable of operating in the trigger-less mode, as well as on participation in the implementation of the physical programme of the experiment. As a result of the agreements, a workshop was held in December with a group of electronic engineers from the University of Science and Technology of China (USTC).

A. Guskov

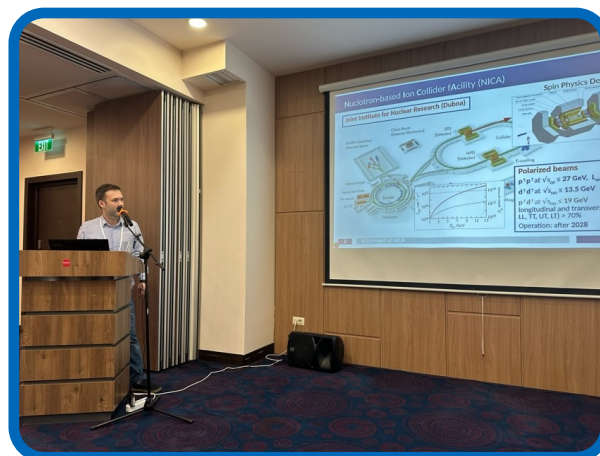


Рис. 17. Координатор по физике SPD И. И. Денисенко представляет проект SPD на IWHSS-CPHI 2024 в Ереване.

Fig. 17. SPD Physics Coordinator I. Denisenko presenting the SPD project at IWHSS-CPHI 2024 in Yerevan.

