

Информация от Дирекции Information by Directorate

Дирекция Объединенного института ядерных исследований, многонациональный коллектив международного научного центра с глубокой озабоченностью и тревогой переживает драматичное развитие актуальной обстановки в мире, особенно, в ряде государств-участников ОИЯИ.

Международная межправительственная организация Объединенный институт ядерных исследований создана на принципах сотрудничества ученых различных стран для совместного исследования фундаментальных свойств материи во имя мирного развития человечества. ОИЯИ более 60 лет объединяет людей, ориентированных на прогресс, познание Вселенной и содействие поиску совместных ответов на глобальные вызовы.

В сложившихся обстоятельствах Дирекция ОИЯИ, следуя уставным документам, решениям Комитета полномочных представителей и Ученого совета ОИЯИ, в качестве основных своих оперативных задач видит обеспечение бесперебойной и безопасной работы всей научно-исследовательской инфраструктуры ОИЯИ, а также оказание всей возможной и необходимой поддержки сотрудникам Института.

Дирекция ОИЯИ прилагает необходимые усилия для обеспечения оптимальных условий работы для всех своих сотрудников, содействуя решению возникающих проблем.

Дирекция ОИЯИ заверяет своих партнеров со всего мира в продолжении участия Института во всех действующих коллаборационных проектах, а также в исполнении всех обязательств в рамках действующих планов научно-исследовательских работ.

В эти сложные моменты наша многонациональная научная семья уверена: лишь вместе мы можем достигать высочайших научных результатов во имя человечества и мира на Земле.

Дирекция ОИЯИ подчеркивает свою приверженность принципам непреложной значимости научного диалога вне зависимости от национальной принадлежности и границ.

Будучи верным своему основополагающему принципу «Наука сближает народы», наш международный научный центр призывает к продолжению доверительного и плодотворного научного сотрудничества во имя нашего общего будущего.

Дирекция ОИЯИ
ОИЯИ, г. Дубна, 1 марта 2022 года

The Directorate of the Joint Institute for Nuclear Research and the multinational staff of the international scientific centre are deeply concerned and worried about the current dramatic situation in the world, especially in a number of the JINR Member States.

The Joint Institute for Nuclear Research was established as the international intergovernmental organisation based on the principles of the cooperation between scientists from various countries for the sake of joint investigation of the fundamental properties of the matter for the peaceful development of mankind. For more than 60 years, JINR has been uniting people focused on progress, understanding of the Universe, and assistance in the search for joint answers to global challenges.

Under the circumstances, the JINR Directorate follows the statutory documents, the decisions of the Committee of Plenipotentiary Representatives and the Scientific Council of JINR and sees its key goals in ensuring sustainable and safe operation of the entire scientific and research infrastructure of JINR, as well as in providing possible and necessary support to the Institute's staff.

The JINR Directorate makes every necessary effort to provide all the JINR staff with optimal working conditions by contributing to the solution of emerging problems.

The JINR Directorate assures its partners from all over the world that the Joint Institute will continue participating in all the ongoing collaborative projects, as well as in fulfilling all its obligations under the existing research plans.

In these challenging times, our multinational family is confident that only together we will be able to achieve the highest scientific results for the sake of humanity and peace on Earth.

The JINR Directorate highlights its commitment to the principles of the immutable importance of the scientific dialogue, regardless of nationality and borders.

Following its basic principle "Science brings nations together", our international scientific centre call for the continuation of trust-based and fruitful scientific cooperation for the benefit of our common future.

Содержание Content

Информация от Дирекции
Information by Directorate 1

Первый сеанс
ускорительного комплекса NICA
First run of NICA complex 2

На заседании Координационного комитета
NICA
At NICA Coordination Committee meeting 3

56-е заседание ПКК ФЧ
56th meeting of PAC for Particle
Physics 5

ARIADNA: этапы, достижения,
перспективы
ARIADNA: milestones and
prospects 7

Испытания начались!
We started testing! 9

Первый сеанс ускорительного комплекса NICA

First run of NICA complex

2 января 2022 был начат сеанс пусконаладочных работ на ускорительном комплексе NICA, целью которого являлось испытание и обеспечение устойчивой совместной работы Линейного ускорителя тяжелых ионов (ЛУТИ), Бустера и Нуклотрона, а также вывод пучка и проводка по модернизированному каналу до точки размещения экспериментальной установки BM@N. До завершения ввода в эксплуатацию новой компрессорной станции криогенный комплекс ЛФВЭ работает по временной схеме. Исследование и оптимизация его режимов при длительной работе также являлось важной задачей сеанса.

Первый пучок на ЛУТИ был получен в 2016 году. Совместная работа ЛУТИ и Бустера была настроена в декабре 2020 года. В сентябре 2021 года ускоренный пучок был выведен из Бустера и проведен по каналу транспортировки к точке инжекции в Нуклотрон.

Перед началом сеанса в Нуклотроне были установлены элементы системы инжекции пучка, выведенного из Бустера (импульсный ударный магнит и магнит Ламбертсона), завершён монтаж новой системы питания элементов оптики в канале выведенного пучка, существенно модернизирована вакуумная система канала.

На начальной стадии сеанса было проведено тестирование магнитно-криостатных систем Бустера и Нуклотрона, достигнуто требуемое давление остаточного газа в изоляционном вакуумном объёме и пучковой камере. Затем ускорители были последовательно охлаждены до рабочей температуры.

В ходе работы с пучком в Бустере был настроен адиабатический захват пучка C^{4+} , производимого лазерным источником и ускоряемого в ЛУТИ до 3,2 МэВ/н. Он был ускорен на пятой гармонике частоты обращения до промежуточного стола поля, соответствующего энергии 65 МэВ/н. Пучок был перегруппирован на первой гармонике и ускорен до энергии, необходимой для перевода в Нуклотрон. При подготовке к сеансу в канале перевода было установлено дополнительное оборудование, и настройка канала на проводку пучка C^{4+} была проведена с участием коллег из ИЯФ им. Будкера.

Наиболее ответственной процедурой, проводимой на комплексе впервые, было обеспечение инжекции пучка из Бустера в Нуклотрон, получение его устойчивой циркуляции и ускорения. Сложность задачи была вызвана тем, что на Нуклотроне были установлены новые элементы, предназначенные для инжекции пучка. Кроме того, в зале ускорителя в течение трех лет проводились монтажные работы, связанные со сборкой Бустера, и многие системы Нуклотрона пришлось восстанавливать заново. Проведенные исследования показали, что параметры Нуклотрона сохранились после продолжительной остановки, и все системы были приведены в рабочее состояние.

После этого на входе в канал транспортировки выведенного из Бустера пучка была введена перезарядная мишень, увеличивающая зарядовое состояние ионов до C^{6+} . Пучок был проведен по каналу и инжектирован в

On January 2, 2022, we started the commissioning cycle at the NICA accelerator complex. The aim of this cycle was to test and ensure stable joint operation of the Heavy Ion Linear Accelerator (HILAc), the Booster and the Nuclotron, as well as beam extraction and transportation through the upgraded channel to the BM@N facility. Until the new compressor station is commissioned, the VBLHEP cryogenic complex operates under a temporary scheme. The study and optimization of its modes during long-term operation was also an essential task of the run.

The first beam at HILAc was obtained in 2016. The joint operation of HILAc and the Booster was carried out in December 2020. In September 2021, we extracted the accelerated beam from the Booster and transported it through the transport channel to the injection point into the Nuclotron.

Before the run started, we installed the elements of the beam extraction from the Booster – pulsed magnetic kicker and Lambertson magnet – in the Nuclotron injection system. The installation of a new power supply system for optics elements in the extracted beam channel was completed. The vacuum system of the channel was significantly upgraded.

At the beginning of the run, we tested the magnet cryostat systems of the Booster and the Nuclotron. The required pressure of the residual gas was achieved in the insulating vacuum volume and the beam chamber. Then, we sequentially cooled the accelerators to operating temperature.

While operating with the beam in the Booster, we tuned the adiabatic capture of the C^{4+} beam produced by the laser source and accelerated in HILAc to 3.2 MeV/n. Then we accelerated it at the fifth harmonic to the intermediate field plateau corresponding to the energy of 65 MeV/n. After that, we performed the rearrangement of the beam at the first harmonic and its acceleration to the energy required for transporting it into the Nuclotron. In the preparation for the run, additional equipment was installed in the transport channel, and together with colleagues from Budker INP, we adjusted the channel for transporting the C^{4+} beam.

The most demanding procedure, performed for the first time at the complex, was to ensure the injection of the beam from the Booster into the Nuclotron, to obtain its stable circulation and acceleration. This task was challenging due to the fact that new elements designed for the beam injection had been installed at the Nuclotron. In addition, the installation work related to the assembly of the Booster was carried out in the accelerator hall for three years, and many Nuclotron systems needed reconstruction. The studies performed showed that the Nuclotron parameters were preserved after a long shutdown and all systems were brought into operating condition.

After that, we installed a recharging target at the input to the transport channel of the beam extracted from the Booster, which increases the charge state of the ions to C^{6+} . The beam was transported through the channel and injected into the

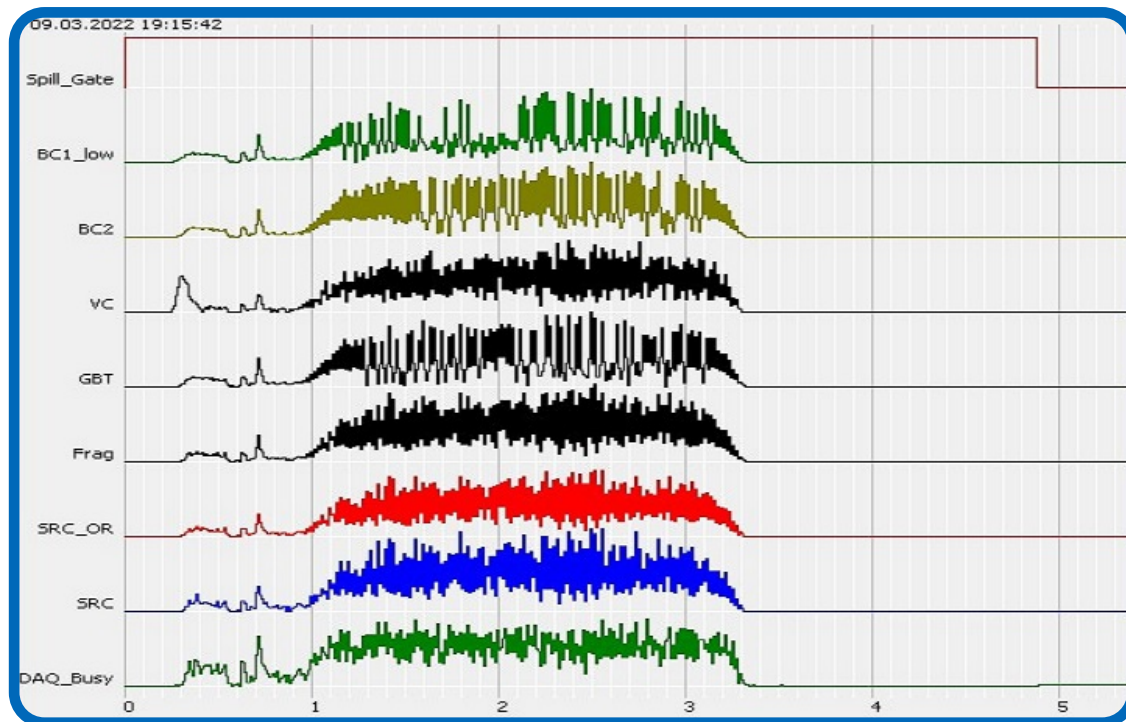


Рис. 1. Зависимости интенсивности потока ядер углерода от времени, измеренные на установке BM@N (эксперимент SRC) за один сброс. По горизонтальной оси – время в секундах. Цветами показаны каналы триггерного модуля, соответствующие некоторым сцинтилляционным счетчикам и их комбинациям, используемым в качестве триггеров.

Интенсивность пучка в зоне BM@N составила около 106 ионов за сброс.

Fig. 1. Intensities of the carbon ion beam as a function of time measured at the BM@N facility (SRC experiment) for one spill.

X axis shows time in seconds. Colors indicate different trigger module channels, which correspond to some scintillator counters and combinations of those used as triggers. The beam intensity at the BM@N area was around 106 ions per spill.

Нуклотрон. В Нуклотроне осуществлен захват в режим ускорения и ускорение пучка до энергии 3 ГэВ/н. После чего системой медленного вывода пучок был направлен в экспериментальный зал и по каналу длиной примерно 130 м доведен до точки расположения установки BM@N (Рис. 1).

Таким образом, были опробованы все необходимые режимы работы ускорительного комплекса. В результате интенсивного тестирования были выявлены проблемные участки и подготовлен план работ на период подготовки к следующему сеансу с пучками тяжелых ионов, проведение которого намечено на май-июнь этого года.

А.О. Сидорин

Nuclotron. In the Nuclotron, we carried out the capture in acceleration, and the beam was accelerated to an energy of 3 GeV/n. After that, we transported the beam to the experimental hall by a slow extraction system and then transported it through the channel (approximately 130 m long) to the BM@N facility (Fig. 1).

Therefore, we have tested all the necessary operating modes of the accelerator complex. As a result of intensive testing, we have identified problem areas and prepared a work plan for the period of preparation for the next run. The next run is scheduled to be held with heavy ion beams in May-June 2022.

A. Sidorin

На заседании Координационного комитета NICA At NICA Coordination Committee meeting

23 декабря 2021 года в ЛФВЭ состоялось очередное заседание Координационного комитета мегапроекта «Комплекс NICA». На мероприятие были приглашены руководители финансовых, кадровых и юридических служб института.

В начале заседания директор института Г.В. Трубников отметил, что необходимо ориентировать ход реализации проекта на выполнение двух ближайших ключевых целей: ввод Комплекса NICA в эксплуатацию и начало проведения программы международных научных исследований на нем в 2022-2023 годах.

On December 23, 2021, a regular meeting of the Coordination Committee of the megaproject "NICA Complex" was held at VBLHEP. The heads of financial, HR and legal departments of the Institute attended the meeting.

At the beginning of the meeting, JINR Director G. Trubnikov emphasized the need to focus the progress of the project upon two immediate key goals: the commissioning of the NICA complex and the start of an international scientific research programme at it in 2022-2023.

По итогам заседания Наблюдательного Совета, которое состоялось 19 ноября 2021 года в Болгарии, Г.В. Трубников сообщил, что Наблюдательный Совет утвердил текущие отчеты по проекту, одобрил действия и усилия, предпринимаемые дирекцией института и руководством проекта по завершению в кратчайшие сроки строительства здания №17 коллайдера NICA компанией «Штрабаг», а также рекомендовал подготовить план поэтапного начала работ по реализации научной программы коллаборации MPD.

В.Д. Кекелидзе в своем выступлении рассказал об итогах прошедшего 16-17 ноября заседания Комитета по анализу затрат и графику исполнения проекта «Комплекс NICA».

Комитет рекомендовал выполнить детальную ревизию всех систем коллайдера, необходимых для проведения технического сеанса в конце 2022 года, уточнить степень их готовности и скорректировать работы по созданию комплекса с тем, чтобы обеспечить технический пуск установки в указанный срок. Комитет также выразил однозначную необходимость продолжения работы по привлечению квалифицированных специалистов и инженеров в состав ускорительного отделения ЛФВЭ.

В.Д. Кекелидзе подвел основные итоги реализации проекта в 2021 году, из которых можно выделить следующие:

- запущен канал перевода пучка из Бустера в Нуклотрон и проведен сеанс с пучком на ускорительном комплексе в конфигурации ЛУТИ + Бустер + канал перевода Бустер-Нуклотрон;
- создана система инъекции пучка из Бустера в Нуклотрон;
- собрана конфигурация систем детектора установки BM@N, которая позволит ей работать с полным геометрическим аксептансом;
- полным ходом идут работы по сборке магнита установки MPD; на 2022 год запланировано его охлаждение и магнитные измерения;
- создан концептуальный проект установки SPD.

В своем докладе И.Н. Мешков рассказал об итогах 12-й сессии Экспертного комитета по ускорителям проекта NICA (Machine Advisory Committee – MAC), прошедшей в ноябре 2021 года. Основные предложения и тезисы MAC:

- для выполнения ключевых целей проекта в срок необходимо привлечь в команду до 50-ти технических специалистов различного уровня;
- необходимо актуализировать общий план выполнения работ с расставлением в нем четких приоритетов по достижению ключевых вех проекта;
- MAC одобрил создание и последующее развитие в Ускорительном Отделе ЛФВЭ Сектора охлаждения пучков заряженных частиц;
- MAC согласился с использованием электронного охлаждения во всём диапазоне энергий ионов от 1 до 4,5 ГэВ/н;
- MAC настоятельно рекомендует актуализировать планы и сроки ввода в эксплуатацию и использования обеих систем охлаждения пучка в Коллайдере (ССО и СЭО) с учетом работы с пучком экспериментальных установок BM@N и MPD в период поэтапного запуска коллайдера.

А.В. Бутенко сделал доклад о планах проведения

Following the meeting of the Supervisory Board, which took place on November 19, 2021 in Bulgaria, G. Trubnikov reported that the Supervisory Board approved the current reports on the project, as well as the actions and efforts undertaken by the Institute's Directorate and the Project management to complete the construction of building 17 of the NICA collider by STRABAG as soon as possible. The Supervisory Board also recommended to draft a plan for the phased implementation of the MPD Collaboration scientific programme.

V. Kekelidze spoke about the results of the Cost and Schedule Review Committee meeting held on November 16-17, 2021.

The Committee recommended to perform a detailed audit of all collider systems required for a technical run at the end of 2022. It is necessary to learn of the degree of their completion and coordinate the construction of the complex to ensure the technical launch of the facility within the specified period. The Committee also expressed the unequivocal need to continue attracting qualified specialists and engineers to the VBLHEP accelerator department.

V. Kekelidze summarized the main results of the project implementation in 2021, of which the following can be highlighted:

- the Booster-Nuclotron transport channel was commissioned; a run was performed with a beam at the accelerator complex in the following configuration: HILAc + the Booster + the Booster-Nuclotron transport channel;
- an injection system from the Booster to the Nuclotron was installed;
- the configuration of the BM@N detector systems was assembled; it will allow the facility to operate with full geometric acceptance;
- the assembly of the MPD magnet is in full swing; its cooling and magnetic measurements are planned for 2022;
- the SPD CDR was presented.

I. Meshkov presented the results of the 12th session of the Machine Advisory Committee (MAC) held in November 2021. The main proposals and highlights of MAC are:

- to attract up to 50 technicians of various levels to the team to duly fulfill the key objectives of the project;
- to update the overall work plan with clear priorities for achieving key milestones of the project;
- MAC approved the formation and subsequent development of the Charged Particle Beam Cooling group in the VBLHEP accelerator department;
- MAC strongly recommends updating the plans and deadlines for the commissioning and operation of both beam cooling systems in the collider (SCS and ECS), taking into account the operation with the beam of the BM@N and MPD experimental facilities during the phased launch of the collider.

A. Butenko reported on plans to perform runs at the NICA complex in 2022-2024:

ускорительных сеансов на комплексе NICA в 2022-2024 годах:

1. Сеанс ПНР (цикл-3): Бустер + Нуклотрон + вывод в корп. 205 на эксперимент SRC; ионы $^{12}\text{C}^{6+}$; январь-февраль 2022 (продолжительность 45 суток);

2. 1-й сеанс: Бустер + Нуклотрон + вывод в корп. 205 на BM@N; ионы Kr, Bi; май-июнь 2022 (продолжительность 50 суток);

3. Технологический пуск коллайдера NICA (без пучка); декабрь-январь 2022/23, (продолжительность 40 суток);

4. 2-й сеанс коллайдера: 3-х кратная инжекция в Бустер + ВЧ1 + ВЧ2; $^4\text{He}^{2+}$, $^{209}\text{Bi}^{83+}$, светимость $\sim 10^{23}$; сентябрь-ноябрь 2023 (продолжительность 50 суток);

5. 3-й сеанс коллайдера: 3-х кратная инжекция в Бустер + ВЧ2 + СЭО/ССО; $^{209}\text{Bi}^{83+}$, светимость $\sim 10^{25}$; февраль-апрель 2024 (продолжительность 70 суток);

6. 4-й сеанс коллайдера: 3-х кратная инжекция Бустер + ВЧ2 + ВЧ3 + охл. пучка; $^{209}\text{Bi}^{83+}$, светимость $\sim 10^{26}$; октябрь-декабрь 2024 (продолжительность 75 суток).

Г.В. Трубников поручил ускорительному отделению ЛФВЭ подготовить технический отчет – сценарий физического пуска Коллайдера NICA и использовать этот отчет в качестве базы для последующей подготовки DPP (Discovery Potential Paper) коллаборацией MPD. В завершении совещания Г.В. Трубников обратился к присутствующим на заседании руководителям служб и сердечно поблагодарил всех сотрудников их департаментов и подразделений за активное, неформальное участие и постоянную работу совместно с ЛФВЭ по решению нестандартных и сложных вопросов при выполнении проекта.

С.А. Костромин

1. Commissioning run (cycle 3): the Booster + the Nuclotron + extraction to bld. 205 for the SRC experiment; $^{12}\text{C}^{6+}$ ions; January-February 2022 (for 45 days);

2. 1st run: the Booster + the Nuclotron + extraction to bld. 205 at BM@N; Kr and Bi ions; May-June 2022 (for 50 days);

3. Technological launch of the NICA collider (no beam), December-January 2022/23 (for 40 days);

4. 2nd collider run: threefold injection into the Booster + RF1 + RF2; $^4\text{He}^{2+}$, $^{209}\text{Bi}^{83+}$, luminosity $\sim 10^{23}$; September-November 2023 (for 50 days);

5. 3rd collider run: threefold injection into the Booster + RF2 + ECS/SCS; $^{209}\text{Bi}^{83+}$, luminosity $\sim 10^{25}$; February-April 2024 (for 70 days);

6. 4th collider run: threefold injection into the Booster + RF2 + RF3 + beam cooling; $^{209}\text{Bi}^{83+}$, luminosity $\sim 10^{26}$; October-December 2024 (for 75 days).

G. Trubnikov instructed the VBLHEP accelerator department to prepare a technical report, i.e. a scenario for the NICA collider launch for physics, and use this report as a base for the subsequent preparation of the Discovery Potential Paper by the MPD Collaboration. At the end of the meeting, G. Trubnikov addressed the heads of the departments and expressed his heartfelt gratitude to all their employees for their active, informal participation and constant work together with VBLHEP on solving challenging and complex issues in the implementation of the project.

S. Kostromin

56-е заседание ПКК ФЧ 56th meeting of PAC for Particle Physics

24 января 2022 года состоялась очередная сессия Программно-консультативного комитета по физике частиц, она прошла в формате видеоконференции. На сессии не было представлено новых проектов или заявок на продление, но был тщательно рассмотрен ход работ по основным проектам.

Был заслушал доклад А.О. Сидорина о ходе реализации проекта «Нуклотрон-NICA». ПКК с удовлетворением отметил, что системы бустерного синхротрона доведены до проектных параметров, впервые ускорен пучок железа до проектной энергии 578 МэВ/нуклон, впервые в России на бустере NICA осуществлено электронное охлаждение пучка тяжелых ионов, начата эксплуатация оборудования станции SOCHI – важного компонента программы прикладных исследований и инноваций NICA, а в сотрудничестве с Институтом им. Г.И. Будкера успешно завершена разработка систем каналов вывода и транспортировки пучка от бустера до Нуклотрона. ПКК также поздравил коллектив NICA с установкой первого сверхпроводящего магнита в туннеле коллайдера, что является очень важной вехой, ознаменовавшей начало сборки коллайдера и подготовки к вводу машины в

On January 24, 2022, a regular meeting of the Programme Advisory Committee for Particle Physics was held in a videoconference format. No new projects or extension applications were presented at this meeting, but the progress on the main projects was thoroughly reviewed.

The PAC heard the progress report on the implementation of the Nuclotron-NICA project presented by A. Sidorin and was pleased to note that the Booster synchrotron systems were brought up to the design parameters; that an iron beam was accelerated for the first time to the design energy of 578 MeV/nucleon; and that electron cooling of a heavy-ion beam was first-ever achieved in Russia in the NICA Booster. The PAC acknowledged the start of operation of the SOCHI station equipment – an important component of the NICA applied research and innovation programme. JINR and the Budker Institute successfully completed the development of the beam extraction and transport channel systems from the Booster to the Nuclotron. The PAC congratulated the NICA team on the installation of the first superconducting magnet in the collider tunnel, a very significant milestone marking the beginning of the collider assembly and preparations for the machine

эксплуатацию.

Н.Н. Агапов представил доклад о развитии инфраструктуры ЛФВЭ. Комитет с удовлетворением отметил успехи в реконструкции электрических сетей до общей мощности 33,6 МВт и введении в эксплуатацию нового криогенного оборудования – гелиевого ожижителя, гелиевого охладителя, ожижителя азота и реконденсатора, газгольдеров для газообразного гелия и азота.

О реализации проекта MPD доложил А. Кищель. Производство всех компонентов конфигурации детектора первой ступени MPD идет успешно. Ввод в эксплуатацию времяпроекционной камеры и времяпролетной системы с их считывающей электроникой планируется завершить в течение 2022 года. К концу текущего года 800 модулей электромагнитного калориметра будут произведены в России и еще 800 – в Китае. Это соответствует 16 секторам ECal из 25, необходимых для полного азимутального охвата. ПКК призвал команду MPD и руководство ОИЯИ разработать план, обеспечивающий скорейшее изготовление оставшихся 9 секторов ECal. Комитет поздравил коллектив коллаборации с началом испытаний большого сверхпроводящего соленоида MPD.

ПКК высоко оценил отчет, представленный М.Н. Капишиным, о реализации проекта BM@N, нацеленного на подготовку детектора к намеченным на 2022 год сеансам с пучками тяжелых ионов. Изготавливаются кремниевые детекторы и профилометры пучка, детекторы GEM для центральной трековой системы уже прошли испытания, их монтаж запланирован на весну 2022 года. Новый адронный калориметр ZDC уже установлен. ПКК отметил успешное выполнение своей давней рекомендации по созданию вакуумной пучковой линии перед BM@N для уменьшения очень значительного фона.

По рекомендации ПКК в апреле 2021 года был сформирован Международный консультативный комитет по детектору SPD (SPD DAC) для оценки SPD CDR и его последующего развития в TDR, его возглавил А. Брессан (Университет Триеста, Италия). От имени SPD DAC на сессии ПКК им был представлен экспертный отчет. В результате плодотворного взаимодействия участников SPD и членов DAC концептуальный дизайн SPD по сравнению с исходным CDR был улучшен, а именно решено изменить расположение магнита за пределами ECal, предложено использовать технологию MAPS для внутреннего трекера и другое. На основе всего этого и по рекомендации DAC ПКК утвердил SPD CDR и попросил команду SPD заняться подготовкой TDR. ПКК высоко оценил важную роль DAC в оценке проекта SPD и обратился с просьбой о предоставлении периодических отчетов DAC.

На встрече с дирекцией ОИЯИ обсуждалась роль ПКК в тот период, когда NICA приступит к выполнению своей физической программы. Комитет будет более активно заниматься приоритизацией проектов экспериментов, и не все проекты получат категорию А. Это будет необходимо для эффективного распределения пучкового времени на NICA.

Следующая сессия ПКК по физике частиц состоится 20–21 июня 2022 года.

А.П. Чеплаков

commissioning.

N. Agapov reported on the infrastructure developments at VBLHEP. The Committee appreciated the achievements in reconstruction of the power grids up to a total capacity of 33.6 MW and in commissioning of new cryogenic equipment: helium liquefier, helium refrigerator, nitrogen liquefier and recondenser, helium and nitrogen gasholders.

A. Kisiel presented a report on the implementation of the MPD project. The production of all components of the MPD first-stage detector configuration is progressing well. The commissioning of the time-projection chamber and the time-of-flight system with their readout electronics are on track to be completed within 2022. 800 modules of the electromagnetic calorimeter will be produced in Russia, and another 800 will be produced in China. This represents 16 ECal sectors out of the 25 needed for full azimuthal coverage. The PAC urged the MPD team and the JINR management to develop a plan ensuring that the remaining 9 ECal sectors are manufactured as soon as possible. The PAC congratulated the Collaboration on launching the tests of the large superconducting solenoid of MPD.

The PAC truly appreciated the progress in the implementation of the BM@N project reported by M. Kapishin. The team is focused on preparing the detectors for the forthcoming runs with heavy-ion beams scheduled for 2022. The Silicon Beam Tracker detectors and beam profilers are being manufactured, the GEM detectors for the central tracking system have already been tested, and their installation is scheduled for spring 2022. The new ZDC forward hadron calorimeter is already installed at BM@N. The PAC noted the successful implementation of its longstanding recommendation of having a vacuum beam line in front of BM@N in order to reduce the otherwise huge background.

Following the PAC recommendation, the international SPD Detector Advisory Committee (SPD DAC) was established in April 2021 to evaluate the SPD CDR and its subsequent evolution into the TDR. The Committee is chaired by A. Bressan (University of Trieste, Italy). On behalf of the SPD DAC, he presented the evaluation report at the PAC meeting. As a result of fruitful interactions between SPD participants and DAC members, the conceptual design of SPD compared to the original CDR has been improved. Namely, it was decided to change the magnet location to be outside the ECal; it was proposed to consider MAPS technology for the internal tracker, and other. On the basis of all that and following the recommendation of the DAC, the PAC approved the SPD CDR and asked the SPD team to proceed to the preparation of the TDR. The PAC appreciated the important role of the DAC in the SPD project evaluation and requested periodic DAC reports.

At the meeting with the JINR Directorate, the role of the PAC was discussed during the period when NICA will start implementing the physical programme. The Committee will be more active in prioritizing the projects of experiments, and not all projects will be assigned category A. This will be necessary for the efficient allocation of operating time at NICA.

The next meeting of the PAC for Particle Physics is scheduled for June 20–21, 2022.

A. Cheplakov

ARIADNA: этапы, достижения, перспективы

ARIADNA: milestones and prospects

В 2021 году дополнительный импульс получило развитие прикладных исследований на комплексе NICA. Продолжалось создание каналов транспортировки пучков заряженных частиц и облучательных станций, предназначенных для исследований в области наук о жизни, радиационного материаловедения и радиационной стойкости электроники, разработки передовых технологий для задач ядерной энергетики. Для этих целей проектом NICA предусмотрено сооружение трех зон с различными физическими характеристиками выводимого пучка и соответствующими опциями для размещения облучаемых объектов. В 2021 году исследовательская инфраструктура, включающая данные зоны, получила название ARIADNA – Applied Research Infrastructure for Advance Development at NICA fAcility. Предложен логотип инфраструктуры ARIADNA.

В декабре 2021 года был завершён монтаж станции для облучения чипов (СОЧИ), созданной в целях исследования и тестирования на радиационную стойкость декапсулированных микросхем пучками ионов с энергией 3,2 МэВ/нуклон, выведенных из линейного ускорителя. Проведен первый эксперимент с ионным пучком на этой станции. Пусконаладочные работы будут продолжены весной 2022 года по завершении текущего сеанса SRC. Продолжается создание испытательной станции компонентов радиоэлектронной аппаратуры (ИСКРА) для тестирования на радиационную стойкость микросхем в диапазоне энергий 150-500 МэВ/нуклон, станции исследований медико-биологических объектов (СИМБО) для работ в области наук о жизни в диапазоне энергий 500-1000 МэВ/нуклон, а также станции для исследований в области ядерной энергетики (СИЯЭ) с использованием пучков легких ионов с энергий в диапазоне 0,3-4,0 ГэВ/нуклон.

Заметным событием, стимулировавшим проработку научной программы будущих исследований, стал состоявшийся 15-16 сентября 2021 года Международный круглый стол «Прикладные исследования и инновации на



Рис. 2. Логотип исследовательской инфраструктуры ARIADNA.
Fig. 2. Logo of ARIADNA research infrastructure.

In 2021, the development of applied research at the NICA complex was boosted. We continued the construction of transport channels for charged particle beams and irradiation stations designed for research in the field of life sciences, radiation materials science and radiation resistance of electronics, and the development of advanced technologies for nuclear power problems. For these purposes, the NICA project provides for the construction of three zones with different physical characteristics of extracted beams and appropriate options for the placement of irradiated objects. In 2021, the research infrastructure including these zones was named ARIADNA – Applied Research Infrastructure for Advance Development at NICA fAcility. The ARIADNA infrastructure logo is proposed.

In December 2021, we completed the installation of the Station Of Chip Irradiation (SOCHI) aimed at studying and testing for radiation resistance of decapsulated microchips with ion beams with an energy of 3.2 MeV/nucleon extracted from the linear accelerator. The first experiment with an ion beam has been conducted at this station. Commissioning will continue in spring 2022 following the completion of the current SRC run. We continue the construction of the Irradiation Station of Components of Radioelectronic Apparatuses (ISCRA) for testing

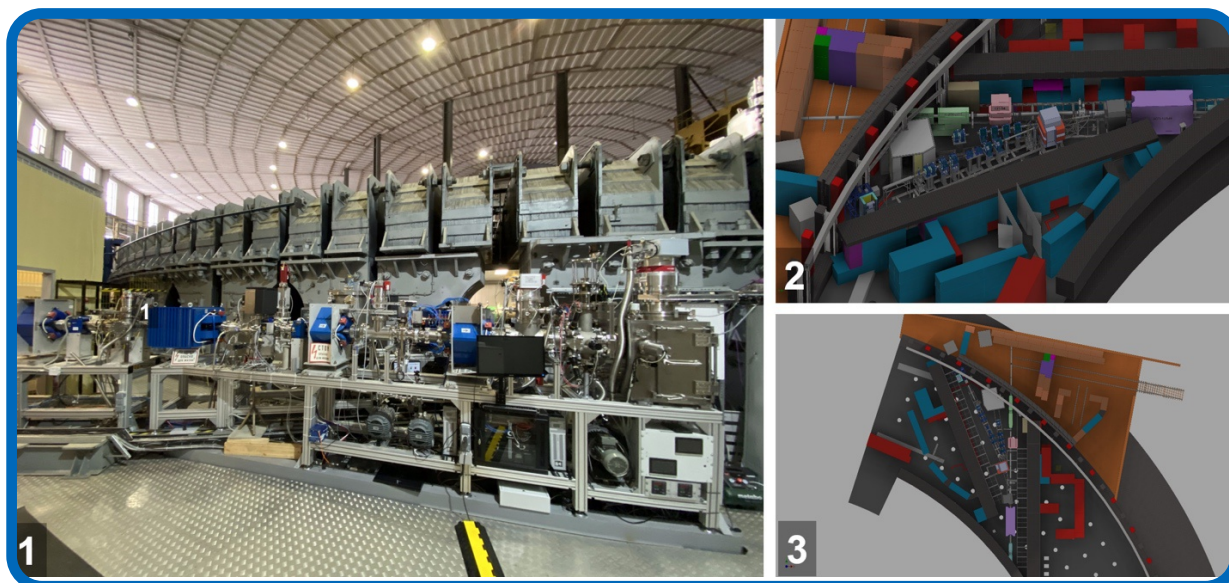


Рис. 3. Облучательные станции в составе ARIADNA: 1 – станция для облучения чипов (СОЧИ); 2 – схема испытательной станции для компонентов радиоэлектронной аппаратуры (ИСКРА) и станции исследований медико-биологических объектов (СИМБО); 3 – схема станции для исследований в области ядерной энергетики (СИЯЭ).

Fig. 3. Irradiation stations as part of ARIADNA: 1 – Station Of Chip Irradiation (SOCHI); 2 – layout of Irradiation Station of Components of Radioelectronic Apparatuses (ISCRA) and Station of Investigation of Medico-Biological Objects (SIMBO); 3 – layout of Station of High Energy Investigation in Nuclear Energetic (SHINE).



Рис. 4. На семинарах и встречах по прикладным исследованиям на комплексе NICA.
 Fig. 4. At workshops and meetings on applied research at NICA.

комплексе NICA», собравший более 300 участников из Австралии, Беларуси, Бельгии, Бразилии, Болгарии, Китая, Чехии, Германии, Италии, Японии, Молдовы, Румынии, России, ЮАР, США, Узбекистана, а также из международных организаций – Европейской ассоциации по исследованиям на животных (EARA), Европейского космического агентства (ESA), CERN, ОИЯИ, исследовательских институтов, научно-производственных компаний, образовательных учреждений и средств массовой информации. По итогам заслушанных докладов и состоявшихся дискуссий принят Меморандум Круглого стола. В нем участники отметили существенный интерес научного сообщества к вопросам организации прикладных исследований на комплексе NICA и выразили свое мнение по ряду стратегических вопросов о дальнейшем развитии работ. В частности, впервые обсуждалась возможность реализации особого режима ускорения заряженных частиц с быстрой сменой типа ионов и энергии частиц. Отмечена высокая востребованность такого режима пользователями для моделирования воздействия галактических космических лучей на биологические объекты и технологические системы.

Меморандумом Круглого стола также закреплена инициатива о создании трех международных коллабораций в рамках проекта NICA по направлениям прикладных работ, соответствующим назначению создаваемых каналов. В целях реализации этого предложения начата проработка вхождения заинтересованных научных и научно-технических организаций в состав коллабораций. К настоящему времени на уровне руководства ряда организаций подписаны письма о намерениях по вступлению в коллаборации ARIADNA и началу совместных

the radiation resistance of microchips in the energy range of 150-500 MeV/nucleon, the Station of Investigation of Medico-Biological Objects (SIMBO) for studies in the field of life sciences in the energy range of 500-1000 MeV/nucleon and the Station of High Energy Investigation in Nuclear Energetic (SHINE) using light-ion beams with energies in the range of 0.3-4.0 GeV/nucleon.

Such a notable event as the International Round Table "Applied Research and Innovation at the NICA Complex" held on September 15-16, 2021, facilitated the elaboration of a scientific programme for future research. The event brought together more than 300 participants from Australia, Belarus, Belgium, Brazil, Bulgaria, China, the Czech Republic, Germany, Italy, Japan, Moldova, Romania, Russia, the RSA, the USA, Uzbekistan, as well as from such international organizations as the European Animal Research Association (EARA), the European Space Agency (ESA), CERN, JINR, research institutes, R&D companies, educational institutions, and the media. Based on the results of reports and discussions, a Memorandum of the Round Table was adopted. The Document reflects a considerable interest of the scientific community in the issues of organization of applied research at the NICA complex and the opinion of participants about a number of strategic issues on the further development of works. In particular, for the first time, we discussed the possibility of implementing a special mode of acceleration of charged particles with the fast change in the type of ions and energies. This mode is highly requested among users for simulating the effects of galactic cosmic rays on biological objects and technological systems.

The Memorandum of the Round Table also formalized the establishment of three international collaborations within the

работ.

Во второй половине 2021 – начале 2022 года организован ряд семинаров и дискуссионных площадок для обсуждения элементов программы прикладных исследований на комплексе NICA. Информация о статусе работ, связанных с развитием ARIADNA, и перспективах проведения совместных работ регулярно докладывалась на общелaborаторных семинарах ЛФВЭ ОИЯИ и международных конференциях. В проработку направлений совместных работ оказались вовлечены более двадцати научных и научно-технических организаций государств-членов ОИЯИ и других стран. В частности, среди участников взаимодействия – Институт медико-биологических проблем РАН, ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, Институт химической физики им. Н.Н. Семенова РАН (г. Москва), ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России и МРНЦ им. А.Ф. Цыба (г. Обнинск), Медицинский университет Пловдива (г. Пловдив), Медицинский и фармацевтический университет им. Н. Тестемицану и Государственный университет Молдовы (г. Кишинев), Белорусский государственный университет (г. Минск), Технологический университет Сиднея (г. Сидней), Институт ядерной физики (г. Ташкент), НПК «ADVACAM» (г. Прага), ООО «С-Инновации» (г. Москва) и др. В работе состоявшихся совещаний по тематике прикладных исследований на комплексе NICA принимали активное участие руководители ряда указанных организаций, члены дирекции ОИЯИ, Полномочный представитель Правительства Республики Узбекистан в ОИЯИ Б. Юлдашев.

Важным элементом координации деятельности вокруг ARIADNA стало создание Комитета по прикладным исследованиям и инновациям на комплексе NICA (Applied Research and Innovation Committee – NICA ARIC), в состав которого вошли признанные на мировой арене ученые по направлениям исследований, соответствующим назначению создаваемых каналов и облучательных станций. В задачи NICA ARIC входит содействие выработке научно-технической политики реализации прикладных исследований на каналах ARIADNA и экспертная оценка предложений пользователей о проведении экспериментов.

Инфраструктура для прикладных исследований на комплексе NICA занимает важное место в программе создаваемого в ОИЯИ Инновационного центра, выступая в качестве одного из базовых элементов инновационного развития Института. Предложения по дальнейшему совершенствованию каналов ARIADNA и созданию сопутствующей пользовательской инфраструктуры включены в концепцию нового семилетнего плана развития ОИЯИ на 2024–2030 годы.

О.В. Белов (фото О.В. Белова)

framework of the NICA project in the fields of applied research related to the purpose of the channels being constructed. To implement this proposal, we have started working out a process of joining the collaborations for interested scientific and scientific-technical institutes. To date, the management of a number of institutes have signed letters of intent to join ARIADNA collaborations and begin working together.

A number of workshops and discussion platforms were held in the second half of 2021 – early 2022 to discuss the applied research programme at the NICA complex. The status of work related to the development of ARIADNA and the prospects for joint work were regularly reported at general laboratory seminars of JINR VBLHEP and international conferences. More than twenty scientific and scientific-technical institutes of JINR member states and other countries were involved in elaborating areas of joint work. In particular, among the participants are the Institute of Biomedical Problems of the RAS, Burnasyan Federal Medical Biophysical Centre, the Semenov Institute of Chemical Physics of the RAS (Moscow), FGBU "NMIC of Radiology" of the Ministry of Health of Russia and A. Tsyb Medical Radiological Research Centre (Obninsk), Medical University of Plovdiv (Plovdiv), N. Testemitanu State University of Medicine and Pharmacy and the Moldova State University (Kishinev), the Belarusian State University (Minsk), the Sydney University of Technology (Sydney), the Institute of Nuclear Physics (Tashkent), ADVACAM s.r.o. (Prague), ООО S-Innovations (Moscow), etc. The heads of a number of these institutes, members of the JINR Directorate, and Plenipotentiary Representative of the Republic of Uzbekistan in JINR B. Yuldashev actively participated in the meetings on applied research at the NICA complex.

A significant element for coordinating activities around ARIADNA was the formation of the Applied Research and Innovation Committee at the NICA complex (NICA ARIC). The Committee includes internationally-recognized scientists in the fields of research related to the purpose of the channels and irradiation stations being constructed. It is aimed at facilitating the development of a scientific and technical policy for the implementation of applied research at ARIADNA channels and expert evaluation of user proposals for conducting experiments.

The infrastructure for applied research at the NICA complex figures prominently in the programme of the Innovation Center, which is under construction at JINR, being as one of the basic elements of the Institute's innovative development. Proposals for further improvement of ARIADNA channels and the development of related user infrastructure are included in the concept of the new Seven-Year Plan for the Development of JINR for 2024-2030.

O. Belov (Photo credit: O. Belov)

Испытания начались! We started testing!

После успешной установки соленоида в магнитопровод инженерами ASG было проведено компьютерное моделирование магнитного поля. Целью моделирования было определить влияние отклонений, появившихся при установке соленоида в магнитопровод. Эти отклонения были в пределах допуска и составили по вертикальной оси не более 0,5 мм, а в горизонтальной – 2,4 мм от номинала. По информации производителя, компании ASG, эти отклонения не внесли корректировки в однородность магнитного поля, и дополнительная юстировка положения соленоида в магнитопроводе не требуется. Учитывая это,

After the successful installation of the solenoid into the magnetic circuit, ASG engineers performed a computer simulation of the magnetic field. The simulation was aimed to determine the effect of deviations that appeared while installing the solenoid into the magnetic circuit. These deviations were within tolerance and amounted to no more than 0.5 mm along the vertical axis and 2.4 mm in the horizontal one from the nominal value. According to the manufacturer, the ASG company, these deviations did not influence the uniformity of the magnetic

соленоид был зафиксирован в своем положении, и началась подготовка к его испытаниям.

До запуска магнита в работу с охлаждением до 4,5 К и начала магнитных измерений предполагается выполнить большой цикл работ по сборке соленоида и его узлов: провести испытания на прочность и герметичность, выполнить электрические тесты, сборку и испытания криогенной системы, а также сборку и подключение водяного охлаждения систем электропитания соленоида. В этой заметке более подробно будут описаны работы по испытаниям соленоида и криогенных трубопроводов на прочность и герметичность, работы по проверке целостности сверхпроводящих кабелей обмотки соленоида, проверке работоспособности разъемов, датчиков температуры и датчиков напряжения, расположенных внутри соленоида.

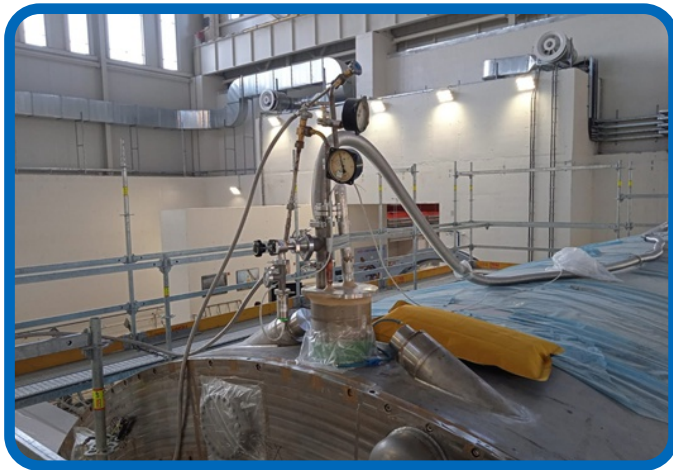


Рис. 5. Подключение узла испытаний к объёму соленоида и трубопроводам азотного и гелиевого контуров.

Fig. 5. Connection of the test unit to the solenoid volume and pipelines of the nitrogen and helium loops.

Испытания соленоида предполагают проверку вакуумного объема соленоида на герметичность, контура азотного теплового экрана, а также контура циркуляции жидкого гелия на прочность и герметичность. Испытания проводятся вакуумным методом при фоновом значении течеискателя не хуже, чем $2 \cdot 10^{-8}$ мбарл/с и при давлении не выше, чем $5 \cdot 10^{-4}$ мбар в объеме соленоида. Данные требования заданы производителем и позволяют определить даже незначительные течи. Проверка целостности вакуумного объема соленоида проводилась обдувом гелием снаружи всех сварных швов, а также глухих фланцев, которые были установлены вместо транспортных штифтов, предохраняющих все внутреннее оборудование, тепловые мосты, опоры и трубопроводы (все это в документах называется «cold mass») от повреждения при транспортировке. В случае попадания гелия в откачиваемый объем, молекулы гелия детектируются течеискателем. Для проверки на герметичность азотного и гелиевого контуров, внутрь каждого из них подается гелий давлением 10 и 25 бар, соответственно. В случае течи гелий также попадет в откачиваемый объем, и течь будет обнаружена. Стоит отметить, что давление при испытаниях превышает рабочее в 1,5 раза, что говорит о дополнительном запасе прочности изделия. Для проведения испытаний, силами сотрудников НЭОМД, занятых на испытаниях соленоида, при участии коллег из

field, so there was no need to perform additional adjustment of the solenoid position in the magnetic circuit. Taking this into account, the solenoid was installed in its position, and we started preparing for its testing.

Before the magnet is put into operation with cooling up to 4.5 K and we start performing magnetic measurements, we should carry out a lot of work on the assembly of the solenoid and its elements. We should conduct strength and leak tests, perform electrical tests, assemble and test the cryogenic system, as well as assemble and connect the water cooling of the solenoid power supply systems. Further below we provide more detailed information on testing the solenoid and cryogenic pipelines for strength and leakage, checking the integrity of superconducting cables of the solenoid winding, testing the performance of connectors, temperature and voltage sensors located inside the solenoid.

The solenoid tests involve checking the vacuum volume of the solenoid for leakage, the nitrogen thermal shield loop, as well as the loop of liquid helium circulation for strength and leakage. These tests are performed using the vacuum method at a background value of the leak detector of no worse than $2 \cdot 10^{-8}$ mbarl/s and at a pressure not exceeding $5 \cdot 10^{-4}$ mbar in the solenoid volume. These requirements are given by the manufacturer and allow us to determine even minor leakage. We have tested the integrity of the vacuum volume of the solenoid by blasting from the outside all the welds, as well as the blind flanges that were installed instead of transport pins with helium. These pins protect all internal equipment, thermal bridges, supports and pipelines (all this is called "cold mass" in the documents) from damage during transportation. If there is any helium in the pumped volume, the helium molecules will be detected by the leak detector. To test the nitrogen and helium loops for leakage, helium is supplied inside each of them with a pressure of 10 and 25 bar, respectively. In case of leakage, helium will also get into the pumped volume and we can detect the leakage. It is worth noting that the test pressure exceeds the working one by 1.5 times, which indicates an additional margin of strength of the product. Employees of MPD Scientific and



Fig. 6. Testing and tuning of the vacuum solenoid system.

Рис. 6. Испытания и наладка вакуумной системы соленоида.

Лаборатории нейтронной физики была разработана и согласована с ASG схема испытаний и изготовлен испытательный стенд, включающий в себя вакуумное оборудование, предохранительные и управляющие клапаны, переходники и фланцевые соединения подключения системы к испытываемому объему (Рис. 5). Испытана и адаптирована под испытания вакуумная система соленоида (Рис. 6). Сектором инженерной поддержки MPD разработана программа автоматического управления вакуумной системой, предотвращающей выход из строя оборудования или разгерметизацию соленоида в процессе испытаний.

Испытания проводились силами специалистов ОИЯИ в присутствии инспектора от ASG. А старт этим испытаниям дал директор ОИЯИ Григорий Владимирович Трубников (Рис. 7).

По результатам испытаний было установлено, что вакуумный объем и установленные на торцах фланцы герметичны. Также тест на утечку успешно прошел и гелиевый контур. Однако азотный контур испытания не прошел. Специалистами ОИЯИ была обнаружена течь контура азотного экрана. В результате поиска течь была обнаружена на тройнике, в месте пайки медного трубопровода. Совместно специалистами ASG и ОИЯИ была разработана и согласована программа ремонта течи. В последствие течь была отремонтирована, а повторные испытания показали герметичность контура в пределах заданных параметров (Рис. 8).



Рис. 8. Локализация (слева) и ремонт (справа) азотного контура теплового экрана соленоида.

Fig. 8. Localisation (left) and repair (right) of the nitrogen loop of the solenoid thermal shield.

Кроме испытаний на прочность и герметичность, специалистами группы №2 защиты электротехнических устройств под руководством Филиппова Николая Анатольевича были проведены и электрические испытания целостности сверхпроводящей обмотки соленоида, а также отсутствия контакта обмотки и корпуса соленоида (Рис. 9).

В это же время специалисты сектора инженерной поддержки MPD отдела НЭОМД совместно с представителями ASG проверили работоспособность разъемов, расположенных на торцах соленоида, от которых идут управляющие и информационные сигналы в систему контроля и управления. Датчики температуры и датчики напряжения были также проверены. Стоит отметить, что



Рис. 7. Старт испытаний на герметичность дает директор ОИЯИ Трубников Г.В. (справа), К. Рослон – начальник сектора инженерной поддержки MPD (слева).

Fig. 7. JINR Director Grigory Trubnikov gives start to leak tests (right), Krystian Roslon – head of Engineering Support Sector of MPD (left).

Experimental Department, taking part in the solenoid testing, together with their colleagues from FLNP and ASG had developed a plan for conducting the tests. A test bench was also produced, including vacuum equipment, safety and control valves, adapters and flanges for connecting the system to the tested volume (Fig. 5). The vacuum solenoid system had been tested and adapted for testing (Fig. 6). MPD Engineering Support Sector had developed a programme for automatic control of the vacuum system that prevents equipment failure or solenoid loss of sealing during testing.

JINR specialists conducted the tests in the presence of inspector from the ASG company. The start of the tests was given by JINR Director Grigory Trubnikov (Fig. 7).

The test results showed that the vacuum volume and the flanges installed at the ends are sealed. The helium loop also successfully passed the leak test. However, the nitrogen loop failed the test. JINR specialists discovered a leakage in the nitrogen shield loop. As a result of the search, a leakage was found on the tee-joint, in the welded joint of the copper pipeline. ASG and JINR specialists jointly developed a leakage prevention programme. Subsequently, the leakage was stopped, and repeated testing showed the sealing of the loop within the specified parameters (Fig. 8).

In addition to strength and leak tests, the specialists of group No.2 Protection of Electrical Devices, supervised by Nikolai Filippov, conducted electrical tests of the integrity of the superconducting solenoid winding, as well as the absence of contact between the winding and the solenoid surface (Fig. 9).

At the same time, specialists of MPD Engineering Support Sector of MPD SED, together with ASG representatives, tested the performance of connectors located at the ends of the solenoid, from which control and information signals are transmitted to the monitoring and control system. Temperature and voltage sensors were also tested. It is worth noting that it was painstaking and responsible work. In total, about 450 cables

это была кропотливая и ответственная работа. Всего было проверено около 450 кабелей на целостность. В ходе проверки разъемов было определено, что один из разъемов вышел из строя и подлежит замене. Работы по замене разъема были выполнены специалистами ASG (Рис. 10). Повторная проверка после замены показала, что все датчики и разъемы находятся в рабочем состоянии.

Кроме того, продолжаются работы в помещениях, примыкающих к тоннелю ускорителя. Там подрядчиками, под надзором ОКС и прикрепленных сотрудников ОИЯИ, продолжается монтаж системы водяного охлаждения электропитания соленоида и его корректирующих катушек. Хладагентом контура охлаждения будет деминерализованная вода, циркулирующая по замкнутому контуру. Теплосъем будет происходить в пластинчатых теплообменниках.



Рис. 10. Замена вышедшего из строя разъема.
Fig. 10. Replacing the failed connector.

В ближайшее время начнется монтаж слаботочных кабелей соленоида с последующей проверкой их работоспособности. После проведения проверки монтажные леса вокруг соленоида будут разобраны, и начнется сборка магнитопровода (установка опорных колец, а также балок) без верхней балки, которая будет установлена в последний момент, после частичной сборки узла подключения трубопроводов охлаждения соленоида, сверхпроводящих кабелей и вакуумной рубашки к контрольному Дьюару. После сборки будут проводиться работы по измерению положения всей конструкции (магнитопровод + соленоид) для итогового определения отклонений. Параллельно с этой работой специалистами ОИЯИ совместно с ASG проводится разработка и согласование плана работ по сборке корректирующих катушек магнита и их установки в полюса. Все вышеописанные работы планируется провести весной 2022 года.

К.А. Мухин

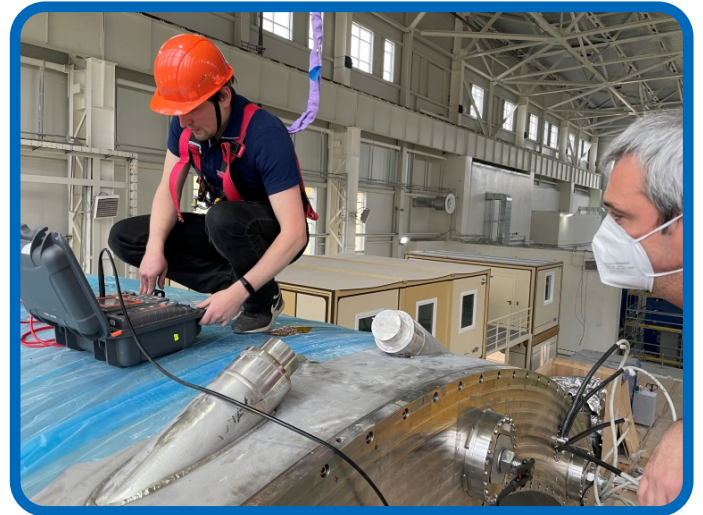


Рис. 9. Проверка целостности сверхпроводящих кабелей обмотки соленоида.

Fig. 9. Testing the integrity of superconducting cables of the solenoid winding.

were tested for integrity. While testing, we determined that one of the connectors had failed, and ASG specialists replaced it (Fig. 10). A follow-up testing showed that all the sensors and connectors were fully operational.

In addition, we continue working in the buildings adjacent to the accelerator tunnel. There, contractors, supervised by CCD and the responsible JINR employees, continue to install the water cooling system of the solenoid power supply and its correcting coils. The coolant of the cooling loop will be demineralised water circulating in a closed loop. Heat removal will take place in plate heat exchangers.

In the near future, we plan to install low-current solenoid cables and test their performance. After testing, the scaffolding around the solenoid will be disassembled and the assembly of the magnetic circuit (installation of support rings and plates) will begin without the upper plate. This plate will be installed at the last moment, after partial assembly of the connection unit of the solenoid cooling pipelines, superconducting cables and the vacuum jacket to the control Dewar. After assembly, we will measure the position of the entire installation (magnetic circuit + solenoid) for the final deviations. At the same time, JINR and ASG specialists, are jointly developing a work plan for the assembly of correcting magnet coils and their installation into the poles. All the above work is planned to be carried out in spring 2022.

K. Mukhin

