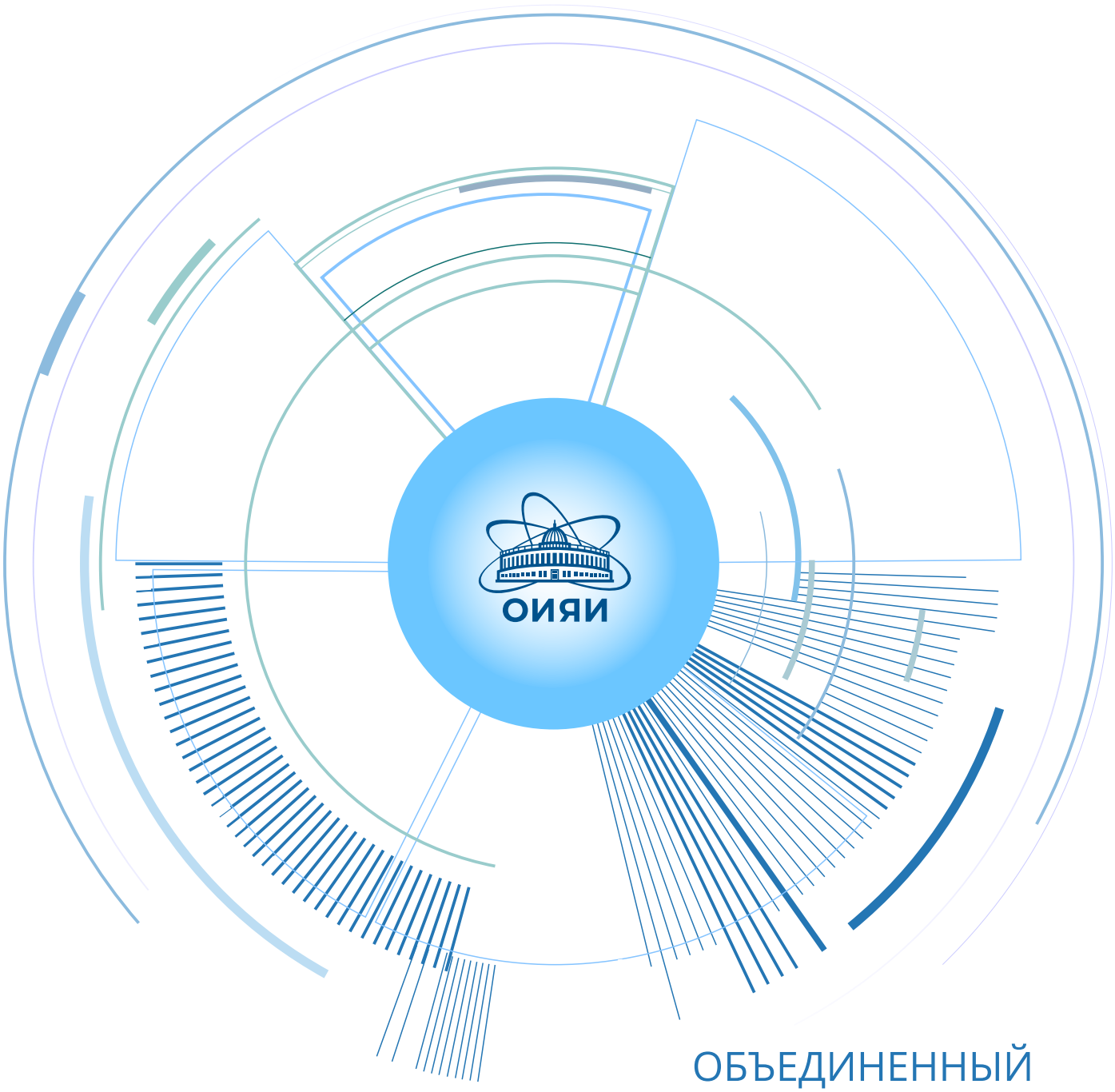
ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

2025

ГОДОВОЙ ОТЧЕТ



ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

2025

ГОДОВОЙ ОТЧЕТ

Объединенный институт ядерных исследований

Россия, 141980, Дубна, Московская обл.,
ул. Жолио-Кюри, 6
Телефон: (496) 216-50-59
Факс: (496) 216-51-46, (495) 632-78-80
E-mail: post@jinr.ru
Web http://www.jinr.ru

Электронная версия: https://publish.jinr.ru/Reports/Reports_rus.html

ISBN 978-5-9530-0668-2

© Объединенный институт ядерных исследований, 2026

ГОСУДАРСТВА-ЧЛЕНЫ ОИЯИ

ГОСУДАРСТВА-ЧЛЕНЫ ОИЯИ

Азербайджанская Республика

Республика Армения

Республика Беларусь

Республика Болгария

Социалистическая Республика Вьетнам

Грузия

Арабская Республика Египет

Республика Казахстан

Корейская Народно-Демократическая Республика

Республика Куба

Монголия

Российская Федерация

Румыния

Словацкая Республика

Республика Узбекистан

ГОСУДАРСТВА, С КОТОРЫМИ ЗАКЛЮЧЕНЫ СОГЛАШЕНИЯ О СОТРУДНИЧЕСТВЕ НА ПРАВИТЕЛЬСТВЕННОМ УРОВНЕ

Венгрия

Федеративная Республика Германия

Итальянская Республика

Республика Сербия

Южно-Африканская Республика

РУКОВОДЯЩИЕ И КОНСУЛЬТАТИВНЫЕ ОРГАНЫ ОИЯИ

КОМИТЕТ ПОЛНОМОЧНЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ ГОСУДАРСТВ-ЧЛЕНОВ ОИЯИ

Азербайджанская Республика – А. М. Гашимов

Республика Армения – А. Е. Мовсисян

Республика Беларусь – Д. Л. Коржицкий

Республика Болгария – Ц. Бачийски

Социалистическая Республика Вьетнам – Чан Туан Ань

Грузия – А. Хведелидзе

Арабская Республика Египет – Д. Эль-Феки

Республика Казахстан – С. К. Сахиев

Корейская Народно-Демократическая Республика – Ли Че Сон

Республика Куба – Г. Вальвин Салас

Монголия – С. Даваа

Российская Федерация – В. Н. Фальков

Румыния – Ф.-Д. Бузату

Словацкая Республика – Ф. Шимковиц

Республика Узбекистан – И. И. Садиков

ФИНАНСОВЫЙ КОМИТЕТ

По одному представителю от каждой страны-участницы ОИЯИ

УЧЕНЫЙ СОВЕТ

Председатель – **Г. В. Трубников**
Сопредседатель – **С. Я. Килин** (Республика Беларусь)
Ученый секретарь – **С. Н. Неделько**

- **А. Айяла –** Мексиканские Соединенные Штаты
- **А. Апраамян –** Соединенные Штаты Америки
- **Ц. Баатар –** Монголия
- **Бом Хун Ли –** Республика Корея
- **Э. Э. Боос –** Российская Федерация
- **К. Борча –** Румыния
- **Н. Буртебаев –** Республика Казахстан
- **Ван Ифан –** Китайская Народная Республика
- **З. Вилакази –** Южно-Африканская Республика
- **В. В. Воеводин –** Российская Федерация
- **Р. Гранада –** Аргентинская Республика
- **Х. Жадамбаа –** Федеративная Республика Германия
- **С. Н. Калмыков –** Российская Федерация
- **С. Я. Килин –** Республика Беларусь
- **М. В. Ковальчук –** Российская Федерация
- **Г. Лаврелашвили –** Грузия
- **Ле Хонг Кхьем –** Социалистическая Республика Вьетнам
- **Ли Цзяньган –** Китайская Народная Республика
- **П. В. Логачев –** Российская Федерация
- **И. Б. Логашенко –** Российская Федерация
- **С. А. Максименко –** Республика Беларусь
- **В. А. Матвеев –** Российская Федерация
- **С. Михара –** Япония
- **Ш. Нагиев –** Азербайджанская Республика
- **Д. Л. Надь –** Венгрия
- **А. Нерсесян –** Республика Армения
- **Н. Нешкович –** Республика Сербия
- **И. Падрон Диас –** Республика Куба
- **Д. Перес Менесес –** Федеративная Республика Бразилия
- **Р. Рашков –** Республика Болгария
- **И. И. Садиков –** Республика Узбекистан
- **М. Сакр –** Арабская Республика Египет
- **Р. Саху –** Республика Индия
- **А. М. Сергеев –** Российская Федерация
- **М. Спиро –** Французская Республика
- **Ч. Стоянов –** Республика Болгария
- **Г. Стратан –** Румыния
- **Сун Юньтао –** Китайская Народная Республика
- **Г. В. Трубников –** Российская Федерация
- **Р. Ценов –** Республика Болгария
- **И. Церруя –** Государство Израиль
- **Чан Ти Тхань –** Социалистическая Республика Вьетнам
- **А. М. Четто –** Мексиканские Соединенные Штаты
- **Чжао Хунвэй –** Китайская Народная Республика
- **А. Эль-хаг Али –** Арабская Республика Египет

ПРОГРАММНО-КОНСУЛЬТАТИВНЫЕ КОМИТЕТЫ

ПКК по физике частиц

Председатель – И. Церруя (Израиль)
Ученый секретарь – А. П. Чеплаков

ПКК по ядерной физике

Председатель – В. В. Несвижевский
Ученый секретарь – Н. К. Скобелев

ПКК по физике конденсированных сред

Председатель – Д. Л. Надь (Венгрия)
Ученый секретарь – О. В. Белов

СТРУКТУРА ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Лаборатория теоретической физики им. Н. Н. Боголюбова

Директор Д. И. Казаков

Исследования:

- взаимодействий и свойств симметрии элементарных частиц, структуры теории поля и ее приложений
- свойств экзотических ядер и ядерных систем, низкоэнергетической и релятивистской ядерной динамики, ядерной астрофизики
- математических моделей сложных систем, комплексных материалов и наноструктур
- интегрируемых систем, суперсимметрии, квантовой гравитации, теории струн

Лаборатория физики высоких энергий им. В. И. Векслера и А. М. Балдина

И. о. директора А. В. Бутенко

Исследования:

- взаимодействий многозарядных ионов в широкой области энергий
- в области релятивистской ядерной физики
- структуры нуклонов
- сильных взаимодействий частиц
- резонансных явлений во взаимодействиях частиц
- электромагнитных взаимодействий
- методов ускорения частиц
- прикладные, на комплексе NICA с использованием инфраструктуры ARIADNA

Лаборатория ядерных проблем им. В. П. Джелепова

Директор Е. А. Якушев

Исследования:

- физики нейтрино и редких процессов
- сильных, слабых и электромагнитных взаимодействий
- ядерной спектроскопии
- методов ускорения заряженных частиц
- прикладные и радиобиологические

Лаборатория ядерных реакций им. Г. Н. Флерова

Директор С. И. Сидорчук

Исследования:

- синтез сверхтяжелых элементов
- свойств тяжелых и сверхтяжелых элементов, механизмов ядерных реакций с тяжелыми ионами
- реакций на пучках радиоактивных ядер, структуры ядер на границах нуклонной стабильности
- взаимодействия тяжелых ионов с конденсированными средами
- методов ускорения тяжелых ионов

ДИРЕКЦИЯ

Директор **Г. В. Трубников**
Научный руководитель **В. А. Матвеев**
Вице-директор **С. Н. Дмитриев**
Вице-директор **В. Д. Кекелидзе**

Вице-директор **Л. Костов**
Главный ученый секретарь **С. Н. Неделько**
Главный инженер **Б. Н. Гикал**

Лаборатория нейтронной физики им. И. М. Франка

Директор Е. В. Лычагин

Исследования:

- ядерных реакций под действием нейтронов
- фундаментальных свойств нейтронов
- структуры и динамики функциональных материалов
- наноматериалов для накопителей энергии
- материалов методами рассеяния нейтронов, нейтронно-активационного анализа, нейтронной радиографии и комплементарными методами
- динамических характеристик импульсного реактора ИБР-2 и перспективного нейтронного источника

Лаборатория информационных технологий им. М. Г. Мещерякова

Директор С. В. Шматов

Исследования:

- по обеспечению развития и функционирования сетевой и информационно-вычислительной инфраструктуры ОИЯИ
- оптимальных возможностей использования международных компьютерных сетей и информационных систем
- по интеграции разнородных вычислительных ресурсов
- современных средств вычислительной физики, создание и развитие стандартного математического обеспечения
- по цифровизации научной и административной деятельности ОИЯИ

Лаборатория радиационной биологии

Директор А. Н. Бугай

Исследования:

- по молекулярной радиобиологии
- по радиационной генетике и цитогенетике
- по медицинской радиобиологии
- по радиационной физиологии и нейрорадиобиологии
- по радиационной биофизике и математическому моделированию
- по астробиологии

Учебно-научный центр

Директор Д. В. Каманин

Направления деятельности:

- образовательная программа для студентов старших курсов вузов, подготовка квалификационных работ
- проведение международных студенческих практик и школ
- распространение современных научных знаний
- проведение научных школ для учителей физики
- профориентационная работа со школьниками
- повышение квалификации ИТР Института

Общеинститутские службы

- Общеинститутские научные и информационные отделы
- Административно-хозяйственные подразделения
- Производственные подразделения

ВВЕДЕНИЕ

Достижения 2025 г., ставшего для Института годом важных свершений, обогатили историю Объединенного института ядерных исследований. Мы с удовлетворением отмечаем результаты труда большого сплоченного международного коллектива: исполнение Семилетнего плана развития ОИЯИ на 2024–2030 гг., вклад стран-участниц в осуществление крупных проектов Института, получение новых ярких научных результатов, участие в широкомасштабных коллаборационных проектах, многогранной образовательной деятельности.

Комитет полномочных представителей правительств государств-членов ОИЯИ на выездной сессии, проходившей 2 декабря 2025 г. в Варадеро (Куба), отметил хороший темп реализации программы развития ОИЯИ по всем направлениям Стратегии долгосрочного развития ОИЯИ на период до 2030 г.

Традиционно осуществлялась теоретическая поддержка экспериментальных исследований в ОИЯИ и в других исследовательских центрах с участием ОИЯИ. По результатам проведенных исследований теоретиками Института было опубликовано около 420 статей в рецензируемых журналах и трудах конференций, 65 статей в составе крупных коллабораций и 2 главы в монографиях. Ряд исследований был выполнен в сотрудничестве с учеными из стран-участниц ОИЯИ, Бразилии, Германии, Индии, Италии, Китая, ЮАР и других стран.

На ускорительном комплексе NICA благодаря оптимизации работы инжекционного комплекса интенсивность пучка была увеличена почти в семь раз. 18 декабря в коллайдер впервые был инжектирован пучок частиц — тяжелых ионов ксенона. С инжекцией первого пучка в коллайдер ускорительный комплекс NICA вышел на новый этап подготовки к полномасштабным экспериментам. Запущена в эксплуатацию криогенно-компрессорная станция, и тем самым завершено создание криогенной инфраструктуры, способной обеспечить охлаждение всех ускорителей комплекса NICA. Также в 2025 г. началось прототипирование высокотемпературных сверхпроводящих магнитов для запланированной модернизации Нуклотрона.

На Фабрике сверхтяжелых элементов продолжалась работа по подготовке к синтезу 119-го и 120-го элементов Периодической системы Д. И. Менделеева, зафиксированы три события синтеза изотопа ^{282}Nh. Согласно планам велось развитие ускорительного комплекса DRIBs-III.

В течение зимней экспедиции 2025 г. на озере Байкал количество регистрирующих оптических модулей в составе глубоководного нейтринного телескопа Baikal-GVD было увеличено до 4212, а его эффективный объем в задаче регистрации событий от нейтрино высоких энергий (свыше 100 ТэВ) составил более 0,7 км^3. Таким образом, крупнейший в Северном полушарии нейтринный телескоп Baikal-GVD стал одной из ведущих установок в мире по точности регистрации частиц. Быстрыми темпами велось развитие инфраструктуры на берегу озера Байкал для постоянного размещения научного и технического персонала и аппаратуры.

Если говорить о научных результатах в международных коллаборациях крупнейших нейтринных экспериментов — из них ОИЯИ представлен в NOvA и DUNE (США), — эти коллаборации недавно получили значимые результаты. Лучшей точностью и самым быстрым набором статистики обладает JUNO — подземная обсерватория, построенная в Китае при активном участии ученых, инженеров и программистов ОИЯИ, вклад которых в создание детекторов, оборудования

и анализ данных был отмечен на совещании коллаборации.

После трехлетнего перерыва возобновил работу уникальный исследовательский импульсный реактор на быстрых нейтронах ИБР-2М, открыв новые возможности для исследователей. Одним из знаковых событий года стал его успешный запуск уже в рамках полномасштабной пользовательской программы: в 2025 г. было зарегистрировано 156 пользователей.

В числе важнейших достижений — прогресс в развитии МИВК ОИЯИ, в том числе расширение многоуровневой системы хранения и обработки данных суперкомпьютера «Говорун», который в результате модернизации увеличил свою пиковую производительность на треть, достигнув 2,2 петафлопс.

Следует отметить важные шаги в развитии многодисциплинарности исследований, прикладных разработок, наук о жизни, создании ускорителей для прикладных и медицинских целей. В 2025 г. было продолжено создание Инновационного центра ядерно-физических исследований ОИЯИ в сфере наук о жизни, биомедицинских технологий, радиационной биологии и радиационного материаловедения, а также экологии и информационных систем.

Успешное развитие получила новая инициатива: был проведен конкурс по поддержке международных проектов ОИЯИ в области прикладной и инновационной деятельности (R&D, Research & Development) с высоким потенциалом и перспективами внедрения в индустрии, научном приборостроении и социальной сфере. Пять молодежных команд-победителей уже начали реализацию своих R&D-разработок.

Главный стратегический вектор нашей команды — тесное взаимодействие между лабораториями Института. Во всех научных проектах ОИЯИ задействованы несколько лабораторий. Еще одной сильной стороной Института является независимая международная научная экспертиза. За последние годы в работу Ученого совета, программно-консультативных комитетов и в сотрудничество по Проблемно-тематическому плану ОИЯИ включились представители новых стран.

В декабре 2025 г. на кубинской земле были проведены заседание Финансового комитета, сессия Комитета полномочных представителей, торжественное мероприятие в честь 50-летия вступления Кубы в число государств-членов ОИЯИ, рабочие встречи в Министерстве науки, технологий и окружающей среды (CITMA) и Министерстве высшего образования (MES) Республики Куба и др. К совещаниям и торжествам присоединились многочисленные гости из латиноамериканских стран.

2 декабря сессия КПП ОИЯИ началась с минуты молчания в память об известных ученых и организаторах науки — членах-корреспондентах Российской академии наук вице-директоре Института Сергее Николаевиче Дмитриеве и научном руководителе Лаборатории радиационной биологии Евгении Александровиче Красавине. Их имена навсегда вписаны в историю выдающихся научных достижений и международного сотрудничества ОИЯИ.

Активно велась работа по укреплению кадрового потенциала Института и научно-образовательной деятельности в интересах подготовки высококвалифицированных специалистов: Учебно-научным центром ОИЯИ были организованы десятки научно-просветительских мероприятий и инициатив как в Дубне, так и в странах-участницах. Кроме того, в 2025 г. стажировки и практики в Институте прошли 820 студентов из более чем 20 стран мира, продолжалось проведение школ для учителей физики на русском и английском языках. Коллектив сотрудников ОИЯИ вместе с коллегами из МИФИ и другими известными российскими экспертами приступил к работе над созданием единого учебника и учебно-методического комплекса по физике и естественно-научным дисциплинам (математика, биология, естествознание) — совместного проекта федерального уровня с РАН, Министерством науки и высшего образования РФ, Министерством просвещения РФ и издательством «Просвещение».

Отдельного упоминания заслуживает успешная работа филиала Московского государственного университета в Дубне, где в настоящее время 92 студента проходят обучение по магистерским программам в области физики, а также прикладной математики и информатики.

Нельзя не отметить успехи в бюджетной и экономической политике: рост материальных расходов на научные проекты, улучшение результатов деятельности производственных подразделений. В настоящее время в Институте работает 1225 научных сотрудников, треть из них приехали из государств-членов и партнеров ОИЯИ, в том числе из Китая, Индии и ЮАР. В 2025 г. существенно возросло количество научных визитов в Институт, а также число упоминаний ОИЯИ в СМИ. В диссертационных советах ОИЯИ за пять лет после возобновления их работы состоялось более 130 защит.

Оставалась высокой публикационная активность сотрудников Института по широкому спектру научных направлений, что свидетельствует о результативности нашей работы на уровне крупнейших мировых научных центров. Новый журнал ОИЯИ Natural Science Review за год выпустил 4 номера и показал свою востребованность.

Были проведены десятки крупных конференций, совещаний и школ как в Дубне, так и в других городах, странах-участницах и странах-партнерах ОИЯИ. В декабре команда сотрудников ОИЯИ впервые приняла участие в Международной конференции по сотрудничеству в области науки и технологий, участниками конференции стали премьер-министры стран СНГ. В рамках представленного проекта была продемонстри-

рована важность развития научных установок класса «мегасайенс» на пространстве СНГ, а также отмечен опыт ОИЯИ по созданию нейтронных спектрометров на реакторах в Казахстане и Узбекистане.

В сотрудничестве с Министерством науки и высшего образования РФ, правительством Московской области, ОЭЗ «Дубна» и государственным университетом «Дубна» разрабатывается концепция создания Международного парка науки и технологий, который позволит сократить «расстояние» между получением знаний, обучением специалистов, развитием новых технологий и созданием технологичных продуктов. На территории города Дубны, совместно с ФМБА России, запланировано строительство центра протонной терапии на базе сверхпроводящего циклотрона MSC-230.

В 2025 г. предприняты новые шаги по расширению сотрудничества ОИЯИ с государствами-членами и созданию их научной инфраструктуры: источника холодных нейтронов на базе реактора ВВР-К в Казахстане и циклотронной и реакторной лаборатории во Вьетнаме. Проведена комплексная работа по укреплению партнерства с ассоциированными членами (Сербия, ЮАР), а также установлению новых международных контактов — с Францией, Мексикой и Японией. Предприняты значительные шаги по расширению связей с Латинской Америкой, в частности, в развитии научного сотрудничества и партнерства в области фундаментальных и прикладных исследований между ОИЯИ и образовательными организациями Федеративной Республики Бразилии.

ОИЯИ сегодня — это динамично развивающийся организм. Наша сила кроется в крепкой связи поколений, где знания опытных ученых Института сочетаются с энергией молодых исследователей, приезжающих в Дубну из десятков стран мира.

В 2026 г. мы отмечаем юбилей ОИЯИ. Семь десятилетий выдающихся открытий, смелых идей и международного сотрудничества составляют нашу общую историю, которой гордимся по праву. Мы остаемся верны нашему девизу «Наука сближает народы», который в будущем году прозвучит особенно громко. Этот юбилей станет не только поводом для торжества, но и мощным импульсом для реализации новых амбициозных планов.

Г. В. ТРУБНИКОВ,
директор
Объединенного института
ядерных исследований

РУКОВОДЯЩИЕ И КОНСУЛЬТАТИВНЫЕ ОРГАНЫ

КОМИТЕТ ПОЛНОМОЧНЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ ПРАВИТЕЛЬСТВ ГОСУДАРСТВ-ЧЛЕНОВ ОИЯИ

СЕССИЯ КОМИТЕТА ПОЛНОМОЧНЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ, 25 марта 2025 г.

Очередная сессия Комитета полномочных представителей правительств государств-членов ОИЯИ состоялась 25 марта в Дубне под председательством полномочного представителя правительства Грузии А. Хведелидзе.

Заслушав и обсудив доклад директора Института Г. В. Трубникова, КПП принял к сведению информацию дирекции ОИЯИ о рекомендациях 137-й сессии Ученого совета ОИЯИ, исполнении текущего Семилетнего плана развития ОИЯИ, вкладе стран-участниц в осуществление крупных проектов Института, новых научных и научно-технических результатах и наиболее важных событиях, относящихся к научно-образовательной деятельности и международному сотрудничеству Объединенного института ядерных исследований.

КПП одобрил выполнение текущего плана исследований и развития крупной исследовательской инфраструктуры ОИЯИ, успешное участие Института в международных коллаборациях, достижения в укреплении международного сотрудничества:

— прогресс в подготовке к запуску комплекса NICA, включая запуск новой криогенной компрессорной станции, ввод в эксплуатацию главной понизительной подстанции ГПП-1, разработку детальной программы физического запуска комплекса летом 2025 г.;

— успешное охлаждение соленоида MPD до температуры жидкого гелия 4,5 K, подготовку детектора MPD к анализу первых наборов данных в режиме фиксированной мишени;

— развитие коллаборации ARIADNA и ее исследовательской программы, запуск нескольких каналов для прикладных исследований, успешную работу станции облучения чипов СОЧИ;

— вклад Института в анализ данных и работу коллабораций ЦЕРН на LHC по второй фазе модернизации детекторов ATLAS, CMS и ALICE, а также получение новых результатов в экспериментах SPS ЦЕРН;

— прогресс в развитии глубоководного нейтринного телескопа Baikal-GVD;

— успешное участие Института в самых передовых нейтринных экспериментах, включая эксперименты с реакторными нейтрино (JUNO) и нейтрино от ускорителей (NOvA, T2K), поиск двойного безнейтринного бета-распада (LEGEND);

— продолжающуюся подготовку экспериментов по синтезу новых элементов 119 и 120 таблицы Менделеева: для этого на фабрике СТЭ проведены эксперименты по синтезу элемента 116 с использованием пучков ^{50}Ti и ^{54}Cr;

— проведенные тестовые эксперименты на фрагмент-сепараторе ACCULINNA-2: полномасштабный запуск экспериментальной программы в области изучения легких ядер на границах нуклонной стабильности ожидался во второй половине 2025 г.;

— запланированный монтаж и запуск циклотрона ДЦ-140 в конце 2025 г.;

— плановый ход строительства нового экспериментального корпуса ускорительного комплекса У-400Р, а также параллельное проектирование новых экспериментальных установок для ускорителя У-400Р;

— успешное завершение ремонтных работ на ИБР-2, получение разрешения на возобновление работы реактора и перезапуск реактора с 17 февраля 2025 г.;

— проведенные и запланированные сеансы для пользователей комплекса спектрометров ИБР-2;

— успешное развитие МИВК ОИЯИ, в том числе расширение многоуровневой системы хранения и обработки данных суперкомпьютера «Говорун»;

— разработку и развитие математических методов и программного обеспечения для моделирования физических процессов и экспериментальных установок, обработки и анализа данных в рамках проектов BM@N, MPD и SPD на комплексе NICA, ATLAS и CMS на LHC;

— высокую публикационную активность и важные новые результаты по основным направлениям исследований ОИЯИ;

— новые результаты в области медицинской радиобиологии, полученные в ЛРБ: исследование молекулярных механизмов действия новых классов соединений и их комбинаций для повышения эффективности лучевой терапии опухолей, а также влияния рентгеновского облучения на мозг крыс;

— организацию программы поддержки межлабораторных инновационных проектов;

— большую совместную работу Учебно-научного центра и лабораторий Института по подготовке кадров для ОИЯИ и стран-участниц.

КПП с удовлетворением отметил выпуск первого номера нового научного журнала ОИЯИ «Natural Science Review» в декабре 2024 г.

КПП отметил высокую эффективность программы поддержки Минобрнауки России для организаций, сотрудничающих с ОИЯИ в рамках исследований на комплексе NICA, и рассмотрел ее как пример эффективного содействия государства-члена ОИЯИ расширению сотрудничества Института с национальными исследовательскими организациями и университетами до уровня мегасайенс-проектов.

Заслушав и обсудив доклад руководителя проекта «Комплекс NICA» В. Д. Кекелидзе «О первом сеансе на ускорительном комплексе NICA», КПП:

— поздравил ОИЯИ с началом первого сеанса на ускорительном комплексе NICA;

— одобрил подписание дополнительного соглашения к договору генерального подряда № 100/2795 от 18 сентября 2015 г. на строительство зданий и сооружений (объекты капитального строительства) для размещения тяжелоионного коллайдера NICA на площадке ЛФВЭ в городе Дубне с частичной реконструкцией здания № 1;

— одобрил принятые дирекцией ОИЯИ организационные и финансовые решения по минимизации рисков неисполнения проекта «Комплекс NICA» в 2022–2025 гг., поиску путей сокращения расходов и представленную актуализированную прогнозную стоимость проекта в размере 34 000 000,0 тыс. рублей, поручив дирекции Института продолжить указанную работу и обеспечить принятие решений и мер по сохранению плана-графика реализации проекта для достижения основных параметров комплекса, а также продолжить активную претензионную работу с недобросовестными поставщиками.

Заслушав и обсудив доклад руководителя Департамента бюджетной и экономической политики Института Н. В. Калинина «Об исполнении бюджета ОИЯИ за 2024 г. и о проекте уточненного бюджета ОИЯИ на 2025 г.», КПП:

— принял к сведению информацию об исполнении бюджета за 2024 г.;

— принял к сведению информацию о переплате взносов государств-членов ОИЯИ за 2024 г.;

— утвердил сводную корректировку расходов бюджета ОИЯИ на 2024 г.;

— утвердил уточненный бюджет ОИЯИ на 2025 г. по доходам в сумме 234 017,7 тыс. долларов США и расходам в сумме 315 465,3 тыс. долларов США с учетом положительного входящего сальдо в объеме 40 170,2 тыс. долларов США;

— поддержал предложение дирекции Института о целесообразности выделения заемных беспроцентных средств (ссуды) в целях поддержки работников ОИЯИ в приобретении жилья для улучшения жилищных условий в рамках возможностей бюджета при получении прочих доходов;

— одобрил предложение дирекции по дополнительному планированию средств в рамках возможностей бюджета Института для реализации грантовых программ, связанных с развитием научно-технического сотрудничества с государствами-членами ОИЯИ.

КПП поручил дирекции Института подготовить и утвердить порядок планирования и расходования дополнительных средств.

Заслушав и обсудив доклад председателя Финансового комитета А. В. Омельчука «Об итогах заседания Финансового комитета ОИЯИ от 24 марта 2025 г.», КПП:

— утвердил протокол заседания Финансового комитета ОИЯИ от 24 марта 2025 г.;

— одобрил предложения дирекции Института по финансовой поддержке работников Института, являющихся научными руководителями студентов, выполняющих квалификационные работы в ОИЯИ;

— поручил дирекции Института и рабочей группе при председателе КПП по финансовым вопросам ОИЯИ проработать возможность индексации фонда стимулирования высококвалифицированного персонала, а также провести анализ конкурентоспособности уровня заработной платы научных работников;

— поручил дирекции Института и рабочей группе при председателе КПП по финансовым вопросам ОИЯИ проработать вопрос и представить результат анализа по накопленному до 2022 г. включительно налогу на доходы физических лиц;

— поручил дирекции Института представить на следующем заседании Финансового комитета доклад о результатах цифровизации административной и научной деятельности Института, достигнутых по итогам Семилетнего плана развития ОИЯИ на 2017–2023 гг. и за 2024–2025 гг.;

— принял к сведению информацию, представленную дирекцией Института, по выбору аудиторской организации для проверки финансовой деятельности ОИЯИ за 2024 г., утвердил ООО АК «Корсаков и Партнеры» аудитором ОИЯИ за 2024 г. и уполномочил его провести аудиторскую проверку финансовой деятельности Института за указанный период;

— утвердил план аудиторской проверки финансовой деятельности ОИЯИ за 2024 г., представленный дирекцией Института.

Заслушав и обсудив доклад председателя КПП А. Хведелидзе «О назначении выборов и выдвижении кандидатов для избрания на должность директора ОИЯИ», принимая во внимание единогласное решение полномочных представи-

JOINT INSTITUTE FOR NUCLEAR RESEARCH
International Intergovernmental Organization

QED - most accu
verified experiment
proton/neutron
~ x 100 quark mas

Дубна, 25 марта. Сессия КПП ОИЯИ

телей правительств государств-членов ОИЯИ о выдвижении в качестве единственного кандидата на должность директора Института Г. В. Трубникова, а также согласие Г. В. Трубникова на выдвижение в качестве кандидата на должность директора ОИЯИ, КПП по результатам открытого голосования, в соответствии с Уставом ОИЯИ и Положением о директоре ОИЯИ, единогласно избрал Г. В. Трубникова на должность директора ОИЯИ сроком на пять лет с вступлением в должность с 1 января 2026 г.

Заслушав доклад научного руководителя Института академика В. А. Матвеева «К 60-летию гипотезы цветных кварков и дубненской модели

адронов», КПП поблагодарил докладчика за интересный и содержательный доклад.

Заслушав и обсудив доклад главного ученого секретаря Института С. Н. Неделько «О подготовке и проведении мероприятий, приуроченных к 70-летию ОИЯИ», КПП одобрил предложенный оргкомитетом план, включающий проведение Дней ОИЯИ в государствах-членах, крупных научных конференций, выставок, социокультурных и спортивных мероприятий, приуроченных к юбилею Института, а также подготовку и издание книги, посвященной истории ОИЯИ.

Комитет вынес решение провести торжественное собрание, посвященное 70-летию ОИЯИ, в марте 2026 г. в Дубне. КПП предложил всем странам-участницам ОИЯИ направить для участия в этом мероприятии национальные делегации на уровне представителей руководства правительств, профильных министерств и национальных академий наук, а также поручил дирекции ОИЯИ подготовить и организовать проведение совещания рабочей группы при председателе КПП по финансовым вопросам в июне–июле 2025 г. в Республике Армении.

СЕССИЯ КОМИТЕТА ПОЛНОМОЧНЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ, 2 декабря 2025 г.

Очередная сессия Комитета полномочных представителей правительств государств-членов ОИЯИ состоялась 2 декабря в Варадеро (Республика Куба) под председательством полномочного представителя правительства Грузии А. Хведелидзе.

Заслушав и обсудив доклад директора Института Г. В. Трубникова, КПП принял к сведению информацию дирекции ОИЯИ об исполнении текущего Семилетнего плана развития ОИЯИ, вкладе стран-участниц в осуществление крупных проектов Института, новых полученных научных и научно-технических результатах и наиболее важных событиях, относящихся к научно-образовательной деятельности и международному сотрудничеству ОИЯИ. КПП с удовлетворением отметил:

— высокий темп реализации программы развития ОИЯИ, намеченной в Стратегическом плане долгосрочного развития ОИЯИ на период до 2030 г. и далее и Семилетнем плане развития ОИЯИ на 2024–2030 гг., за последние 5 лет по всем направлениям стратегии;

— создание новой и развитие существующей крупной исследовательской инфраструктуры, включая ускорительный комплекс NICA;

— рост многодисциплинарности исследований за счет использования крупной исследовательской инфраструктуры, предназначенной для прорывных фундаментальных исследований в области физики элементарных частиц и ядерной физики, а также для прикладных разработок, радиационных исследований в науках о жизни и новых материалах, инициации ряда инновационных проектов и создания специализированных ускорителей для прикладных и медицинских целей;

— высокую публикационную активность Института по широкому спектру научных направлений, демонстрирующую результативность исследований на уровне крупнейших мировых научных центров, проведение десятков крупных научных конференций, совещаний и школ как в Дубне, так и в других городах стран-участниц и стран-партнеров ОИЯИ;

— многогранную деятельность Института как международной межправительственной научной организации, в том числе по привлечению новых стран и партнеров к многостороннему сотрудничеству на международной платформе Института и повышению их официального статуса в ОИЯИ;

— укрепление кадрового потенциала Института и создание комплекса инструментов для научно-образовательной деятельности в интересах подготовки высококвалифицированных кадров для государств-членов и партнеров ОИЯИ;

— совершенствование научно-организационной работы, включая переход на новую структуру Проблемно-тематического плана научно-исследовательских работ и международного сотрудничества ОИЯИ, актуализацию норм, правил и регламентов экспертизы проектов, их ресурсного обеспечения и заключения соглашений о сотрудничестве, а также мониторинга показателей результативности и качества деятельности Института как международной межправительственной научной организации;

— обновление структуры бюджета для гармонизации процессов планирования и ресурсного обеспечения деятельности Института в соответствии с Проблемно-тематическим планом научно-исследовательских работ и международного сотрудничества ОИЯИ;

— поступательное улучшение условий работы персонала, включая совершенствование системы оплаты труда, развитие и обновление социальной и социокультурной инфраструктуры Объединенного института ядерных исследований.

КПП одобрил выполнение текущего плана исследований и развития крупной исследовательской инфраструктуры ОИЯИ, успешное участие Института в международных коллаборациях, достижения в укреплении международного сотрудничества.

В целях развития проекта Baikal-GVD КПП поддержал инициативу дирекции Института о созда-

нии обособленного структурного подразделения ОИЯИ на базе существующей инфраструктуры ОИЯИ, расположенной на озере Байкал.

Поддержав инициативу дирекции Института о необходимости проработки вопроса целесообразности совершенствования нормативных документов ОИЯИ верхнего уровня, КПП поручил дирекции Института доложить о результатах на одной из сессий КПП в течение 2026 г.

КПП поручил дирекции Института представить на следующей сессии КПП концепцию проекта Международного парка науки и высоких технологий в Дубне.

КПП поддержал идею об организации стратегического обсуждения расширения сфер деятельности ОИЯИ на сессии КПП, посвященной 70-летию основания ОИЯИ, в марте 2026 г. в Дубне. Комитет полномочных представителей обратился к государствам-членам и партнерам ОИЯИ с предложением принять активное участие в этой дискуссии и просьбой направить в дирекцию Института свои предложения.

КПП одобрил предложение дирекции Института о проведении в феврале 2027 г. большой международной многодисциплинарной научной конференции «Фундаментальные свойства материи».

КПП выразил глубокую признательность Правительству Российской Федерации за исключительно значимое для всех государств-членов ОИЯИ решение о частичном погашении накопившейся задолженности РФ по взносам в ОИЯИ.

Заслушав и обсудив доклад главного ученого секретаря Института С. Н. Неделько «О рекомендациях 138-й сессии Ученого совета ОИЯИ (сентябрь 2025 г.)», с учетом информации, представленной в докладе директора ОИЯИ Г. В. Трубникова, КПП утвердил рекомендации 137-й и 138-й сессий Ученого совета ОИЯИ и Проблемно-тематический план научно-исследовательских работ и международного сотрудничества ОИЯИ на 2026 г.

Заслушав и обсудив доклад руководителя Департамента бюджетной и экономической политики Института Н. В. Калинина «О проекте бюджета ОИЯИ на 2026 г., об ориентировочных взносах государств-членов ОИЯИ на 2027, 2028, 2029 гг.», КПП:

— утвердил бюджет ОИЯИ на 2026 г. по доходам в сумме 250 467,3 тыс. долларов США и расходам в сумме 295 192,6 тыс. долларов США с итоговым отрицательным сальдо в размере 44 725,3 тыс. долларов США;

— разрешил директору Института в 2026 г. вносить корректировки в бюджет ОИЯИ, включая корректировки статей расходов по заработной плате и международному сотрудничеству, в рамках утвержденного бюджета в соответствии с Регламентом внесения корректировок в бюджет ОИЯИ;

— утвердил взносы государств-членов ОИЯИ на 2026 г.;

— одобрил ориентировочные взносы государств-членов ОИЯИ на 2027, 2028, 2029 гг.;

— утвердил бюджет на 2026 г. по созданию и эксплуатации комплекса сверхпроводящих колец на встречных пучках тяжелых ионов NICA за счет целевых средств Российской Федерации, выделенных в соответствии с Соглашением между Правительством Российской Федерации и ОИЯИ, в сумме 2 402 800,0 тыс. рублей;

— одобрил сводную корректировку бюджета ОИЯИ на 2025 г. за 9 месяцев;

— разрешил директору ОИЯИ проиндексировать окладную и тарифную части заработной платы работников Института с учетом потребностей и возможностей бюджета ОИЯИ на 2026 г., в соответствии с Коллективным договором ОИЯИ на 2023–2026 гг.;

— принял к сведению информацию об автоматизации процессов планирования бюджета ОИЯИ начиная с 2026 г. с использованием программы 1С: ERP Управление холдингом;

— принял к сведению информацию о накопленной задолженности государств-членов по уплате взносов в бюджет ОИЯИ;

— принял к сведению информацию о возможностях Института по получению средств от государств-членов на банковские счета ОИЯИ, открытые в банках на территории Российской Федерации;

— поручил дирекции Института и лицам из государств-членов, ответственным за взаимодействие с Институтом по вопросам закупочной деятельности, активизировать совместную работу по закупке товаров для нужд ОИЯИ в соответствии с конкурентными процедурами Института и реализации права по промышленному возврату в размере не менее 20 % от взноса государств-членов.

Заслушав и обсудив доклад председателя Финансового комитета А. В. Омельчука «Об итогах заседания Финансового комитета ОИЯИ от 1 декабря 2025 г.», КПП:

— утвердил протокол заседания Финансового комитета, в новой редакции Финансовые правила ОИЯИ и Регламент внесения корректировок в бюджет ОИЯИ;

— отменил порядок передачи в аренду или продажи устаревшего, выводимого из эксплуатации оборудования, установок, зданий и сооружений в связи с изменением законодательства страны местонахождения Института, а также с учетом действующих нормативных документов по закупочной деятельности ОИЯИ и включения основных принципов продажи имущества в Финансовые правила;

— согласился с необходимостью подготовки и подписания дополнительного соглашения к договору генерального подряда № 100/2795 от 18 сентября 2015 г. на строительство зданий и сооружений (объекты капитального строительства) для размещения тяжелоионного коллайдера NICA на площадке ЛФВЭ ОИЯИ в г. Дубне с частичной реконструкцией здания № 1 с учетом

Варадеро (Куба), 2 декабря. Сессия Комитета полномочных представителей правительств государств-членов ОИЯИ

актуальной стоимости и сроков выполняемых работ;

— поддержал намерения дирекции Института по дальнейшей проработке инструментов с участием экспертов из государств-членов для привлечения дополнительных целевых средств в целях реализации совместных научных, образовательных и инфраструктурных проектов государств-членов;

— поддержал инициативу дирекции Института по реализации проектов по созданию Научно-клинического центра протонной терапии, Международного парка науки и высоких технологий в г. Дубне (включая исследовательский университет в его составе) и поручил дирекции ОИЯИ проработку вопроса финансового обеспечения данных проектов и их реализации, в том числе за счет погашения задолженности по уплате взносов государств-членов;

— принял к сведению намерение Республики Казахстан по созданию совместно с ОИЯИ проекта «New Neutron Facility at the WWR-K Research Reactor». Учитывая поддержку дирекцией Института совместного проекта между ОИЯИ и Социалистической Республикой Вьетнам «Joint Laboratory for Accelerator Technologies and Applications», КПП рекомендовал дирекции Института организовать рабочую группу ОИЯИ–СРВ для подготовки этого проекта. КПП рекомендовал Республике Казахстан и Социалистической Республике Вьетнам проработать вышеупомянутые проекты для представления на одной из следующих сессий КПП;

— принял к сведению информацию о задолженности по уплате взносов в бюджет ОИЯИ Республики Молдова, вышедшей из состава членов ОИЯИ в 2025 г. По состоянию на 31 декабря 2024 г. задолженность Республики Молдова зафиксирована в размере 306,4 тыс. долларов США;

— рекомендовал продолжить практику применения правила о недопущении возрастания переплаты взноса по причине зачета НДФЛ, принятого на сессии КПП в мае 2022 г.;

— поддержал усилия дирекции Института по ежегодному повышению уровня оплаты труда работников ОИЯИ;

— сохранил размер фонда стимулирования на текущем уровне при планировании бюджета ОИЯИ;

— поддержал расширение практики стимулирования наставничества в ОИЯИ;

— поручил дирекции Института продолжить работу по анализу конкурентоспособности заработной платы научных и инженерно-технических работников ОИЯИ;

— утвердил аудиторское заключение по итогам проведения аудиторской проверки финансовой деятельности ОИЯИ и бухгалтерский отчет ОИЯИ за 2024 г.;

— принял к сведению информацию о результатах в области цифровизации административной и научной деятельности Института, достигнутых по итогам Семилетнего плана развития ОИЯИ 2017–2023 гг. и за 2024–2025 гг.

Заслушав и обсудив доклад руководителя Департамента кадров и делопроизводства Института А. Ю. Верхеева «О кадровой политике ОИЯИ и инструментах по привлечению высококвалифицированных сотрудников», КПП:

— поддержал подходы дирекции Института к формированию политики в области оплаты труда в ОИЯИ, а также усилия дирекции Института по ежегодному повышению уровня оплаты труда работников ОИЯИ, направленные на усиление конкурентных преимуществ Института для привлечения и закрепления высококвалифицированных специалистов;

— поддержал предложение дирекции о начале перехода на трехуровневую по должностям систему оплаты труда работников ОИЯИ;

— отметил успешную реализацию программы социальной поддержки лиц, прекративших трудовые отношения с ОИЯИ;

— отметил усилия дирекции Института по привлечению в ОИЯИ выпускников ведущих университетов стран-участниц Института;

— отметил успешную работу института ассоциированного персонала.

Заслушав и обсудив доклад директора Института Г. В. Трубникова «Об изменении в составе Ученого совета ОИЯИ», КПП избрал членами Ученого совета ОИЯИ А. Айялу (Институт ядерных наук Национального автономного университета Мексики, Мехико, Мексика), Э. Э. Бооса (МГУ им. М. В. Ломоносова, Москва, Россия), Х. Жадамбаа (Центр исследований тяжелых ионов им. Г. Гельмгольца, Дармштадт, Германия), И. Б. Логашенко (Институт ядерной физики им. Г. И. Будкера, Новосибирск, Россия), С. Михару (Организация по изучению высокоэнергетических ускорителей, Цукуба, Япония) и М. Сакра (Институт биотехнологий Национального научно-исследовательского центра, Гиза, Египет) на срок полномочий действующего состава Ученого совета.

КПП выразил благодарность директору Института Г. В. Трубникову за интересный и содержательный доклад «О 50-летии сотрудничества ОИЯИ и Республики Куба».

КПП выразил благодарность организаторам и полномочному представителю правительства Республики Куба в ОИЯИ за высокий уровень подготовки и проведения сессии КПП.

Полномочные представители правительств Республики Беларусь, Корейской Народно-Демократической Республики и Румынии не принимали участия в работе данного заседания. В работе сессии КПП приняла участие представитель правительства Федеративной Республики Бразилия Андреа Брито Латже, секретарь по стратегическим программам и политике Министерства науки, технологий и инноваций Бразилии. Визит представителя правительства Федеративной Республики Бразилии состоялся в рамках заключенного соглашения о сотрудничестве.

УЧЕНЫЙ СОВЕТ

137-я СЕССИЯ УЧЕНОГО СОВЕТА, 13–14 февраля 2025 г.

13–14 февраля состоялась 137-я сессия Ученого совета ОИЯИ под председательством директора Института Г. В. Трубникова и заместителя председателя президиума Национальной академии наук Беларуси С. Я. Килина.

Г. В. Трубников представил всесторонний доклад, в котором были освещены решения сессии Комитета полномочных представителей правительств государств-членов ОИЯИ (15 ноября 2024 г.), результаты выполнения Семилетнего плана развития ОИЯИ на 2024–2030 гг., ход реализации проектов, включенных в Проблемно-тематический план на 2024 г., а также последние события в области научной деятельности и международного сотрудничества Института.

Ученый совет заслушал информацию о работе программно-консультативных комитетов ОИЯИ, представленную И. Церруей (по физике частиц), В. В. Несвижевским (по ядерной физике), Д. Л. Надем (по физике конденсированных сред).

Были заслушаны доклады молодых ученых, рекомендованные ПКК.

На сессии было объявлено о присвоении звания «Почетный доктор ОИЯИ». Ученый совет утвердил решение жюри о присуждении ежегодных премий ОИЯИ за лучшие научно-исследовательские теоретические и экспериментальные работы, научно-методические и научно-технические работы, а также научно-технические прикладные работы.

Состоялись выборы директора ЛЯР и утверждение в должностях заместителей директора ЛРБ. Объявлены вакансии на должности заместителей директора ЛЯР.

Члены Ученого совета приняли участие в торжественном открытии новой базовой установки ОИЯИ — ускорителя Линак-200.

Ученый совет принял следующую резолюцию.

Общие положения

Ученый совет приветствовал новых членов, Р. Саху (Индия) и Сун Юньтао (КНР), избранных Комитетом полномочных представителей ОИЯИ в ноябре 2024 г.

По докладу директора ОИЯИ Г. В. Трубникова Ученый совет с удовлетворением отметил последние достижения Института, в частности:

— прогресс в подготовке к запуску коллайдера NICA, включая запуск новой криогенной компрессорной станции, монтаж трубопроводов жидкого гелия, питающих коллайдер, продолжение сборки и настройки элементов комплекса, разработку детальной программы физического запуска комплекса летом 2025 г.;

— успешное охлаждение соленоида MPD до температуры жидкого гелия 4,5 K, подготовку детектора MPD к анализу первых наборов данных в режиме фиксированной мишени;

— прогресс в анализе экспериментальных данных столкновений Xe–CsI при энергии 3,8*A* ГэВ, зарегистрированных в эксперименте BM@N;

— развитие коллаборации ARIADNA и ее исследовательской программы, запуск нескольких каналов для прикладных исследований, успешную работу станции облучения чипов СОЧИ;

— надежную работу глубоководного нейтринного телескопа Baikal-GVD в соответствии с Семилетним планом развития ОИЯИ и установку дополнительных двух кластеров в ходе кампании 2025 г.;

— успешное участие Института в самых передовых нейтринных экспериментах, включая эксперименты с реакторными нейтрино (JUNO) и нейтрино от ускорителей (NOvA, T2K), поиск двойного безнейтринного бета-распада (LEGEND), а также результаты первого анализа, совместно проведенного коллаборациями NOvA и T2K, который позволяет повысить чувствительность к измеряемым ими параметрам трехфлейворных осцилляций нейтрино;

— эффективную работу группы ОИЯИ в эксперименте COMET на J-PARC (Япония);

— вклад Института в работу коллабораций ЦЕРН на LHC по второй фазе модернизации детекторов ATLAS, CMS и ALICE, а также получение новых результатов в экспериментах SPS ЦЕРН;

— пуск новой базовой установки института Линак-800 в режиме пусконаладки с энергией электронов до 200 МэВ;

Дубна, 13–14 февраля. 137-я сессия Ученого совета ОИЯИ

— подготовку экспериментов по синтезу новых элементов 119 и 120 таблицы Менделеева: для этого на фабрике СТЭ проведены эксперименты по синтезу элемента 116 с использованием пучков ^{50}Ti и ^{54}Cr;

— работы по подготовке к аттестации экспериментальных залов фабрики СТЭ по первому классу радиационной безопасности;

— подготовку эксперимента по спектроскопии изотопов элемента 114, синтезированных в реакции ^{48}Ca + ^{242}Pu, с использованием нового мишенного узла большого диаметра (480 мм) с ожидаемой регистрацией нескольких десятков событий образования элемента 114 в совпадениях с гамма-квантами;

— ход пусконаладочных работ и отработку режимов первичного и вторичного пучков на модернизированном ускорителе У-400М;

— проведенные тестовые эксперименты на фрагмент-сепараторе ACCULINNA-2, полномасштабный запуск экспериментальной программы в области изучения легких ядер на границах нуклонной стабильности ожидается во второй половине 2025 г.;

— завершение строительно-ремонтных работ в помещениях нового ускорительного комплекса ДЦ-140 для проведения прикладных исследований на пучках тяжелых ионов, а также запланированный монтаж и запуск циклотрона в 2025 г.;

— плановый ход строительства нового экспериментального корпуса ускорительного комплекса У-400Р: завершение бетонных работ и начало монтажа инженерных систем корпуса с планируемым завершением строительства в 2026 г., а также параллельное проектирование новых экспериментальных установок для ускорителя У-400Р;

— совместную организацию двух важных международных конференций по ядерной физике низких энергий: конференции «50 лет холодному слиянию» в Ереване (Республика Армения) в ноябре 2024 г. и 2-го Международного африканского симпозиума по экзотическим ядрам в Кейптауне (ЮАР) в декабре 2024 г.;

— успешное завершение ремонтных работ на ИБР-2 и получение разрешения на возобновление эксплуатации реактора. Возобновление работы реактора с постепенным увеличением мощности и первые эксперименты были запланированы на 17 февраля 2025 г.;

— прогресс в разработке математической модели динамики импульсного быстрого реактора как необходимого инструмента для стабильной и надежной работы ИБР-2 и создания нового перспективного источника нейтронов в ОИЯИ;

— модернизацию и наращивание компонентов Многофункционального информационно-вычислительного комплекса ОИЯИ: производительности гиперконвергентного суперкомпьютера «Говорун», систем распределенных вычислений и хранения данных на основе грид-технологий и облачных вычислений;

— лидирующее место грид-сайта Tier-1 для эксперимента CMS на LHC (ЦЕРН) среди семи аналогичных мировых сайтов, обеспечение с помощью Tier-2/ЦИВК обработки и анализа всех данных экспериментов на LHC, NICA и других крупномасштабных экспериментов, а также поддержки пользователей лабораторий ОИЯИ и стран-участниц;

— разработку и развитие математических методов и программного обеспечения для моделирования физических процессов и экспериментальных установок, обработку и анализ данных в рамках проектов BM@N, MPD и SPD на комплексе NICA, проектов CMS и ATLAS на LHC, проектов нейтринной программы ОИЯИ (Baikal-GVD, JUNO, NOvA);

— продолжение развития цифровой экосистемы ОИЯИ: ввод в тестовую эксплуатацию PIN-2 и репозитория публикаций сотрудников ОИЯИ, сервисов для совместной работы (календарь, управление документами), создание прототипа шины данных;

— высокую активность публикаций и важные новые результаты в области теоретической и математической физики, ядерной физики, физики элементарных частиц и физики столкновений релятивистских тяжелых ионов, материаловедения и физики твердого тела, в том числе ориентированные на экспериментальные программы ОИЯИ;

— новые результаты в области медицинской радиобиологии, полученные в ЛРБ: исследование молекулярных механизмов действия новых классов соединений и их комбинаций для повышения эффективности лучевой терапии опухолей, а также влияния рентгеновского облучения на мозг крыс;

— начало сбора заявок в соответствии с инициативой директора ОИЯИ об организации программы поддержки межлабораторных инновационных проектов;

— научно-образовательную деятельность УНЦ и лабораторий Института, направленную в том числе на повышение мотивации учителей физики и талантливых учащихся средних школ стран-участниц ОИЯИ;

— успешную работу диссертационных советов ОИЯИ по повышению квалификации научных работников Института и организаций стран-участниц ОИЯИ;

— реализацию программ постдоков и стипендиатов ОИЯИ;

— выпуск первого номера нового научного журнала ОИЯИ «Natural Science Review» в декабре 2024 г.

Рекомендации программно-консультативных комитетов, принятые на сессиях в январе 2025 г.

Ученый совет принял к сведению рекомендации, выработанные на сессиях ПКК в январе 2025 г. и представленные председателем ПКК

по физике частиц И. Церруей, председателем ПКК по ядерной физике В. В. Несвижевским и председателем ПКК по физике конденсированных сред Д. Л. Надем.

Физика частиц. Ученый совет выразил признательность ПКК за поддержку подписания соглашения высокого уровня между ОИЯИ и Министерством науки и технологий Китайской Народной Республики о начале реализации совместных проектов.

Ученый совет отметил значительный прогресс, достигнутый в подготовке к вводу в эксплуатацию коллайдера NICA, включая монтаж магнитно-криостатной системы коллайдера, ВЧ-станций и финальных фокусирующих линз, объединение высоковакуумных секций в западной и восточной дугах, монтаж криогенного оборудования и источников питания в здании коллайдера, подключение линий электропередач и систем эвакуации энергии.

Ученый совет отметил, что изготовлены основные элементы всех подсистем детекторов первой фазы проекта MPD, в том числе времяпроекционная камера (TPC), времяпролетная система (TOF), электромагнитный калориметр (ECal), передний быстрый детектор (FFD) и передний адронный калориметр (FHCal). В настоящее время ведется их сборка, тестирование и калибровка. Ученый совет настоятельно призвал коллаборацию MPD ускорить строительные и монтажные работы, одобрив рекомендацию ПКК о продлении проекта MPD на 5 лет с рейтингом A.

Ученый совет высоко оценил прогресс в реализации проекта BM@N: продолжающийся физический анализ столкновений Xe–CsI при энергии 3,8*A* ГэВ и подготовку к следующему физическому сеансу с пучком Xe при энергии 2–3*A* ГэВ.

Ученый совет с удовлетворением отметил, что, завершив подготовку технического проекта, команда SPD приступила к работе над первой ступенью детектора. Начато изготовление элементов основных систем детектора и достигнут прогресс в создании вычислительной инфраструктуры эксперимента.

Ученый совет поддержал рекомендацию ПКК об открытии нового проекта «Изучение свойств нейтрино в ускорительных экспериментах» по участию ОИЯИ в текущих ускорительных нейтринных экспериментах NOvA, T2K, FASER и DsTau сроком на три года с рейтингом A.

Ученый совет высоко оценил вклад групп Института, участвующих в экспериментах на LHC, в физический анализ и модернизацию детекторов.

Ядерная физика. Ученый совет высоко оценил научную значимость проекта Baikal-GVD и ведущую роль ОИЯИ в его реализации. В настоящее время подводная установка состоит из 4104 оптических модулей, размещенных на 114 гирляндах. Текущие темпы производства и размещения в Байкале дополнительных кластеров позволят достичь к 2028 г. наблюдаемого объема воды в 1 км^3 для регистрации астрофизических нейтрино с использованием около 6000 оптических модулей.

Ученый совет отметил важный результат, полученный при анализе данных за 2018–2023 гг., — подтверждение наблюдения в эксперименте IceCube астрофизического потока диффузных нейтрино со значимостью выше 5σ. Ученый совет согласился с важностью и актуальностью продолжения работ по развитию детектора и тестированию компонентов детектора следующего поколения, а также поддержания и развития как береговой инфраструктуры проекта, так и производственно-исследовательской базы на площадках Института.

Ученый совет отметил большую работу по подготовке к запуску линейного ускорителя Линак-200 ЛЯП, являющегося частью будущего ускорителя Линак-800.

Работа по формированию пользовательской программы на ускорителе ориентирована в первую очередь на запросы лабораторий ОИЯИ и исследовательских групп из стран-участниц ОИЯИ. Выведенные пучки Линак-200 планируется использовать для тестирования прототипов электромагнитных калориметров и координатных детекторов для экспериментов MPD и SPD на коллайдере NICA, прикладных работ в области радиационного материаловедения, радиобиологии и радиохимии, экспериментов в области ядерной физики.

Ученый совет отметил огромную работу по подготовке продолжительных экспериментов по спектроскопии изотопов сверхтяжелых элементов, образующихся в реакции ^{48}Ca + ^{242}Pu. На сепараторе GRAND, введенном в эксплуатацию в 2022 г., были проведены несколько экспериментов по выяснению методических возможностей установки в рамках подготовки к длительным экспериментам по изучению свойств СТЭ. Эксперименты проводились с использованием пучков тяжелых ионов Mg, Ar, Ca, выводимых из ускорителя ДЦ-280. В реакциях полного слияния с мишенями из Nd, Sm, Pb и Pu проводилась настройка режимов работы сепаратора. Кроме того, был получен ряд самостоятельных научных результатов. Синтезирован новый изотоп плутония ^{217}Pu, получены новые данные о радиоактивных распадах других малоизученных изотопов ($^{228–231}$Pu). Для нейтронодефицитных ядер нобелия измерены сечения их образования, получены уточненные данные о модах распада (^{249}No) и вероятности заселения изомерных состояний (^{250}No). Короткоживущие изотопы ртути ^{178,179,180}Hg, получаемые в реакции ^{40}Ar + ^{144}Sm = $^{184-x}$Hg + *xn*, использовались для настройки детектирующей установки «Криодетектор», предназначенной для экспериментов по изучению химических свойств СТЭ, в которой GRAND играет роль пресепаратора.

Ученый совет поддержал намеченную программу изучения свойств изотопов сверхтяжелых элементов, а также, учитывая уникальные возможности получения СТЭ, рекомендацию ПКК

по ядерной физике более детально рассмотреть возможность создания установки для изучения массовых и энергетических распределений осколков деления, что позволит значительно углубить понимание процесса деления в еще неизученных массовых диапазонах.

Физика конденсированных сред. Ученый совет с удовлетворением отметил работы по подготовке реактора ИБР-2 к возобновлению эксплуатации и высоко оценил усилия дирекции ОИЯИ по возобновлению регулярных циклов для пользователей, а также планы по продлению эксплуатации реактора с высокими параметрами путем обновления топливной загрузки. Ученый совет поддержал рекомендацию ПКК усилить работу с потенциальными пользователями для привлечения в ОИЯИ максимального числа исследователей, прежде всего из стран-участниц.

Ученый совет приветствовал постоянное внимание со стороны ПКК к ходу работ по проекту нового источника нейтронов и продолжение перспективных разработок в части новых устройств и технологий для криогенных замедлителей нового высокопоточного источника нейтронов.

Доклады молодых ученых

Ученый совет с интересом заслушал доклады молодых ученых, которые были выбраны программно-консультативными комитетами для представления на данной сессии: «Создание станций ИСКРА и СИМБО для прикладных исследований на пучках ионов высокой энергии. Испытания микросхем на радиационную стойкость низкоэнергетическими импульсными ионными пучками на станции СОЧИ» А. А. Сливина (ЛФВЭ), «Высокоинтенсивные пучки ионов металлов для синтеза сверхтяжелых элементов» Д. К. Пугачева (ЛЯР) и «Структурные и колебательные свойства франсицита $Cu_3Bi(SeO_3)_2O_2Cl$ при высоком давлении» А. В. Руткаускаса (ЛНФ). Ученый совет поблагодарил докладчиков, приветствуя подобные избранные доклады в будущем.

О составах ПКК

Ученый совет назначил С. Джабарова (Высшая аттестационная комиссия при Президенте Азербайджанской Республики, Баку, Азербайджан) в состав ПКК по физике конденсированных сред сроком на три года.

Награды и премии

Ученый совет утвердил предложение директора ОИЯИ Г. В. Трубникова о присвоении звания «Почетный доктор ОИЯИ» М. Сакру (Арабская Республика Египет) за большой личный вклад в повышение роли Арабской Республики Египет в научной жизни ОИЯИ, укрепление научного сотрудничества между Арабской Республикой Египет и ОИЯИ.

Ученый совет утвердил решение жюри, представленное вице-директором ОИЯИ С. Н. Дмитриевым, о присуждении ежегодных премий ОИЯИ за лучшие научно-исследовательские теоретические и экспериментальные работы, научно-методические и научно-технические работы, а также научно-технические прикладные работы.

Выборы и объявление вакансий в дирекциях лабораторий ОИЯИ

Ученый совет избрал С. И. Сидорчука директором ЛЯР на второй пятилетний срок. Ученый совет оценил качество и разнообразие всех заявок.

Ученый совет утвердил А. В. Борейко и И. Падрона Диаса в должности заместителей директора ЛРБ до окончания полномочий директора ЛРБ А. Н. Бугая.

Ученый совет объявил вакансии на должности заместителей директора ЛЯР. Утверждение в должности состоялось на 138-й сессии Ученого совета в сентябре 2025 г.

138-я СЕССИЯ УЧЕНОГО СОВЕТА, 15–16 сентября 2025 г.

15–16 сентября состоялась 138-я сессия Ученого совета ОИЯИ под председательством директора Института Г. В. Трубникова и заместителя председателя Президиума Национальной академии наук Беларуси С. Я. Килина.

Г. В. Трубников представил всесторонний доклад, в котором были освещены решения последней сессии КПП ОИЯИ (25 марта 2025 г.), результаты выполнения Семилетнего плана развития ОИЯИ на 2024–2030 гг., ход реализации проектов, включенных в Проблемно-тематический план на 2025 г., а также последние события в области научной деятельности и международного сотрудничества Института.

Ученый совет заслушал информацию о работе программно-консультативных комитетов ОИЯИ, представленную И. Церруей (по физике частиц), В. В. Несвижевским (по ядерной физике), Д. Л. Надем (по физике конденсированных сред).

На сессии были заслушаны научные доклады «Институт физики плазмы Китайской академии наук: исследования и перспективы», представленный Сун Юньтао (ИФП КАН, Китай), и «Насколько прекрасен ландшафт сверхтяжелых ядер?!», представленный Х. Жадамбаа (GSI, Германия).

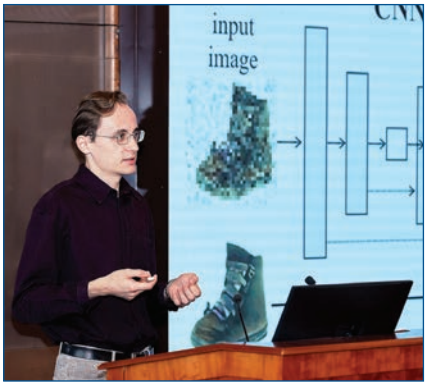
Состоялось утверждение в должности заместителей директора ЛЯР.

Были объявлены решения о присвоении звания «Почетный доктор ОИЯИ» и присуждении премии «Оганесон». Состоялось вручение премии им. В. П. Джелепова и выступление лауреата.

Были заслушаны доклады молодых ученых, рекомендованные ПКК.

Sea
Instabilit

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
JOINT INSTITUTE
FOR NUCLEAR RESEARCH



Дубна, 15–16 сентября. 138-я сессия Ученого совета ОИЯИ

Состоялось вручение дипломов лауреатам ежегодных премий ОИЯИ за лучшие научные, научно-методические и научно-технические прикладные работы.

Ученый совет принял следующую резолюцию.

Общие положения

По докладу директора ОИЯИ Г. В. Трубникова Ученый совет одобрил комплексную работу дирекции ОИЯИ по укреплению партнерства с государствами-членами ОИЯИ (Республика Беларусь, Республика Болгария, Социалистическая Республика Вьетнам, Монголия, Республика Узбекистан) и ассоциированными членами (Сербия, ЮАР), а также установлению новых международных контактов с Францией, Мексикой и Японией.

Ученый совет высоко оценил расширение связей с Латинской Америкой, в частности значительные шаги в развитии научного сотрудничества и партнерства в области фундаментальных и прикладных исследований между ОИЯИ и образовательными организациями Федеративной Республики Бразилии, такие как подписание Меморандума о взаимопонимании между ОИЯИ и Министерством науки, технологий и инноваций Федеративной Республики Бразилии. Ученый совет также одобрил продление соглашения о сотрудничестве между Республикой Куба и ОИЯИ, подписанного Гаванским университетом и ОИЯИ в феврале 2025 г. и направленного на расширение участия Кубы в Институте.

Ученый совет приветствовал подписание соглашения о научно-техническом сотрудничестве между ОИЯИ и Академией наук Республики Узбекистан в г. Ташкенте (Узбекистан) в апреле 2025 г.

Ученый совет принял к сведению намерение Вьетнама создать совместно с ОИЯИ проект «Совместная лаборатория ускорительных технологий и приложений» и намерение Казахстана создать совместно с ОИЯИ проект «Новая установка на исследовательском реакторе ВВР-К».

Ученый совет высоко оценил последние достижения Института, такие как:

— успехи в подготовке к вводу в эксплуатацию коллайдера NICA, завершение сборки системы быстрого вывода из нуклотрона и пучкового канала нуклотрон–коллайдер, сборку и испытания криомагнитной системы коллайдера, запуск каналов транспортировки пучка инфраструктуры ARIADNA на станциях ИСКРА и СИМБО;

— установку 40 датчиков Холла в соленоиде MPD и разработку системы термоизоляции токоввода соленоида для начала измерения карты магнитного поля при рабочих токах;

— подготовку установки BM@N для сканирования энергии пучка ксенона от 1,5 до 3*А* ГэВ;

— прогресс в проектировании инженерной инфраструктуры эксперимента SPD и изготовлении прототипов детекторов;

— развитие коллаборации ARIADNA и ее исследовательской программы, ввод в эксплуатацию станции длительного облучения (SLTE), а также лаборатории пробоподготовки для сотрудничающих организаций;

— вклад Института в работу коллабораций ЦЕРН на LHC по второй фазе модернизации детекторов ATLAS и CMS, а также получение новых результатов в экспериментах SPS ЦЕРН;

— прогресс в развитии глубоководного нейтринного телескопа Baikal-GVD: в настоящее время телескоп состоит из 14 кластеров, подводная структура содержит почти 4300 оптических модулей;

— успешное развитие береговой и исследовательской инфраструктуры для проекта Baikal-GVD: центра управления, лабораторий, мастерских, комфортабельных жилых помещений примерно на 100 человек с автономным электроснабжением;

— успешное участие Института в экспериментах на Калининской атомной электростанции: в эксперименте νGEN были получены одни из лучших в мире ограничений на величину магнитного момента и миллизаряда нейтрино; в эксперименте DANSS впервые в мире продемонстрирована длительная диагностика работы реактора с помощью антинейтрино;

— успешное участие Института в передовом эксперименте с реакторными нейтрино JUNO (Китай), который будет оставаться лидером в этой области исследований в ближайшее десятилетие и в котором уже начат набор данных;

— важные результаты в прикладных исследованиях по разработке собственных новых технологий, в частности разработанная в ЛЯП технология COFE для компактного детектора реакторных антинейтрино;

— проведение эксперимента в сотрудничестве с Институтом современной физики Китайской академии наук по изучению летучести и адсорбции на золотой поверхности сверхтяжелых элементов коперниция (^{283}Cn, период полураспада 3,81 с) и флеровия (^{287}Fl, период полураспада 0,36 с), образующихся в реакции слияния ^{48}Ca + ^{242}Pu;

— активное развитие фабрики СТЭ: монтаж и ввод в эксплуатацию нового ЭЦР-источника на 28 ГГц и работы по сертификации экспериментальных залов по первому классу радиоактивности;

— завершение пусконаладочных работ и отработки режимов получения первичных и вторичных пучков на модернизированном ускорителе У-400М и подготовку к началу экспериментальной программы в области исследования легких ядер на границах нуклонной стабильности;

— завершение создания нового ускорительного комплекса ДЦ-140 для прикладных исследований;

— продолжение строительства нового экспериментального корпуса ускорительного комплекса У-400Р, завершение которого запланировано на 2026 г., и параллельно ведущуюся работу над созданием новых экспериментальных установок;

— успешную работу Лаборатории теоретической физики им. Н. Н. Боголюбова и выборочные интересные результаты в области ядерной физики и физики конденсированных сред, представленные в докладе директора ОИЯИ;

— возобновление и активное развитие программы пользователей ИБР-2, обеспечивающей доступ к уникальной нейтронной инфраструктуре для ученых из государств-членов ОИЯИ и других стран;

— надежную и штатную эксплуатацию обоих криогенных замедлителей нейтронов на ИБР-2 в 2025 г., что существенно расширило его экспериментальные возможности;

— разработку направлений научных исследований и концептуального проекта нового перспективного импульсного источника нейтронов в ЛНФ ОИЯИ;

— успешное развитие МИВК ОИЯИ, в том числе расширение компонента GPU суперкомпьютера «Говорун», открывающего новые возможности для применения методов машинного обучения в физике элементарных частиц; увеличение вычислительных мощностей и производительности грид-сайта Tier-1; введение в эксплуатацию выделенных хранилищ данных (EOS) для экспериментов MPD и SPD;

— развитие общеинститутских цифровых сервисов в рамках цифровой экосистемы ОИЯИ: наполнение репозитория публикаций сотрудников ОИЯИ и его интеграция с системой PIN2, разработку информационной системы для дистанционного обучения и контроля знаний по радиационной безопасности и т. д.;

— разработку принципиально нового радиобиологического подхода к повышению биологической эффективности радиофармпрепаратов, используемых в ядерной медицине, а также успехи в численном моделировании радиационной безопасности и будущих радиобиологических экспериментов с использованием пучков тяжелых ионов на прикладных исследовательских станциях комплекса NICA;

— успешную реализацию научной программы по радиационным исследованиям в области наук о жизни и 20-летие Лаборатории радиационной биологии;

— активную научно-образовательную деятельность Учебно-научного центра ОИЯИ и эффективность международных образовательных программ ОИЯИ, направленных на привлечение молодежи в Институт и подготовку кадров в интересах партнеров ОИЯИ.

Ученый совет отметил успешный запуск и динамичное развитие нового электронного научного журнала ОИЯИ «Natural Science Review». Ученый совет согласился с необходимостью усилить информационную поддержку инициативы ОИЯИ по развитию научного журнала по модели Diamond Open Access для привлечения ведущих ученых со всего мира, прежде всего из государств-членов и партнеров ОИЯИ, в качестве авторов и членов международной редакционной коллегии «Natural Science Review».

Ученый совет поддержал работу по подготовке к открытию в ОИЯИ новой темы по физике пучков и НИОКР и технологиям ускорителей в целях координации приоритетов и ресурсов, а также налаживания тесного межлабораторного сотрудничества ОИЯИ с привлечением исследовательских центров государств-членов.

Ученый совет поздравил Г. В. Трубникова с избранием на должность директора ОИЯИ на второй пятилетний срок начиная с января 2026 г.

Рекомендации программно-консультативных комитетов, принятые на сессиях в июне 2025 г.

Ученый совет принял к сведению рекомендации, выработанные на сессиях ПКК в июне 2025 г. и представленные председателем ПКК по физике частиц И. Церруей, председателем ПКК по ядерной физике В. В. Несвижевским и председателем ПКК по физике конденсированных сред Д. Л. Надем.

Физика частиц. Ученый совет разделяет скорбь ПКК в связи с кончиной Х. Гутброда и Л. Енковского. Они в течение долгих лет были членами ПКК по физике частиц и активно поддерживали Объединенный институт и программу исследований на ускорительном комплексе NICA.

Ученый совет отметил успехи, достигнутые в реализации проекта «Нуклотрон–NICA», включая оптимизацию динамики частиц в бустере, завершение сборки системы быстрого вывода из нуклотрона и подготовку к эксплуатации криомагнитной системы нуклотрона.

Ученый совет высоко оценил прогресс в реализации проекта BM@N: калибровку системы измерения времени пролета и разработку методов определения центральности в столкновениях Xe–CsI при энергии 3,8*A* ГэВ; повторную обработку данных на компьютерах ЛИТ и ЛФВЭ с использованием улучшенных методов реконструкции и новых калибровочных констант; публикацию статьи с физическими результатами о рождении протонов, дейтронов и тритонов во взаимодействиях с ядрами аргона при энергии 3,2*A* ГэВ.

Ученый совет одобрил ход работ по развертыванию производственных площадок для подсистем детектора SPD и подготовку документации для создания сверхпроводящего соленоида. Прототип калориметра под нулевым углом уже установлен в кольце коллайдера вблизи точки взаимодействия SPD. В ЛИТ развернуто специализированное хранилище данных для SPD объемом 7,2 ПБ. Продолжаются работы по актуализации физической программы для первого этапа эксперимента.

Ученый совет поддержал рекомендацию ПКК о продлении проекта «Разработка физической программы и детекторов для экспериментов на CEPC» (прежнее название — «Развитие методики

регистрации частиц в будущих экспериментах с участием ОИЯИ») на период 2026–2027 гг. В течение следующих двух лет будут сформированы условия для будущего долгосрочного участия ОИЯИ в экспериментах на CEPC при условии одобрения строительства этого ускорителя правительством Китая в 2026 г.

Ученый совет высоко оценил новые результаты группы ОИЯИ, участвующей в эксперименте ALICE (ЦЕРН), по изучению фемтоскопических корреляций каонных пар в *p*–*p*-, *p*–Pb-, Pb–Pb-взаимодействиях, образования векторных мезонов в процессах когерентного фоторождения в ультрапериферических столкновениях Pb–Pb, рождения Σ-гиперонов в *p*–*p*-взаимодействиях, а также в разработке трехкомпонентной тепловой модели. Ученый совет поддержал рекомендацию ПКК о продлении участия группы ОИЯИ в эксперименте ALICE на период 2026–2030 гг.

Ученый совет с удовлетворением отметил результаты группы ОИЯИ в эксперименте ATLAS на LHC. Группа ОИЯИ участвовала в измерении сечения рождения бозона Хиггса в процессах слияния глюон-глюонных и векторных бозонов, а также в измерении констант связи Юкавы тяжелых кварков с бозоном Хиггса, рожденным совместно с калибровочными бозонами. Важные результаты были получены при анализе резонансного рождения J/ψ–J/ψ и J/ψ–$\psi(2S)$ вблизи порогов в установке ATLAS. Ученый совет поддержал рекомендацию ПКК о продлении участия ОИЯИ в эксперименте ATLAS в рамках единого проекта «ATLAS. Модернизация установки и физические исследования на LHC» на период 2026–2030 гг.

Ученый совет отметил результаты участия группы ОИЯИ в эксперименте CMS (ЦЕРН) в рамках двух проектов: «CMS. Компактный мюонный соленоид на LHC» и «Модернизация детектора CMS» и поддержал их объединение в один проект «Физические исследования в эксперименте CMS и вторая фаза модернизации установки для работы в условиях высокой светимости». Ученый совет с удовлетворением отметил большое количество публикаций, в которые физики ОИЯИ внесли значительный вклад, и поддержал рекомендацию ПКК о продлении участия группы ОИЯИ в эксперименте CMS на период 2026–2030 гг.

Ядерная физика. Ученый совет высоко оценил научную значимость исследований химических и физических свойств сверхтяжелых элементов (СТЭ) в ЛЯР, в частности завершение четырехнедельного эксперимента по изучению химических свойств сверхтяжелых элементов Cn и Fl, тестовые офлайн-измерения на газовой ловушке и работы по созданию конструкторской документации элементов многоотражательного времяпролетного масс-спектрометра для прецизионного измерения масс СТЭ.

Ученый совет принял к сведению промежуточный отчет, рассмотренный ПКК по ядерной физике, о состоянии проекта «Модернизация ускорителя ЭГ-5 и развитие его экспериментальной инфраструктуры» в ЛНФ ОИЯИ за период с 2023 по 2025 гг., отметив достигнутый прогресс. Ученый совет поддержал рекомендации ПКК продолжить процесс модернизации ускорителя ЭГ-5, включая замену высоковольтной системы в 2026–2027 гг.

Ученый совет отметил, что создание источника ультрахолодных нейтронов мирового уровня в ОИЯИ является важной задачей, и поддержал открытие нового проекта «Разработка концепции источника ультрахолодных нейтронов на импульсном реакторе ИБР-2». Проект нацелен на разработку концепции источника ультрахолодных нейтронов мирового уровня с использованием достигнутого на реакторе ИБР-2 импульсного потока нейтронов.

Ученый совет подчеркнул важность создания в ОИЯИ новой инфраструктуры для проведения радиобиологических исследований и поддержал продолжение работ по проекту «Создание испытательных стендов для тестирования подсистем циклотрона МСЦ-230».

Физика конденсированных сред. Ученый совет с удовлетворением отметил успешное возобновление работы реактора ИБР-2 для пользователей, планы подготовки реактора к осенне-зимнему периоду работы и возобновление программы пользователей ЛНФ. Ученый совет приветствовал включение установки нейтронной радиографии и томографии в пользовательскую программу и согласился с мнением ПКК о важности скорейшего обеспечения доступа внешних пользователей ко всем установкам, включенным в программу.

Ученый совет принял к сведению рекомендации ПКК о состоянии комплекса криогенных замедлителей, отметив успешное завершение работ по созданию комплекса из двух криогенных замедлителей для обеспечения холодными нейтронами практически всех исследовательских пучков ИБР-2. Вместе с ПКК Ученый совет посчитал обоснованным решение дирекции ЛНФ об остановке работ над третьим криогенным замедлителем.

Ученый совет поддержал рекомендации ПКК по итогам работы комплекса спектрометров после возобновления эксплуатации реактора ИБР-2 и согласился с ПКК о необходимости продолжения процесса полномасштабного ввода в эксплуатацию установки SANSARA.

Ученый совет принял к сведению информацию о текущем состоянии спектрометра малоуглового рассеяния нейтронов ЮМО и высокой востребованности установки пользователями, а также поддержал дальнейшие усилия по развитию метода малоуглового рассеяния на реакторе ИБР-2 и согласился с рекомендацией ПКК о продолжении работ по модернизации основных узлов спектрометра ЮМО и развитию лаборатории пробоподготовки.

Ученый совет принял к сведению обсуждавшуюся на встрече ПКК с дирекцией ОИЯИ идею директора Института Г. В. Трубникова о создании

Дубна, 16 сентября. На 138-й сессии Ученого совета ОИЯИ объявлены имена лауреатов премии «Оганесон» за 2025 г.

межлабораторного НТКК (Научно-технического консультативного комитета) по наукам о жизни в целях содействия разработке согласованной и синхронизированной программы в этом направлении.

Ученый совет выразил соболезнования семье Е. А. Красавина, глубоко сожалея о его кончине.

Доклады молодых ученых

Ученый совет с интересом заслушал доклады молодых ученых, которые были выбраны программно-консультативными комитетами для представления на данной сессии: «Измерения дилептонов в эксперименте MPD на NICA» С. П. Роде (ЛФВЭ), «Низкоэнергетические свойства нобелия» М. А. Мардыбан (ЛТФ) и «Автоматизированная сегментация пор и трещин в нейтронных, синхротронных и рентгеновских томографических данных с использованием сверхточной нейронной сети UNet3+» Б. А. Бакирова (ЛНФ). Ученый совет поблагодарил докладчиков с ожиданием подобных избранных докладов в будущем.

О составах ПКК

Ученый совет назначил Г. Г. Мкртчяна (Национальная научная лаборатория им. А. И. Алиханяна, Ереван, Армения) и Г. И. Рубцова (Институт ядерных исследований РАН, Москва, Россия) в состав ПКК по физике частиц сроком на три года.

Научные доклады

Ученый совет с интересом заслушал научные доклады «Институт физики плазмы Китайской академии наук: исследования и перспективы» Сун Юньтао (ИФП КАН, Китай) и «Насколько прекрасен ландшафт сверхтяжелых ядер?!» Х. Жадамбаа (GSI, Германия) и поблагодарил докладчиков.

Награды и премии

Ученый совет утвердил предложение директора ОИЯИ Г. В. Трубникова о присвоении звания «Почетный доктор ОИЯИ»:

— Э. Томази-Густафссон (Франция) за вклад в развитие спиновой физики и физики структуры адронов в ОИЯИ, а также в укрепление международного сотрудничества Института;

— С. Арутюняну (Республика Армения) за вклад в развитие сотрудничества ОИЯИ с научными и образовательными организациями Республики Армении.

Ученый совет приветствовал решение жюри, представленное директором ОИЯИ Г. В. Трубниковым, о присуждении премии «Оганесон» М. Спиро, Н. П. Тарасовой, А. И. Аветисяну и А. М. Семихатову.

Ученый совет поздравил М. В. Фронтасьеву (ЛНФ ОИЯИ) с вручением премии им. В. П. Джелепова за значительный вклад в развитие международной программы по оценке качества воздуха методом нейтронно-активационного анализа.

Ученый совет поздравил лауреатов ежегодных премий ОИЯИ за лучшие научные, научно-методические и научно-технические прикладные работы.

Выборы и объявление вакансий в дирекциях лабораторий ОИЯИ

Ученый совет утвердил Г. Каминьского и А. В. Карпова в должности заместителей директора Лаборатории ядерных реакций им. Г. Н. Флерова (ЛЯР) до окончания полномочий директора ЛЯР С. И. Сидорчука.

ФИНАНСОВЫЙ КОМИТЕТ

ЗАСЕДАНИЕ ФИНАНСОВОГО КОМИТЕТА, 24 марта 2025 г.

Заседание Финансового комитета состоялось 24 марта в Дубне под председательством представителя Российской Федерации А. В. Омельчука.

По докладу директора Института Г. В. Трубникова Финансовый комитет принял к сведению информацию дирекции Института о рекомендациях 137-й сессии Ученого совета ОИЯИ, исполнении текущего Семилетнего плана развития ОИЯИ, вкладе стран-участниц в осуществление крупных проектов Института, новых научных и научно-технических результатах и наиболее важных событиях, относящихся к научно-образовательной деятельности и международному сотрудничеству ОИЯИ.

Финансовый комитет рекомендовал КПП одобрить выполнение текущего плана исследований и развития крупной исследовательской инфраструктуры ОИЯИ:

— прогресс в подготовке к запуску коллайдера NICA, включая запуск новой криогенной компрессорной станции, монтаж трубопроводов жидкого гелия, ввод в эксплуатацию подстанции ГПП-1, продолжение сборки и настройки элементов комплекса, разработку детальной программы физического запуска комплекса летом 2025 г.;

— прогресс в развитии глубоководного нейтринного телескопа Baikal-GVD в соответствии с Семилетним планом развития ОИЯИ: 660 оптических модулей были подготовлены в ЛЯП для установки в 2025 г.;

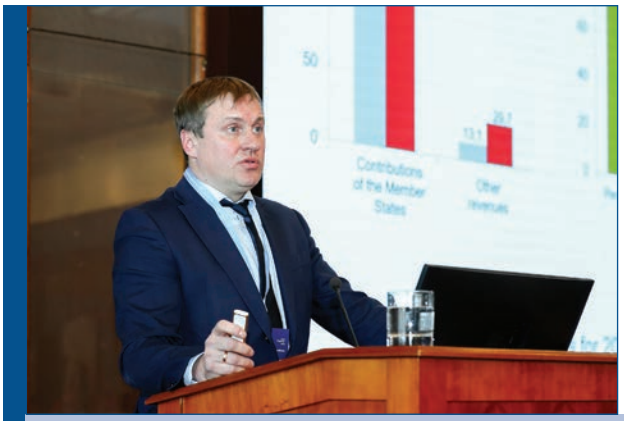
— пуск новой базовой установки Института Линак-800 в режиме пусконаладки с энергией электронов до 200 МэВ;

— продолжающуюся подготовку экспериментов по синтезу новых элементов 119 и 120 таблицы Менделеева: для этого на фабрике СТЭ проведены эксперименты по синтезу элемента 116 с использованием пучков ^{50}Ti и ^{54}Cr;

— завершение строительно-ремонтных работ в помещениях нового ускорительного комплекса ДЦ-140 для проведения прикладных исследований на пучках тяжелых ионов, а также запланированный монтаж и запуск циклотрона в конце 2025 г.;

— плановый ход строительства нового экспериментального корпуса ускорительного комплекса У-400Р: завершение бетонных работ и начало монтажа инженерных систем корпуса с планируемым завершением строительства в 2026 г., а также параллельное проектирование новых экспериментальных установок для ускорителя У-400Р;

— успешное завершение ремонтных работ на ИБР-2, получение разрешения на возобновление работы реактора и его перезапуск с 17 февраля 2025 г.



Дубна, 24 марта. Заседание Финансового комитета ОИЯИ

Финансовый комитет рекомендовал КПП одобрить предложения дирекции Института по финансовой поддержке работников Института, являющихся научными руководителями студентов, выполняющих квалификационные работы в ОИЯИ.

Финансовый комитет рекомендовал КПП поручить дирекции Института и рабочей группе по финансовым вопросам ОИЯИ при председателе КПП проработать возможность индексации фонда стимулирования высококвалифицированного персонала, а также провести анализ конкурентоспособности уровня заработной платы научных работников.

По докладу руководителя Департамента бюджетной и экономической политики Института Н. В. Калинина «Об исполнении бюджета ОИЯИ за 2024 г. и о проекте уточненного бюджета ОИЯИ на 2025 г.» Финансовый комитет рекомендовал КПП:

— принять к сведению информацию об исполнении бюджета за 2024 г.;

— принять к сведению информацию о переплате взносов государств-членов ОИЯИ за 2024 г.;

— утвердить сводную корректировку расходов бюджета ОИЯИ на 2024 г.;

— утвердить уточненный бюджет ОИЯИ на 2025 г. по доходам в сумме 234 017,7 тыс. долларов США и расходам в сумме 315 465,3 тыс. долларов США с учетом положительного входящего сальдо в объеме 40 170,2 тыс. долларов США;

— поддержать предложение дирекции Института о целесообразности выделения заемных беспроцентных средств (ссуды) в целях поддержки работников ОИЯИ в приобретении жилья для улучшения жилищных условий в рамках возможностей бюджета при получении прочих доходов;

— одобрить предложение дирекции по дополнительному планированию средств в рамках возможностей бюджета Института для реализации грантовых программ, связанных с развитием научно-технического сотрудничества с государствами-членами ОИЯИ, а также поручить дирекции Института подготовить и утвердить порядок планирования и расходования дополнительных средств;

— поручить дирекции Института и рабочей группе по финансовым вопросам ОИЯИ при председателе КПП проработать вопрос и представить результат анализа по накопленному до 2022 г. включительно налогу на доходы физических лиц.

По докладу вице-директора Института Л. Костова «О выборе аудиторской организации по проведению проверки финансовой деятельности ОИЯИ за 2024 г.» Финансовый комитет рекомендовал КПП утвердить план аудиторской проверки финансовой деятельности ОИЯИ за 2024 г., представленный дирекцией Института, и уполномочить ООО АК «Корсаков и Партнеры» провести аудиторскую проверку финансовой деятельности Института за указанный период.

По докладу руководителя Департамента развития цифровых сервисов Института М. П. Васильева «О миграции закупочных процессов из СЭД „Дубна“ в новую информационную систему» Финансовый комитет рекомендовал КПП принять к сведению проводимую работу и представленные планы по совершенствованию информационных систем, автоматизирующих закупочную деятельность Института, с привлечением крупных внешних партнеров, обладающих значительным опытом и компетенцией в данной области. Финансовый комитет рекомендовал КПП поручить дирекции Института представить на следующем заседании Финансового комитета ОИЯИ доклад о результатах цифровизации административной и научной деятельности Института, достигнутых по итогам Семилетнего плана развития ОИЯИ 2017–2023 гг. и 2024–2025 гг.

Финансовый комитет выразил благодарность ведущему научному сотруднику ЛФВЭ А. В. Тараненко за интересный и содержательный доклад «Космическая материя в лаборатории — эксперимент BM@N (NICA)».

ЗАСЕДАНИЕ ФИНАНСОВОГО КОМИТЕТА, 1 декабря 2025 г.

Заседание Финансового комитета состоялось 1 декабря в Варадеро (Республика Куба) под председательством представителя Российской Федерации А. В. Омельчука.

Заслушав доклад директора Института Г. В. Трубникова, Финансовый комитет рекомендовал КПП принять к сведению информацию дирекции ОИЯИ о рекомендациях 138-й сессии Ученого совета ОИЯИ, исполнении текущего Семилетнего плана развития ОИЯИ, вкладе стран-участниц в осуществление крупных проектов Института, новых полученных научных и научно-технических результатах и наиболее важных событиях, относящихся к научно-образовательной деятельности и международному сотрудничеству ОИЯИ.

Финансовый комитет рекомендовал КПП одобрить проведенную дирекцией Института работу по исполнению бюджета ОИЯИ 2025 г. для выполнения Проблемно-тематического плана научно-исследовательских работ и международного сотрудничества в 2025 г.

Финансовый комитет рекомендовал КПП одобрить выполнение текущего плана исследований и развития крупной исследовательской инфраструктуры ОИЯИ, успешное участие Института

в международных коллаборациях, достижения в укреплении международного сотрудничества:

— прогресс в подготовке к вводу в эксплуатацию комплекса NICA, включая: запуск в эксплуатацию криогенно-компрессорной станции и тем самым завершение создания криогенной инфраструктуры ЛФВЭ, способной обеспечить охлаждение всех ускорителей комплекса и соленоида MPD; завершение монтажа линии транспортировки ионного пучка от нуклотрона к коллайдеру; первые успешные результаты по быстрому извлечению пучка тяжелых ионов Xe из нуклотрона; успешные криогенные испытания западного полукольца коллайдера; вакуумные испытания восточного полукольца; установку системы впрыска для обоих колец коллайдера; выполнение измерений карты магнитного поля для соленоида MPD;

— вручение премии «Прорыв в фундаментальной физике» (Breakthrough Prize 2025) участникам экспериментов на LHC в составе коллабораций ATLAS, CMS и ALICE, а также активное участие ученых из ОИЯИ в экспериментах на SPS ЦЕРН;

— завершение работ по созданию стенда ARIADNA, предназначенного для реализации уникального режима длительного облучения образцов пучками ионов высоких энергий, а также ввод в эксплуатацию сканирующего мультимикроскопа CMM-2000 для проведения исследований в области радиационного материаловедения с использованием ионных пучков комплекса NICA;

— создание нормативной базы и необходимых условий для формирования, эффективного функционирования и развития четырех международных коллабораций — BM@N, MPD, SPD и ARIADNA с целью подготовки и проведения широкомасштабных научных исследований на комплексе NICA;

— прогресс в развитии глубоководного нейтринного телескопа Baikal-GVD, а также инфраструктуры на берегу озера Байкал для постоянного размещения научного и технического персонала и аппаратуры;

— успешное участие Института в самых передовых нейтринных экспериментах, включая эксперименты с реакторными нейтрино (JUNO) и нейтрино от ускорителей (NOvA, T2K), поиск двойного безнейтринного бета-распада (LEGEND);

— исследование химических свойств сверхтяжелых элементов на фабрике СТЭ посредством изучения летучести и адсорбции Cn и Fl на поверхности золота;

— продолжающуюся работу по подготовке синтеза 119-го и 120-го элементов периодической таблицы Менделеева и наблюдение трех событий синтеза изотопа ^{282}Nh;

— плановый ход работ по развитию ускорительного комплекса DRIBs-III, в особенности прогресс в строительстве нового экспериментального корпуса У-400Р и в подготовке к вводу в эксплуатацию циклотрона ДЦ-140;

— успешное завершение ремонтных работ на ИБР-2;

— проведенные и запланированные сеансы для пользователей комплекса спектрометров ИБР-2;

— успешное развитие МИВК ОИЯИ, в том числе расширение многоуровневой системы хранения и обработки данных суперкомпьютера «Говорун»;

— разработку и развитие математических методов и программного обеспечения для моделирования физических процессов и экспериментальных установок, обработки и анализа данных в рамках проектов BM@N, MPD и SPD на комплексе NICA, ATLAS и CMS на LHC;

— высокую публикационную активность ЛТФ и важные новые результаты по основным направлениям исследований ОИЯИ;

— создание Межлабораторного совета ОИЯИ по биофизическим исследованиям для гармонизации научной и организационной деятельности ОИЯИ в области радиационных исследований в науках о жизни, повышения эффективности использования исследовательской инфраструктуры;

— организацию программы поддержки межлабораторных инновационных проектов;

— большую совместную работу Учебно-научного центра и лабораторий Института по подготовке кадров для стран-участниц ОИЯИ и укрепления кадрового потенциала Института.

Финансовый комитет рекомендовал КПП в целях развития проекта Baikal-GVD поддержать инициативу дирекции Института о создании обособленного структурного подразделения ОИЯИ на базе существующей инфраструктуры, расположенной на озере Байкал.

По докладу руководителя Департамента бюджетной и экономической политики Института Н. В. Калинина «О проекте бюджета ОИЯИ на 2026 г., об ориентировочных взносах государств-членов ОИЯИ на 2027, 2028, 2029 гг.» Финансовый комитет рекомендовал КПП:

— утвердить бюджет ОИЯИ на 2026 г. по доходам в сумме 250 467,3 тыс. долларов США и расходам в сумме 295 192,6 тыс. долларов США с итоговым отрицательным сальдо в размере 44 725,3 тыс. долларов США и разрешить директору Института в 2026 г. вносить корректировки в бюджет ОИЯИ, включая корректировки статей расходов по заработной плате и международному сотрудничеству, в рамках утвержденного бюджета в соответствии с Регламентом внесения корректировок в бюджет ОИЯИ;

— утвердить взносы государств-членов ОИЯИ на 2026 г.;

— одобрить ориентировочные взносы государств-членов ОИЯИ на 2027, 2028, 2029 гг.;

— утвердить бюджет на 2026 г. по созданию и эксплуатации комплекса сверхпроводящих ко-

лец на встречных пучках тяжелых ионов NICA за счет целевых средств Российской Федерации, выделенных в соответствии с Соглашением между Правительством Российской Федерации и ОИЯИ, в сумме 2 402 800,0 тыс. рублей;

— одобрить сводную корректировку бюджета ОИЯИ на 2025 г. за 9 месяцев;

— разрешить директору ОИЯИ проиндексировать окладную и тарифную части заработной платы работников Института с учетом потребностей и возможностей бюджета ОИЯИ на 2026 г., в соответствии с Коллективным договором ОИЯИ на 2023–2026 гг.;

— принять к сведению информацию о задолженности по уплате взносов в бюджет ОИЯИ Республики Молдова, вышедшей из состава членов ОИЯИ в 2025 г. По состоянию на 31 декабря 2024 г. задолженность Республики Молдова зафиксирована в размере 306,4 тыс. долларов США;

— согласиться с необходимостью подготовки и подписания дополнительного соглашения к договору генерального подряда № 100/2795 от 18 сентября 2015 г. на строительство зданий и сооружений (объекты капитального строительства) для размещения тяжелоионного коллайдера NICA на площадке ЛФВЭ ОИЯИ в г. Дубне с частичной реконструкцией здания № 1 с учетом актуальной стоимости и сроков выполняемых работ.

По докладу руководителя Департамента бюджетной и экономической политики Института Н. В. Калинина «Об изменении нормативных документов, регулирующих финансовую деятельность ОИЯИ: Финансовые правила ОИЯИ; Регламент внесения корректировок в бюджет ОИЯИ» Финансовый комитет рекомендовал КПП утвердить в новой редакции Финансовые правила ОИЯИ и Регламент внесения корректировок в бюджет ОИЯИ, а также отменить порядок передачи в аренду или продажи устаревшего, выводимого из эксплуатации оборудования, установок, зданий и сооружений (пункт 5, раздел II протокола совещания КПП от 17–18 марта 1992 г.) в связи с изменением законодательства страны местонахождения Института, а также с учетом действующих нормативных документов по закупочной деятельности ОИЯИ и включения основных принципов продажи имущества в Финансовые правила.

По докладу председателя рабочей группы при председателе КПП по финансовым вопросам ОИЯИ Е. Мухамеджанова «Об итогах совещания рабочей группы при председателе КПП по финансовым вопросам ОИЯИ от 27 июня 2025 г.» Финансовый комитет рекомендовал КПП:

— поддержать изменения, предлагаемые дирекцией Института и рабочей группой к внесению в нормативные документы, регулирующие финансовую деятельность ОИЯИ, с учетом замечаний и предложений, полученных от полномочных представителей;

— поддержать намерения дирекции Института по дальнейшей проработке инструментов с участием экспертов из государств-членов для привлечения дополнительных целевых средств в целях реализации совместных научных, образовательных и инфраструктурных проектов государств-членов;

— поддержать инициативу дирекции Института по реализации проектов по созданию Научно-клинического центра протонной терапии, Международного парка науки и высоких технологий в г. Дубне и поручить дирекции ОИЯИ проработать вопрос финансового обеспечения данных проектов, в том числе за счет погашения задолженности по уплате взносов государств-членов;

— принять к сведению намерение Социалистической Республики Вьетнам по созданию совместно с ОИЯИ проекта «Joint Laboratory for Accelerator Technologies and Applications» и намерение Республики Казахстан по созданию совместно с ОИЯИ проекта «New Neutron Facility at the WWR-K Research Reactor» и рекомендовать указанным государствам-членам проработать проекты для представления на одной из последующих сессий КПП;

— продолжить практику применения правила о недопущении возрастания переплаты взноса по причине зачета НДФЛ, принятого на сессии КПП в мае 2022 г.;

— поддержать усилия дирекции Института по ежегодному повышению уровня оплаты труда работников ОИЯИ;

— сохранить размер фонда стимулирования на текущем уровне при планировании бюджета ОИЯИ;

— поддержать расширение практики стимулирования наставничества в ОИЯИ;

— поручить дирекции Института продолжить работу по анализу конкурентоспособности заработной платы научных работников и специалистов в ОИЯИ.

По докладу директора аудиторской компании «Корсаков и Партнеры» Д. А. Корсакова «Об итогах проведения аудиторской проверки финансовой деятельности Института за 2024 г.» Финансовый комитет рекомендовал КПП утвердить аудиторское заключение по итогам проведения аудиторской проверки финансовой деятельности ОИЯИ и бухгалтерский отчет ОИЯИ за 2024 г.

По докладу руководителя Департамента развития цифровых сервисов М. П. Васильева «О результатах цифровизации административной и научной деятельности Института, достигнутых по итогам исполнения Семилетнего плана развития ОИЯИ на 2017–2023 гг. и 2024–2025 гг.» Финансовый комитет отметил значительные успехи в области цифровизации административной и научной деятельности Института, в частности:

— оптимизацию закупочных процессов, включая запуск маркетплейса и модернизацию соответствующих информационных систем;

— начало внедрения комплексной информационной системы класса ERP (Enterprise Resource Planning);

— запуск портала Digital JINR в качестве единой точки доступа к цифровым сервисам ОИЯИ;

— внедрение общей системы идентификации пользователей.

Финансовый комитет рекомендовал КПП принять к сведению представленную информацию о достигнутых результатах цифровизации.

Финансовый комитет выразил благодарность организаторам и полномочному представителю правительства Республики Куба в ОИЯИ за высокий уровень подготовки и проведения заседания Финансового комитета.

ПРОГРАММНО-КОНСУЛЬТАТИВНЫЕ КОМИТЕТЫ

61-я СЕССИЯ ПКК ПО ФИЗИКЕ ЧАСТИЦ, 20 января 2025 г.

61-я сессия Программно-консультативного комитета по физике частиц состоялась 20 января под председательством профессора И. Церруи.

Председатель ПКК приветствовал новых членов ПКК А. Джайсвала, Л. Литова и Г. Маджумдера и представил сообщение о выполнении рекомендаций, принятых на предыдущем заседании. Вице-директор ОИЯИ В. Д. Кекелидзе представил резолюцию 136-й сессии Ученого совета ОИЯИ, касающуюся физики частиц, и решения КПП ОИЯИ. ПКК поддержал решение Совета ЦЕРН о дальнейшем участии ОИЯИ в деятельности ЦЕРН и приветствовал подписание Соглашения высокого уровня между ОИЯИ и Министерством науки и технологий Китайской Народной Республики о начале реализации совместных проектов.

ПКК заслушал отчет о ходе реализации проекта «Нуклотрон–NICA», представленный А. О. Сидориным. Комитет отметил значительный прогресс, достигнутый в подготовке к вводу в эксплуатацию коллайдера NICA, включая монтаж магнитно-криостатной системы коллайдера, станций ВЧ и финальных фокусирующих линз, объединение высоковакуумных секций в западной и восточной дугах, монтаж криогенного оборудования и источников питания в здании коллайдера, подключение линий электропередач и систем отвода энергии. Разработана подробная программа физического запуска комплекса.

Дубна, 20 января. 61-я сессия Программно-консультативного комитета по физике частиц

ПКК с интересом заслушал доклад К. А. Мухина о готовности инженерной инфраструктуры корпуса №17 к началу работы коллайдера NICA и детектора MPD в 2025 г. Комитет отметил, что в 2024 г. получены лицензия на сооружение источника излучения (коллайдера NICA) и разрешение Ростехнадзора на эксплуатацию главной электрической подстанции ЛФВЭ. ПКК с удовлетворением отметил готовность инженерного оборудования систем водяного охлаждения и электропитания коллайдера и детектора MPD к работе со встречными пучками, запуск спутниковых рефрижераторов и новой криогенной компрессорной станции, а также монтаж и испытания трубопроводов жидкого гелия, питающих коллайдер. ПКК поздравил коллектив с успешным завершением значимого этапа — охлаждением сверхпроводящего магнита MPD до температур жидкого гелия.

ПКК высоко оценил успехи в реализации проекта BM@N, представленные М. Н. Капишиным, — продолжающийся физический анализ столкновений Xe–CsI при энергии 3,8*A* ГэВ и подготовку к следующему физическому сеансу с пучком Xe при энергии 2–3*A* ГэВ.

ПКК принял к сведению отчет о статусе проекта SPD, представленный А. В. Гуськовым. Завершив разработку технического проекта, команда SPD приступила к работе над первой стадией детектора. Начато изготовление элементов основных систем установки. Достигнут прогресс в создании вычислительной инфраструктуры проекта.

ПКК принял к сведению отчет о ходе реализации проекта MPD, представленный В. Г. Рябовым. В 2020–2024 гг. были изготовлены основные элементы всех подсистем первой фазы установки MPD, в том числе времяпроекционная камера, времяпролетная система, электромагнитный калориметр, передний быстрый детектор и передний адронный калориметр. ПКК рекомендовал продлить проект MPD на 5 лет с рейтингом А.

ПКК заслушал доклад по проекту «Изучение свойств нейтрино в ускорительных экспериментах» об участии ОИЯИ в текущих ускорительных нейтринных экспериментах NOvA, T2K, FASER и DsTau, представленный Л. Д. Колупаевой. Этот проект объединил участие ОИЯИ в экспериментах с нейтрино от ускорителей в один проект, что позволит использовать взаимодополняющий опыт участвующих групп. ПКК рекомендовал открыть проект с 2026 г. на три года с рейтингом А.

ПКК высоко оценил доклады о научных результатах, полученных группами ОИЯИ, участвующими в экспериментах на LHC, представленные Е. П. Рогочей (ALICE), И. В. Елецких (ATLAS) и В. Ю. Каржавиным (CMS). Комитет отметил их ценный вклад в модернизацию детекторов для работы при высокой светимости HL-LHC, а также большое количество научных публикаций и докладов на международных конференциях, рабочих совещаниях и семинарах.

ПКК заслушал два научных доклада: «Состояние программы SRC проекта HyperNIS+SRC», представленный М. А. Пацюк, и «Изучение физики темной материи в экспериментах с фиксированной мишенью», представленный А. С. Жевлаковым, и поблагодарил докладчиков за интересные выступления.

Из 17 докладов молодых ученых ЛЯП и ЛФВЭ на постерной сессии ПКК выбрал для представления на сессии Ученого совета ОИЯИ доклад «Создание станций ИСКРА и СИМБО для прикладных исследований на пучках ионов высокой энергии. Испытания микросхем на радиационную стойкость низкоэнергетическими импульсными ионными пучками на станции СОЧИ», подготовленный А. А. Сливиным.

60-я СЕССИЯ ПКК ПО ЯДЕРНОЙ ФИЗИКЕ, 24 января 2025 г.

60-я сессия Программно-консультативного комитета по ядерной физике проходила 24 января под председательством профессора В. В. Несвижевского.

Председатель ПКК представил сообщение о выполнении рекомендаций предыдущей сессии ПКК. Вице-директор ОИЯИ С. Н. Дмитриев проинформировал ПКК о резолюции 136-й сессии Ученого совета (сентябрь 2024 г.) и решениях Комитета полномочных представителей правительств государств-членов ОИЯИ (ноябрь 2024 г.).

ПКК заслушал доклад о ходе исследований с помощью глубоководного нейтринного телескопа на озере Байкал и полученных научных результатах, представленный Б. А. Шайбоновым. В настоящее время подводная установка состоит из 4104 оптических модулей, размещенных на 114 гирляндах. Текущие темпы производства и размещения на Байкале дополнительных кластеров к 2028 г. позволят достичь наблюдаемого объема воды в 1 км^3 с использованием около 6000 оптических модулей.

ПКК отметил важный результат, полученный при анализе данных за 2018–2023 гг., — подтверждение наблюдения в эксперименте IceCube астрофизического потока диффузных нейтрино со значимостью выше 5σ. Результаты поиска событий от нейтрино с энергиями более 200 ТэВ показывают высокий вклад событий из галактической плоскости в наблюдаемый диффузный поток нейтрино, что противоречит предположениям многих современных модельно-зависимых предсказаний. Высоко оценив научную значи-

Дубна, 24 января. Президиум Программно-консультативного комитета по ядерной физике

мость проекта Baikal-GVD и ведущую роль ОИЯИ в его реализации, ПКК согласился с важностью и актуальностью продолжения работы по развитию детектора и тестированию компонентов детектора следующего поколения, а также поддержания и развития как береговой инфраструктуры проекта, так и производственно-исследовательской базы на площадках Института.

ПКК заслушал доклад о статусе линейного ускорителя электронов Линак-200 как основы установки для получения пучков электронов в ЛЯП, представленный А. Н. Трифоновым. ПКК отметил большую работу по подготовке к запуску линейного ускорителя Линак-200, являющегося частью будущего ускорителя Линак-800. Ключевые подсистемы ускорителя были спроектированы заново, сконструированы и изготовлены четыре экспериментальных канала вывода пучка с энергиями 24, 60, 133 и 207 МэВ. В дальнейшем планируется поэтапный ввод в эксплуатацию конструкций ускорителя с увеличением энергии электронов до 800 МэВ.

Выведенные пучки Линак-200 планируется использовать для тестирования прототипов электромагнитных калориметров и координатных детекторов для экспериментов MPD и SPD на коллайдере NICA, прикладных работ в области радиационного материаловедения, радиобиологии и радиохимии, экспериментов в области ядерной физики. В этом отношении важна роль коллаборации FLAP в организации практического обучения для студентов и специалистов из стран-участниц через УНЦ.

Заслушав доклад об изучении химических и физических свойств сверхтяжелых элементов на фабрике СТЭ ЛЯР, представленный А. И. Свирихиным, ПКК оценил огромные усилия, предпринятые для подготовки продолжительных экспериментов по спектроскопии изотопов сверхтяжелых элементов, образующихся в реакции $^{48}Ca + ^{242}Pu$. На сепараторе GRAND, введенном в эксплуатацию в 2022 г., было проведено несколько экспериментов по выяснению методических возможностей установки в рамках подготовки к длительным экспериментам по изучению свойств СТЭ. Они проводились с использованием пучков тяжелых ионов Mg, Ar, Ca, выводимых из ускорителя ДЦ-280. В реакциях полного слияния с мишенями из Nd, Sm, Pb и Pu проводилась настройка режимов работы сепаратора. Кроме того, был получен ряд самостоятельных научных результатов. Синтезирован новый изотоп плутония ^{217}Pu, получены новые данные о радиоактивных распадах других малоизученных изотопов ($^{218–231}Pu$). Для нейтронодефицитных ядер нобелия измерены сечения их образования, получены уточненные данные о модах распада (^{249}No) и вероятности заселения изомерных состояний (^{250}No). Короткоживущие изотопы ртути $^{178–180}Hg$, получаемые в реакции $^{40}Ar + ^{144}Sm = ^{184–x}Hg + xn$, применялись для настройки детектирующей установки «Криодетектор», использующей GRAND в качестве пресепаратора и предназначенной для экспериментов по изучению химических свойств СТЭ.

В ходе испытаний нового мишенного узла с диаметром диска, равным 480 мм (ранее 240 мм), использовалась хорошо известная реакция $^{48}Ca + ^{206}Pb = ^{252}No + 2n$. При интенсивности ионов ^{48}Ca, равной 6 мкА частиц, в фокальной плоскости сепаратора GRAND регистрировалось около трех ядер нобелия в секунду.

Члены ПКК с большим интересом заслушали научные доклады «Принцип эквивалентности и эффект ускорения», представленный А. И. Франком, и «Эксперимент JUNO: статус и результаты», представленный М. О. Гончаром.

ПКК заслушал шесть коротких сообщений по ядерной физике, доложенных молодыми учеными ЛЯР. Были отмечены четыре лучших доклада: «Высокоинтенсивные пучки ионов металлов для синтеза сверхтяжелых элементов», представленный Д. К. Пугачевым, «Экспериментальное исследование реакций многонуклонных передач в столкновениях тяжелых ядер на установке CORSET», представленный И. В. Воробьевым, «Изучение свойств химических элементов с $Z \geq 100$», представленный А. А. Кузнецовой, и «Возможности наработки оже-эмиттера ^{195m}Pt для медицинских целей», представленный А. Ш. Мадумаровым. ПКК рекомендовал доклад «Высокоинтенсивные пучки ионов металлов для синтеза сверхтяжелых элементов» для представления на сессии Ученого совета ОИЯИ в феврале 2025 г.

60-я СЕССИЯ ПКК ПО ФИЗИКЕ КОНДЕНСИРОВАННЫХ СРЕД, 27 января 2025 г.

60-я сессия Программно-консультативного комитета по физике конденсированных сред состоялась 27 января под председательством профессора Д. Л. Надя.

Председатель ПКК представил обзор выполнения рекомендаций предыдущей сессии ПКК, касающихся исследований ОИЯИ в области физики конденсированных сред. Вице-директор ОИЯИ Л. Костов проинформировал ПКК о резолюции 136-й сессии Ученого совета ОИЯИ (сентябрь 2024 г.) и решениях Комитета полномочных представителей правительств государств-членов ОИЯИ (ноябрь 2024 г.).

ПКК принял к сведению информацию, представленную Е. В. Лычагиным, об окончании ремонтных работ на реакторе ИБР-2 и получении разрешения на запуск и поддержал планы дирекции ЛНФ по возобновлению регулярных циклов для пользователей, а также усилия по продлению эксплуатации реактора с высокими параметрами путем обновления топливной загрузки. ПКК рекомендовал в оставшееся до возобновления регулярных циклов время продолжить работу с потенциальными пользователями для привлечения в ОИЯИ максимального числа исследователей, прежде всего из стран-участниц.

По информации о результатах и перспективах развития математической модели динамики импульсных быстрых реакторов, представленной М. В. Булавиным, ПКК с удовлетворением отметил расчеты, выполненные с использованием данной модели, которые позволяют сделать вывод о том, что превышение пределов устойчивости пульсирующего реактора может быть вызвано, по крайней мере, двумя факторами: температурным расширением топлива и динамическим изгибом твэлов или изгибом тепловыделяющей сборки в импульсе. ПКК рекомендовал продолжить работы по моделированию динамики импульсных быстрых реакторов, посчитав их необходимыми как для эксплуатации ИБР-2, так и для разработки нового источника нейтронов в ОИЯИ.

ПКК принял к сведению информацию о ходе работ по созданию спектрометров ИБР-2 в период технической остановки реактора, представленную Д. П. Козленко, и отметил важность данных работ для успешной реализации научной программы ЛНФ и программы пользователей ИБР-2 на конкурентоспособном уровне, сопоставимом с мировыми центрами нейтронных исследований.

Дубна, 27 января. 60-я сессия Программно-консультативного комитета по физике конденсированных сред

ПКК с интересом заслушал научные доклады «Нейтронная томография для структурного анализа цементных материалов, горных пород и метеоритов» и «Анализ конформационной динамики пептида Aβ42 в миметиках липидных мембран: спектроскопическое и атомистическое исследование», представленные И. Ю. Зелем и Х. Исави соответственно. ПКК поблагодарил авторов за отличные сообщения.

ПКК рассмотрел 14 виртуальных стендовых сообщений молодых ученых в области физики конденсированных сред и связанных областей. Виртуальное сообщение А. В. Руткаускаса «Структурные и колебательные свойства францисита $Cu_3Bi(SeO_3)_2O_2Cl$ при высоком давлении» было избрано лучшим на сессии. ПКК также отметил высокий уровень двух других виртуальных сообщений: «Влияние фосфолипидного состава на взаимодействие мембраны с бета-амилоидным пептидом в рамках моделирования методом молекулярной динамики», представленного Д. Р. Бадреевой, и «Полимерные щётки, синтезированные методом графтинга через поверхность: характеризация поверхности и анализ скейлинга», представленного М. М. Авдеевым. Авторы этих работ награждены дипломами ПКК.

61-я СЕССИЯ ПКК ПО ЯДЕРНОЙ ФИЗИКЕ, 19–20 июня 2025 г.

61-я сессия Программно-консультативного комитета по ядерной физике проходила 19–20 июня под председательством профессора В. В. Несвижевского.

Председатель ПКК по ядерной физике представил сообщение о выполнении рекомендаций предыдущей сессии ПКК. Вице-директор ОИЯИ С. Н. Дмитриев проинформировал ПКК о резолюции 137-й сессии Ученого совета (февраль 2025 г.) и решениях Комитета полномочных представителей государств-членов ОИЯИ (март 2025 г.). ПКК с удовлетворением отметил, что рекомендации предыдущей сессии ПКК по исследованиям ОИЯИ в области ядерной физики были приняты Ученым советом и дирекцией ОИЯИ.

ПКК заслушал доклад о состоянии исследований химических и физических свойств сверхтяжелых элементов (СТЭ) в ЛЯР, представленный А. В. Исаевым. Завершен четырехнедельный эксперимент по изучению химических свойств сверхтяжелых элементов Cn и Fl методом газоадсорбционной термохроматографии на модернизированной установке «Криодетектор», расположенной в фокальной плоскости сепаратора GRAND фабрики СТЭ. В настоящее время идет анализ экспериментальных данных на установке «Криодетектор». Кроме того, проводятся тестовые офлайн-измерения на газовом кэтчере и продолжаются работы по созданию конструкторской документации элементов многоотражательного времяпролетного масс-спектрометра (MR-ToF) для прецизионного измерения масс СТЭ.

ПКК заслушал промежуточный отчет о состоянии проекта «Модернизация ускорителя ЭГ-5 и развитие его экспериментальной инфраструктуры» в ЛНФ ОИЯИ за период с 2023 по 2025 гг., представленный А. С. Дорошкевичем, и отметил достигнутый прогресс. Электростатический ускоритель ЭГ-5 является частью комплекса базовых установок ОИЯИ и остается одним из наиболее эффективных и удобных инструментов в области ядерной физики. ПКК рекомендовал возобновить работы на ЭГ-5 в его базовой конфигурации до завершения подготовки новых компонентов высоковольтной системы и ускорительной трубки, а также продолжить процесс модернизации ускорителя ЭГ-5. ПКК рекомендовал сравнить характеристики ускорителя ЭГ-5 с аналогичными современными установками в мире.

Дубна, 19–20 июня. 61-я сессия Программно-консультативного комитета по ядерной физике

ПКК заслушал предложения об открытии нового проекта «Разработка концепции источника ультрахолодных нейтронов на импульсном реакторе ИБР-2», представленные Г. В. Кулиным. ПКК отметил, что создание источника УХН мирового уровня в ОИЯИ является важной задачей, и рекомендовал открыть новый проект сроком на два года (2026–2027 гг.).

ПКК заслушал предложения об открытии нового проекта «Создание испытательных стендов для тестирования отдельных систем циклотрона МСЦ-230», представленные С. Л. Яковенко.

ПКК с удовлетворением отметил достижения в подготовке к запуску МСЦ-230. ПКК приветствовал амбициозные планы по запуску циклотрона в 2026 г. и подчеркнул важность создания новой инфраструктуры в ОИЯИ для проведения радиобиологических исследований. ПКК рекомендовал открыть новый проект.

ПКК с большим интересом заслушал доклады «Достижения в описании спонтанного деления трансфермиевых ядер», представленный Т. М. Шнейдманом, и «Нуклонные и кластерные передачи в реакциях с ядром ^{9}Be», представленный А. К. Ажибековым.

ПКК заслушал шесть коротких сообщений по ядерной физике, представленных молодыми учеными из ЛТФ и ЛИТ, и отметил три лучших доклада: «Низкоэнергетические свойства нобелия» (М. А. Мардыбан), «Альфа-распад и спонтанное деление сверхтяжелых элементов в рамках подхода ДЯС» (И. С. Рогов) и «Исследование спектральной структуры ^{11}Be в реакциях развала в квантово-квазиклассическом подходе» (Д. Валиолда). ПКК рекомендовал доклад «Низкоэнергетические свойства нобелия» для представления на сессии Ученого совета ОИЯИ в сентябре 2025 г.

62-я СЕССИЯ ПКК ПО ФИЗИКЕ ЧАСТИЦ, 23 июня 2025 г.

62-я сессия Программно-консультативного комитета по физике частиц состоялась 23 июня под председательством профессора И. Церруи в гибридном формате видеоконференции.

Председатель ПКК открыл заседание минутой молчания в память о скончавшемся Х. Гутброде, давнем члене ПКК по физике частиц, активно поддерживавшем Объединенный институт и программу исследований на ускорительном комплексе NICA.

И. Церруя представил обзор выполнения рекомендаций, принятых на предыдущем заседании. Вице-директор ОИЯИ В. Д. Кекелидзе отдельно остановился на резолюции 137-й сессии Ученого совета ОИЯИ (февраль 2025 г.), касающейся физики частиц, и решениях Комитета полномочных представителей ОИЯИ (март 2025 г.).

А. О. Сидорин доложил о реализации проекта «Нуклотрон–NICA». Комитет высоко оценил прогресс в оптимизации динамики частиц в бустере, позволивший получить накопление пучка с электронным охлаждением до $7 \cdot 10^7$ ионов Xe из 5 импульсов с интенсивностью импульса $2 \cdot 10^7$ ионов каждый. Завершена сборка элементов системы быстрого вывода пучка из нуклотрона, подготовлена к эксплуатации магнитно-криостатная система нуклотрона. Ввод в эксплуатацию пучка NICA был запланирован на конец 2025 г.

ПКК высоко оценил успехи в реализации проекта BM@N, представленные М. Н. Капишиным.

Дубна, 23 июня. 62-я сессия Программно-консультативного комитета по физике частиц

В настоящее время команда BM@N сосредоточилась на калибровке системы времени пролета и разработке методов определения центральности в столкновениях Xe–CsI при энергии 3,8*A* ГэВ. Продолжаются исследования образования Λ-гиперонов, K^0- и φ-мезонов и легких гиперядер во взаимодействиях Xe + CsI. Статья с физическими результатами по рождению протонов, дейтронов и тритонов во взаимодействиях аргона с ядрами при 3,2*A* ГэВ принята к публикации в JHEP.

В. Г. Рябов представил отчет о реализации проекта MPD. Экспериментальная установка MPD находится на завершающей стадии строительства, ввод в эксплуатацию детектора со всеми подсистемами первой фазы MPD планировалось начать в конце 2025 г. Велась обширная работа по вводу в эксплуатацию соленоидального сверхпроводящего магнита. Продолжаются детальное моделирование и разработка технического проекта для передних спектрометров с использованием реалистичных генераторов событий и реконструкции треков с помощью кода ACTS. Программа модернизации MPD для второй фазы начнется после получения результатов этих исследований.

Доклад о состоянии проекта SPD был представлен А. В. Гуськовым. Ведутся работы по оптимизации несущей конструкции детектора и внешней платформы для размещения оборудования, а также проектирование линий различных коммуникаций. Готовится документация на создание сверхпроводящего соленоида. Проводится анализ термических свойств компонентов детектора. Продолжаются работы по актуализации физической программы для первой фазы эксперимента. ПКК приветствовал успехи коллаборации SPD и поддержал ее усилия по подготовке начальной фазы экспериментальной установки.

ПКК заслушал доклад о подготовке проекта «Разработка физической программы и детекторов для экспериментов CEPC», представленный Ю. И. Давыдовым. Основными целями CEPC станут прецизионные исследования физики бозона Хиггса, *Z*-бозона, физики топ-кварка и поиск новых физических явлений за пределами Стандартной модели. В течение следующих двух лет будут созданы условия для будущего долгосрочного участия ОИЯИ в экспериментах на CEPC при условии одобрения строительства этого ускорителя правительством Китая в 2026 г. Учитывая важность подготовки к полноценному участию ОИЯИ в экспериментах на планируемом кольцевом электрон-позитронном коллайдере CEPC, ПКК рекомендовал продлить проект на период 2026–2027 гг. с рейтингом А.

ПКК высоко оценил доклады групп ОИЯИ, участвующих в экспериментах на LHC, — ALICE, ATLAS и CMS, представленные Б. В. Батюней, И. В. Елецких и В. Ю. Каржавиным. Их достижения в анализе данных и модернизации детекторов были одобрены. Эти проекты были продлены до 2030 г. с рейтингом А.

В постерной сессии свои доклады представили 22 молодых ученых из ЛЯП, ЛИТ и ЛФВЭ. ПКК отметил высокое качество подготовленных презентаций и выбрал доклад «Измерения дилептонов в эксперименте MPD на NICA», сделанный С. П. Роде, для представления на сессии Ученого совета в сентябре 2025 г.

61-я СЕССИЯ ПКК ПО ФИЗИКЕ КОНДЕНСИРОВАННЫХ СРЕД, 26 июня 2025 г.

61-я сессия Программно-консультативного комитета по физике конденсированных сред состоялась 26 июня под председательством профессора Д. Л. Надя.

Председатель ПКК Д. Л. Надь представил обзор выполнения рекомендаций предыдущей сессии ПКК, касающихся исследований ОИЯИ в области физики конденсированных сред. Вице-директор ОИЯИ Л. Костов проинформировал ПКК о резолюции 137-й сессии Ученого совета ОИЯИ (февраль 2025 г.) и решениях Комитета полномочных представителей правительств государств-членов ОИЯИ (март 2025 г.).

ПКК с удовлетворением отметил информацию об успешном возобновлении функционирования ИБР-2, о планах подготовки реактора к осенне-зимнему периоду работы и возобновлении программы пользователей ЛНФ, представленную Е. В. Лычагиным. ПКК приветствовал включение установки нейтронной радиографии и томографии в пользовательскую программу и посчитал важным как можно быстрее обеспечить доступ внешних пользователей ко всем установкам, включенным в программу.

ПКК принял к сведению состояние комплекса криогенных замедлителей и считает работы по созданию комплекса из двух криогенных замедлителей для обеспечения холодными нейтронами практически всех исследовательских пучков ИБР-2 успешно завершенными. ПКК посчитал решение дирекции ЛНФ об остановке работ над третьим криогенным замедлителем обоснованным и согласующимся с завершением соответствующего подпроекта. В связи с этим ПКК рекомендовал закрытие проекта «Развитие исследовательской ядерной установки ИБР-2 с комплексом криогенных замедлителей нейтронов» и подпроекта «Создание комплекса криогенных замедлителей реактора ИБР-2».

ПКК принял к сведению информацию, представленную Д. П. Козленко, об основных результатах, достигнутых на комплексе спектрометров

Дубна, 26 июня. 61-я сессия Программно-консультативного комитета по физике конденсированных сред

ИБР-2 после возобновления работы реактора, а также о завершении работ по модернизации установок и проведении первых научных экспериментов. ПКК высоко оценил ход модернизации ряда спектрометров, обеспечивающей улучшение технических параметров и расширение исследовательских возможностей. ПКК приветствовал работы, проведенные к настоящему времени по всему комплексу спектрометров ИБР-2, и рекомендовал технической группе продолжить процесс полномасштабного введения в действие установки SANSARA.

ПКК заслушал доклад А. И. Иванькова о текущем состоянии малоуглового нейтронного спектрометра ЮМО, отметив высокую востребованность установки и важность получаемых на ней научных результатов, опубликованных в высокорейтинговых журналах. ПКК поддержал дальнейшие усилия по развитию метода малоуглового рассеяния на ИБР-2, а также рекомендовал продолжить работы по модернизации основных узлов спектрометра ЮМО и дальнейшему развитию лаборатории пробоподготовки.

ПКК высоко оценил результаты встречи с дирекцией ОИЯИ. Учитывая широкий спектр работ в области наук о жизни, осуществляемых в нескольких лабораториях ОИЯИ, ПКК одобрил идею директора ОИЯИ Г. В. Трубникова о создании межлабораторного НТКК (научно-технического консультативного комитета) по наукам о жизни в целях содействия разработке согласованной и синхронизированной программы в этом направлении. ПКК принял к сведению мнение дирекции ОИЯИ о том, что основные компетенции Института, которые потенциально могут быть предложены работающим в области наук о жизни специалистам, должны быть сосредоточены на развитии уникальных установок, обеспечивающих работы с широким спектром излучений, используемых в области биомедицинских исследований.

ПКК принял к сведению информацию дирекции ЛНФ о выпуске книги «Направления научных исследований на перспективном импульсном источнике нейтронов в ЛНФ ОИЯИ».

ПКК высоко оценил уровень международного сотрудничества ОИЯИ, освещенного в докладе главного ученого секретаря Института С. Н. Неделько.

ПКК с интересом заслушал научные доклады «Магнетизм и сверхпроводимость в периодических и квазипериодических низкоразмерных слоистых системах» и «Конформационная динамика Aβ-42 в липосоме при различных значениях pH: комбинированный спектроскопический и вычислительный подход», представленные В. Д. Жакетовым и Е. Арынбеком соответственно.

ПКК заслушал сообщения молодых ученых в области физики конденсированных сред, избрав сообщение Б. А. Бакирова «Автоматизированная сегментация пор и трещин в нейтронных, синхротронных и рентгеновских томографических данных с использованием сверточной нейронной сети UNet 3+» лучшим на сессии.

ПРЕМИИ ОИЯИ

Дубна, 16 сентября. Лауреат премии им. В. П. Джелепова М. В. Фронтасьева (ЛНФ) выступает с докладом на 138-й сессии Ученого совета ОИЯИ

Премия им. В. П. Джелепова была присуждена М. В. Фронтасьевой (ЛНФ ОИЯИ) за значительный вклад в развитие международной программы по оценке качества воздуха методом нейтронно-активационного анализа.

ЛАУРЕАТЫ КОНКУРСА НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ ОИЯИ

За научно-исследовательские теоретические работы

Первые премии

«Общий подход к уравнениям ренормгруппы в локальной квантовой теории поля».

Авторы: Д. И. Казаков, Л. В. Борк, А. Т. Борлаков, Д. Е. Власенко, Д. М. Толкачев, В. А. Филиппов, Р. М. Яхиббаев.

«Формирование углового момента фрагментов деления».

Авторы: Г. Г. Адамян, А. В. Андреев, Н. В. Антоненко, А. Н. Безбах, А. В. Исаев, Р. С. Мухин, А. Рахмати Неджад, Т. М. Шнейдман.

Вторая премия

«Фурье-модальный метод расчета рассеяния нейтронов на поверхностно-рельефных и объемных дифракционных решетках».

Авторы: М. А. Захаров, А. И. Франк, Г. В. Кулин.

За научно-исследовательские экспериментальные работы

Первые премии

«Изучение рождения адронов (π^+, K^+, p) и легких ядер (d, t) в реакциях столкновения Ar + ядро в эксперименте BM@N ускорительного комплекса NICA».

Авторы: М. В. Завертяев, А. И. Зинченко, М. Н. Капишин, Л. Д. Ковачев, В. И. Колесников, Р. Ледницки, С. П. Мерц, В. А. Плотников, М. М. Румянцев, И. А. Руфанов.

«Исследование реакций с ^{50}Ti и ^{54}Cr для синтеза новых элементов 119 и 120».

Авторы: Ю. Ц. Оганесян, Д. И. Соловьев, Н. Д. Коврижных, М. В. Шумейко, Д. Ибадуллаев, А. А. Воинов, В. К. Утенков, А. Н. Поляков, Ю. С. Цыганов, О. В. Петрушкин.

Вторые премии

«Исследование галактического потока нейтрино на энергиях свыше 200 ТэВ на телескопе Baikal-GVD».

Авторы: И. А. Белолаптиков, В. Дик, Т. В. Елжов, Д. В. Наумов, А. Э. Сиренко, М. Н. Сороковиков, Б. А. Шайбонов, Ю. В. Яблокова.

«Совместный анализ данных экспериментов NOvA и T2K по измерению параметров осцилляций нейтрино».

Авторы: Л. Д. Колупаева, А. И. Калиткина, Н. В. Анфимов, А. И. Антошкин, Н. А. Балашов, И. Д. Какорин, В. А. Матвеев, А. Г. Ольшевский, О. Б. Самойлов, А. С. Шешуков.

Третья премия

«Измерение дифференциальных и полных сечений рассеяния нейтронов с энергией 14,1 МэВ на ядрах углерода: методические аспекты и результаты».

Авторы: Д. Н. Грозданов, П. С. Прусаченко, Н. А. Федоров, Ю. Н. Копач, В. Р. Ской, Т. Ю. Третьякова, П. И. Харламов, А. В. Андреев, К. Храмко, П. Г. Филончик.

За научно-методические и научно-технические работы

Первая премия

«Разработка и создание сверхпроводящих магнитов для коллайдера NICA».

Авторы: Д. Н. Никифоров, П. Г. Акишин, Ю. Г. Беспалов, А. В. Бычков, Д. А. Золотых, С. А. Коровкин, Г. Л. Кузнецов, А. В. Меркурьев, М. В. Петров, А. Н. Свидетелев.

Вторые премии

«Фотонетоз: биомодуляция программируемой клеточной гибели».

Авторы: Г. М. Арзуманян, К. З. Маматкулов, Е. Арынбек, Хюи Ле Дык, А. Ю. Волков, Н. В. Воробьева.

«Исследование реакций многонуклонных передач на сепараторе SHELS».

Авторы: А. И. Свирихин, Х. Девараджа Маллигенахалли, Ю. А. Попов, М. Л. Челноков, Б. Сайлаубеков, А. А. Кузнецова, О. Н. Малышев, В. И. Чепигин, Е. А. Сокол, М. С. Тезекбаева.

Третья премия

«Аппаратная и программная модернизация ИНАА на установке РЕГАТА (реактор ИБР-2)».

Авторы: Д. С. Гроздов, В. А. Галустов, И. Зиньковская.

За научно-технические прикладные работы

Первая премия

«Новый подход к повышению эффективности лучевой терапии и ядерной медицины».

Авторы: А. В. Борейко, А. Н. Бугай, И. А. Замулаева, Р. А. Кожина, Е. А. Красавин, Е. А. Кузьмина, О. Н. Матчук, С. И. Тиунчик, Т. С. Храмко (Буланова), В. Н. Чаусов.

Вторые премии

«Нейтронные дифракционные *in situ* исследования структур и фазовых переходов в двойных и тройных сплавах на основе железа».

Авторы: А. М. Балагуров, Т. Н. Вершинина, Б. Ержанов, Б. Мухаметулы, Н. Ю. Самойлова, А. С. Сохацкий, С. В. Сумников, И. С. Головин, В. В. Палачева, Д. Ю. Чернышов.

«Долговременный дистанционный мониторинг мощности ядерного реактора и состава топлива с использованием антинейтрино».

Авторы: В. В. Белов, А. Д. Быстряков, И. В. Житников, С. В. Казарцев, А. С. Кузнецов, Д. В. Медведев, Д. В. Пономарев, Е. А. Шевчик, М. В. Ширченко.

Третья премия

«Комплексная оценка воздействия наночастиц на растения: накопление, влияние на биохимический состав и трофический перенос».

Авторы: А. А. Пешкова, И. Зиньковская, Л. Чепой, Л. Рудь, Т. Кирьяк, Н. С. Юшин, С. Корчмару, Л. Ганя, Хо Ман Дунг.

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ И ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

ЛАБОРАТОРИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ им. Н. Н. БОГОЛЮБОВА

В 2025 г. в лаборатории проводились исследования по четырем темам: «Фундаментальные взаимодействия полей и частиц», «Теория ядерных систем», «Теория сложных систем и перспективных материалов», «Современная математическая физика: гравитация, суперсимметрия и струны». Важной составляющей деятельности лаборатории является теоретическая поддержка экспериментальных исследований в ОИЯИ и в других исследовательских центрах с участием ОИЯИ. По результатам проведенных исследований опубликовано около 420 статей в рецензируемых журналах и трудах конференций, 65 статей в составе крупных коллабораций и 2 главы в монографиях. Ряд исследований был выполнен в сотрудничестве с учеными из стран-участниц ОИЯИ, Бразилии, Германии, Индии, Италии, Китая, Южно-Африканской Республики и других стран.

Ежегодно ЛТФ является местом проведения научных мероприятий самого высокого уровня: в 2025 г. лабораторией было проведено 12 конференций и рабочих совещаний, а также 3 школы для студентов и молодых ученых. Они проводились как в очном, так и в смешанном (очно-дистанционном) формате, а одна школа прошла в формате онлайн. Сотрудники и визитеры ЛТФ сделали 83 доклада на внутрилабораторных семинарах. Состоялось 12 заседаний журнального клуба ЛТФ.

Международное сотрудничество ЛТФ было поддержано грантами полномочных представителей правительств Беларуси, Болгарии, Вьетнама, Египта, Казахстана, дирекции ОИЯИ, совместными программами с Сербией и ЮАР. Продолжалось сотрудничество с теоретиками ЦЕРН, Азиатско-Тихоокеанского центра теоретической физики (Республика Корея), Института теоретической физики АН КНР. 6 исследовательских проектов были поддержаны грантами РНФ.

Традиционно много внимания уделялось привлечению к работе молодых исследователей, студентов и аспирантов, в том числе в рамках научно-образовательного проекта «Дубненская международная школа по теоретической физике» (DIAS-TH). Лаборатория играет роль учебного центра для молодых ученых и студентов из многих стран. В настоящее время около трети научных кадров лаборатории составляют молодые ученые и аспиранты. В 2025 г. сотрудниками ЛТФ защищены 2 кандидатские и 2 докторские диссертации.

10–14 февраля. Ежегодная конференция «Проблемы современной математической физики»

Фундаментальные взаимодействия полей и частиц

В 2025 г. работа проводилась в рамках следующих проектов:

- «Квантовая теория поля и физика за пределами Стандартной модели»;
- «КХД и спиновая/3-мерная структура адронов»;
- «Феноменология сильных взаимодействий и прецизионная физика»;
- «Теория адронной материи при экстремальных условиях»;
- «Теория электрослабых взаимодействий и физики нейтрино».

Ренормгрупповое уравнение для скалярного эффективного потенциала для всех ведущих логарифмических поправок обобщено на случай произвольного потенциала в искривленном пространстве в линейном приближении по кривизне. Данный метод использован для вывода уравнений для произвольных степенных потенциалов в моделях с $SO(N)$-симметрией. Полученные уравнения применены в изучении инфляционной космологии. Также показано, что соответствующие эффективные потенциалы находятся в доверительной области наблюдаемых космологических параметров [1].

Разработан эффективный метод вычисления асимптотик фейнмановских интегралов, обладающих дуальной конформной симметрией. В качестве примера вычислено асимптотическое выражение для 2-петлевого интеграла типа пентагон с малыми виртуальностями внешних частиц.Вместе с другими мастер-интегралами это позволило получить 2-петлевое выражение для амплитуды рассеяния пяти W-бозонов в нарушенной $N = 4$ суперсимметричной теории Янга–Миллса [2].

Вычислены квантовые поправки к фермион-фермионному рассеянию в рамках модели Ферми. Получены коэффициенты при лидирующих ультрафиолетовых расходимостях до трех петель включительно. Показано, что использование спирально-спинорного формализма ведет к значительному упрощению при вычислении расходящихся фейнмановских интегралов. Составлены рекуррентные соотношения, позволяющие вычислить лидирующую УФ-расходимость в произвольном порядке петли. На их основе выведены обобщенные ренормгрупповые (РГ) уравнения для неперенормируемого взаимодействия типа Ферми, суммирующие коэффициенты при больших логарифмах в ведущем приближении. Построены асимптотики поведения амплитуды рассеяния в случае единичного и $V–A$-операторов на основе ряда теорий возмущений, а также численного решения РГ-уравнения. Установлено, что при суммировании главных логарифмов амплитуда $V–A$-взаимодействия в теории Ферми демонстрирует аналогичное калибровочному взаимодействию асимптотически свободное поведение в области больших энергий [3].

Вычислены трехпетлевые киральные поправки в эффективный потенциал $N = 1$ суперсимметричных теорий Весса–Зумино, а также всепетлевые поправки в $N = 2$ суперсимметричной $SU(N)$-модели Янга–Миллса. Показано, что найденные поправки совместимы с результатами, полученными ранее для частных случаев теории $N = 1$ суперсимметричной $SU(N)$-модели Янга–Миллса [4].

Разработан метод вывода ренормгрупповых уравнений для репараметризационных инвариантов скалярного сектора двухдублетного рас-

Обсуждение рабочих вопросов

ширения Стандартной модели. Произвольная комбинация параметров скалярного потенциала, инвариантная относительно выбора базиса хиггсовских полей, может быть представлена как алгебраическая функция от набора независимых инвариантов (физических параметров модели). Вместо таких функций оказалось удобнее рассматривать полиномы от расширенного набора инвариантов (генераторов), между которыми, однако, существуют полиномиальные связи (сизигии). В качестве приложения метода были найдены явные выражения для всех сизигий, а также выведены РГ-функции для генераторов факторкольца инвариантов в 6-петлевом приближении [5].

Проведен анализ дифференциальных распределений в распадах $B \to KM_X$ и $B \to K^*M_X$ в рамках сценария темной материи со скалярным медиатором [5]. Показано, что значительное превышение числа событий в распадах $B \to KM_X$ по сравнению с ожиданиями Стандартной модели может быть хорошо описано в рамках гипотезы о вкладе частиц темной материи, взаимодействующих с топ-кварком за счет скалярного медиатора. Получена оценка массы скалярного медиатора [6].

Вычислены амплитуды и относительные вероятности радиационных распадов $\chi_{cJ}(1P)$, $h_c(1P)$, $J/\psi(1S)$ и $\psi(2S)$ в рамках ковариантной модели кварков. Явно показано, что все вычисленные амплитуды калибровочно-инвариантны. Для фитирования параметров модели, включая массу очарованного кварка и параметр размера мезона, использованы экспериментальные данные для трех каналов распада: $J/\psi \to \eta_c\gamma$, $\chi_{c0} \to J/\psi\gamma$ и $\psi(2S) \to \chi_{c0}\gamma$. Полученные данные использованы для предсказания относительных вероятностей распадов $h_c \to \eta_c\gamma$, $\chi_{c1(c2)} \to J/\psi\gamma$ и $\psi(2S) \to \chi_{c1(c2)}\gamma$. Эти предсказания находятся в хорошем согласии с экспериментальными результатами [7].

При сравнении теоретических и экспериментальных данных получено новое значение отношения масс протона и электрона m_p/m_e. Оно согласуется со значением, найденным методом масс-спектрометрии, и имеет в 3 раза меньшую погрешность. С использованием объединенных данных MHI, H/D и мюонных H/D определено отношение масс барионов m_d/m_p с абсолютной погрешностью $1{,}1 \cdot 10^{-10}$ [8].

В серии работ впервые получены формулы для вычисления релятивистских поправок $m\alpha^6$ и $m\alpha^6(m/M)$ в формализме задачи трех тел для молекулярных систем типа иона H_2^+. Это позволяет выйти на точность выше 10^{-12} в теоретическом предсказании вибрационных энергий переходов молекулярных ионов изотопов водорода и позволяет определять значение константы Ридберга из спектроскопии ионов водорода с точностью выше, чем в CODATA22 [9].

Изучены спиновые осцилляции нейтрино, рассеивающихся вращающейся (керровской) черной дырой, окруженной толстым намагниченным аккреционным диском. Рассмотрены как тороидальные, так и полоидальные магнитные поля внутри диска. Прецессия спина нейтрино обусловлена взаимодействием его магнитного момента с этими полями. Обработка спиновых осцилляций нейтринных потоков основана на численном моделировании распространения большого числа входящих тестовых нейтрино с использованием высокопроизводительных параллельных вычислений на суперкомпьютере «Говорун» ОИЯИ. Обсуждены возможные приложения моделирования к экспериментам по обнаружению астрофизических нейтрино и возможность исследования распределения магнитных полей вблизи черных дыр [10].

Предложен механизм уменьшения теоретически предсказанного избыточного содержания ^{7}Li за счет барионов, возникающих при испарении первичных черных дыр. Показано, что доля ^{7}Li по отношению к плотности числа барионов может быть уменьшена до наблюдаемого значения посредством процесса превращения ^{7}Li путем захвата нейтронов или протонов. Образовавшиеся в этом процессе ^{8}Li или ^{8}Be быстро распадаются на пару ядер ^{4}He [11].

На основе расширенной модели доминантности векторных мезонов для расчета электромагнитных формфакторов нуклонов вычислены электрический и магнитный радиусы нуклонов и радиусы Земаха. Разработанная модель аккуратно учитывает фундаментальные теоретические ограничения, включает семейства ρ- и ω-мезонов и их радиальные возбуждения. Свободные параметры модели определяются из глобального статистического анализа экспериментальных данных по измерению электромагнитных формфакторов нуклонов во времени- и пространственноподобных областях квадратов переданных 4-импульсов [12].

Эксклюзивное фоторождение тяжелых мезонов исследовано в рамках факторизационного подхода. Хорошо описаны сечения образования J/ψ-мезонов для энергий от HERA до LHC. Оценены спиновые асимметрии, которые могут быть измерены на будущих электронно-ионных коллайдерах в США и Китае. Эти расчеты применены для изучения образования J/ψ-мезонов в протон-протоных столкновениях. Модель хорошо описывает данные LHCb. Приведены предсказания для сечений образования J/ψ-мезонов при энергиях NICA и RHIC [13].

Исследовано поведение диссипативных характеристик излучения Унру в ускоренной системе отсчета как функций расстояния от горизонта. Показано, что локально на поверхности мембраны, окружающей черную дыру, соответствующей протяженному горизонту Риндлера, отношение вязкости к энтропии в 2 раза меньше предела для минимальной вязкости. И наоборот, вдали от горизонта это отношение в 3 раза выше [14].

Вычислены T-нечетные и T-четные адронные структурные функции для процесса Дрелла–Яна

в рамках пертурбативной КХД в коллинеарном приближении. Получено разложение для малого Q_T/Q-предела структурных функций. Проведен численный анализ угловых коэффициентов, и выполнено сравнение с данными эксперимента ATLAS и результатами геометрического подхода [15].

Показано, что нарушающее изоспиновую симметрию электромагнитное взаимодействие ведет к ее эффективному восстановлению в спектре нейтральных псевдоскаляров. Это достигается благодаря глюонной аномалии, которая усиливает электромагнитный вклад в углы смешивания π^0–η и π^0–η' и таким образом компенсирует другой разрушающий симметрию вклад, обусловленный неравенством масс u- и d-кварков [16].

Показано, что процессы $e^+e^- \to \pi^+\pi^-$ и $\tau^- \to \to \pi^-\pi^0\nu_\tau$ могут быть описаны в едином подходе в удовлетворительном согласии с экспериментом с использованием векторной константы связи $g_\rho = 6$. В этом случае помимо кварковых петель необходимо также учитывать мезонные петли, соответствующие следующему порядку по $1/N_c$. Данные петли необходимо учитывать в переходах $\gamma(W) \to \rho$, а также при взаимодействии мезонов в конечном состоянии [17].

Подробно исследовано инверсное глюонное и фотонное излучение в процессе рождения дилептонов при адронных столкновениях в рамках экспериментальной программы LHC. Выполнен численный анализ влияния инверсного излучения на наблюдаемые величины (сечения и асимметрии вперед-назад) в широкой кинематической области, в том числе для эксперимента CMS LHC в режиме Run3/HL. Предложена эффективная методика анализа влияния различных радиационных вкладов на асимметрию вперед-назад посредством двух аддитивных относительных поправок [18].

Действие вращающихся кварков помимо членов орбитального вращения содержит член, описывающий взаимодействие вращения системы и спина кварков. В отличие от орбитального движения указанный спиновый член не зависит от расстояния до оси вращения. Изучено влияние спинового члена на термодинамические свойства КХД. Коэффициент перед этим членом назван спиновым химическим потенциалом. Этот член создает разницу в энергиях кварков с разной поляризацией. Таким образом, спиновый потенциал эффективно создает ненулевую спиновую плотность кварковой материи. Вычислены петля Полякова и ее восприимчивость, а также киральный конденсат и его восприимчивость. Расчеты проведены для нескольких масс кварков, шагов решетки и угловых скоростей. Эти данные позволили определить зависимость критических температур от параметров вычислений. Оказалось, что спиновый потенциал уменьшает критические температуры переходов конфайнмент/деконфайнмент и нарушение/восстановление киральной симметрии [19].

Исследована возможность рождения заряженного скалярного поля во вращающейся системе отсчета в присутствии или отсутствии внешнего однородного магнитного поля, электрической потенциальной ямы и вещества. Показано, что, когда частота вращения превышает критическое значение, из вакуума может образоваться супервихрь скалярного поля. Наличие дополнительного ускорения (замедления) системы может способствовать возникновению вихревого конденсата. В частности, в рамках модели φ^4 и линейной сигма-модели при нулевой температуре изучены возможности образования вихрей заряженного пионного и пион-сигма-полей во вращающемся пустом сосуде (в вакууме) и в бозе-эйнштейновских пион-сигма-конденсатах при динамически фиксированном числе частиц. Показано, что быстро вращающиеся куски ядерного вещества с заряженным вихревым пионным конденсатом могут быть самосвязанными до тех пор, пока не замедлятся за счет слабого излучения. Изучены наблюдательные эффекты для вихревых полей во вращающихся сосудах, столкновениях тяжелых ионов, во вращающихся сверхтяжелых ядрах и кусках ядерного вещества большего размера (нуклеаритах) и ядрах-звездах [20].

Рассчитана глобальная Λ-поляризация в столкновениях Au + Au при энергиях 3–9 ГэВ, в которых достигается высокая плотность барионов. Особое внимание уделено энергиям столкновений 3, 3,2, 3,5, 3,9 и 4,5 ГэВ, для которых проведен тщательный анализ зависимости от энергии, быстроты и центральности. Поляризацию при 3,2–4,5 ГэВ можно рассматривать как предсказание результатов измерений в рамках программы STAR с неподвижной мишенью, которые ожидаются в ближайшем будущем [21].

Теория ядерных систем

В 2025 г. исследования велись в рамках четырех проектов:

- «Микроскопические модели для экзотических ядер и ядерной астрофизики»;
- «Низкоэнергетическая ядерная динамика и свойства ядерных систем»;
- «Квантовые системы нескольких частиц»;
- «Релятивистская ядерная динамика и нелинейные квантовые процессы».

Разработан метод для изоэнергетического описания траектории деления возбужденных ядер в рамках теории функционала плотности энергии. С помощью этого метода для сверхтяжелого ядра ^{296}Lv проведено сравнение эффективных потенциалов для изотермических, изоэнтропических и изоэнергетических процессов и обнаружено, что изоэнергетический процесс характеризуется наибольшим барьером деления и наибольшим коэффициентом затухания при фиксированной энергии возбуждения. Анализ также выявил существенное различие в эволю-

2 июля. 2-я научная конференция им. М. И. Панасюка «Проблемы космофизики»

ции температуры и энтропии вдоль траектории деления в рамках каждой из рассмотренных термодинамических схем [22].

В рамках самосогласованного квазичастичного приближения хаотических фаз с силами Скирма исследованы свойства основных состояний и мультипольных электрических низкоэнергетических возбуждений в изотопах $^{250–262}$No. Проведен подробный анализ наблюдаемых K-изомеров, монопольных вибраций и гексадекапольных возбуждений в изотопах ^{252,254}No, и предсказано существование новых низкоэнергетических состояний. Полученные результаты могут быть использованы для предсказания низкоэнергетических спектров сверхтяжелых элементов [23].

Предложен микроскопический симплектический подход к описанию мультикластерных многочастичных ядерных систем. В качестве примера подход применен к описанию 4α-кластерной ядерной системы ^{16}O. Получено хорошее согласие с экспериментом для энергий нижайших состояний полос $K^\pi = 0^+_1$, 0^+_2, 0^-_1, 2^+_1, 3^-_1 и 1^-_1, а также для известных низкоэнергетических вероятностей переходов $B(E2)$ [24].

Потенциальное присутствие прецессионного движения в октупольно-деформированных ядрах исследовано в рамках модели, в которой октупольный кор связывается с квазичастичной конфигурацией $p(2g_{9/2}, 1j_{15/2})$. Рассчитаны главные измеряемые величины, включая энергетические спектры, электромагнитные вероятности переходов, g-факторы, спектроскопические квадрупольные переходы. Четкие указания на прецессионную моду возникают в дублетных полосах как положительной, так и отрицательной четности. Например, переходы между полосами $B(E2)_{out}$ показывают коллективное усиление, а $B(M1)_{out}$ — относительное подавление [25].

Предложено новое описание спонтанного деления ^{258}Fm, основанное на α-частичной кластеризации тяжелого фрагмента в предразрывной асимметричной конфигурации. Удалось одновременно описать распределения фрагментов деления по массе и TKE. Показано, что в спонтанное деление ^{258}Fm вносят вклад моды деления через двойную ядерную систему Sn + Sn (симметричная мода, TKE = 233 МэВ) и Cd + Te (асимметричная мода, TKE = 203 МэВ), а также бинарный распад трехъядерных систем Cd + α + Sn (сверхдлинная мода, TKE = 180 МэВ). Показано, что необычно узкое симметричное массовое распределение связано с α-кластеризацией тяжелого фрагмента в Cd + Te и образованием трехъядерных систем Cd + α + Sn и их бинарным распадом, приводящим к образованию фрагментов Sn [26].

Предложена полуэмпирическая формула для периода полураспада спонтанного деления $T_{1/2}$ тяжелых и сверхтяжелых ядер как функции энергии отделения альфа-частицы Q_α и избытка нейтронов $N – Z$. В основе подхода лежит обнаруженная линейная корреляция между $\log_{10}(T_{1/2})$ и Q_α для четно-четных ядер с фиксированным $N – Z$ и зарядовыми числами в диапазоне $90 \leqslant Z \leqslant 102$. Среди рассмотренных эмпирических методов систематика демонстрирует наименьшие значения среднего абсолютного отклонения и его дисперсии, особенно хорошо при описании сверхтяжелых ядер. Предложенная формула может быть использована для предсказания $T_{1/2}$ еще неизвестных сверхтяжелых элементов [27].

Предложена модель, позволяющая объяснить механизм формирования спинов осколков деления за счет угловых колебаний фрагментов двойной ядерной системы в точке разрыва. Задача решена полностью квантово-механически с точным учетом сохранения углового момента и четности. Все возможные типы колебаний учтены единым образом без введения предпочтительных нормальных мод. Показано, что динамика углового движения в точке разрыва соответствует независимым колебаниям фрагментов вблизи вытянутой конфигурации двойной ядерной системы. Это позволило аналитически обосновать отсутствие корреляции между спинами фрагментов, явившееся следствием сохранения полного углового момента [28].

Энергии адсорбции E_{ads} сверхтяжелого элемента Lv и его более легкого гомолога Po, а также их оксидов, гидридов и гидроксидов на гидроксилированных кварцевых поверхностях рассчитаны с использованием периодической теории функционала плотности, реализованной в программном обеспечении AMS BAND. Показано, что элементарные Po и Lv должны быть наиболее летучими среди всех рассматриваемых соединений на поверхности кварца, с E_{ads} порядка энергии связи Ван дер Ваальса. Гидриды Po и Lv должны быть менее летучими, чем элементы с E_{ads} на 20 кДж/моль больше. Оксиды, гидроксиды и особенно диоксиды этих элементов должны быть менее летучими, чем элементы и гидриды, с тенденцией к снижению летучести в этом ряду. Соединения Lv должны быть менее летучими, чем соответствующие соединения Po. Полученная тенденция изменения E_{ads} соединений Po в целом согласуется с экспериментальными данными [29].

Предложен и исследован *m*-фотонный резонансный механизм закручивания атомов циркулярно-поляризованным лазерным импульсом с передачей им спиральности фотонов. Показано, что при взаимодействии с циркулярно-правополяризованным лазерным импульсом с частотой $m\omega$ атом ускоряется/замедляется и закручивается — приобретает орбитальный момент с проекцией $L_z = m\hbar$ на направление его движения. Предлагаемый способ закручивания атомов открывает новые возможности по сравнению с традиционными методиками, использующими дифракционные решетки, разработанными для закручивания элементарных частиц (фотонов и электронов), однако требующими существенных доработок для закручивания составных частиц (протонов, нейтронов и атомов). В связи с этим следует отметить, что, несмотря на уже почти тридцатилетнюю историю экспериментальных исследований закрученных фотонов и электронов, получение закрученных атомов представляет собой очень сложную техническую задачу. Несмотря на многочисленные попытки, к настоящему времени реализован единственный эксперимент, в котором были получены закрученные атомы гелия с помощью специально сконструированной дифракционной решетки [30].

Предложен новый метод фитирования экспериментальных данных для нерелятивистских бинарных процессов рассеяния, предназначенный для извлечения параметров возможных резонансов, формируемых компаунд-системой в таких процессах. Этот метод объединяет хорошо известный *R*-матричный подход с анализом, основанным на полуаналитическом представлении функций Йоста. Показано, что при таком объединении сохраняются преимущества обоих подходов, а именно число варьируемых параметров остается относительно небольшим (как в *R*-матричном подходе), в то же время сохраняется правильная аналитическая структура *S*-матрицы (как в методе функций Йоста). Также показано, что новый формализм, хоть и близок к *R*-матричному, обладает тем преимуществом, что в нем нет зависимости от весьма неопределенного канального радиуса. Эффективность и точность предложенного метода проверены с использованием модельного одноканального потенциала. С помощью этого потенциала были сгенерированы искусственные «экспериментальные» данные, которые фитировались, а затем были успешно найдены известные для этого потенциала резонансы как нули функции Йоста на соответствующем листе римановой поверхности энергии [31].

Исследованы радиационные поправки КЭД к аномальному магнитному моменту лептонов ($L = e$, μ и τ), обусловленные вкладом диаграмм со вставками оператора поляризации фотонного вакуума четвертого порядка, состоящего либо из двух замкнутых лептонных ($l = e$, μ и τ) петель, либо из одной петли четвертого порядка с одной внутренней фотонной линией. Подход, по существу, основан на использовании представления Меллина–Барнса для *x*-параметризации соответствующих диаграмм Фейнмана. Это позволило впервые получить точные аналитические выражения для радиационных поправок достаточно высокого порядка (вплоть до десятого-двенадцатого) по константе электромагнитной связи *e*. Аналитически поправки выражаются в виде отношения массы внутреннего лептона к массе внешнего лептона $r = m_l/m_L$. Зависимость от *r* исследована численно во всем интервале $0 < r < \infty$. Чтобы сделать возможным сравнение с ранее опубликованными результатами, точные аналитические выражения разложены в ряд как вблизи нуля, так и на бесконечности и сравниваются с соответствующими асимптотическими разложениями, известными в литературе. Показано, что в областях значений *r*, соответствующих физическим массам реальных лептонов, асимптотические и точные выражения совпадают с точностью, превышающей точность экспериментальных измерений. Также рассчитаны вклады от диаграмм со всеми тремя лептонами разного типа и сравнены с результатами от диа-

грамм с лептонами только двух типов. Показано, что в некоторых областях r все типы диаграмм вносят одинаковый вклад в поправки шестого порядка [32].

Метод обобщенного эйконального приближения для процесса $pd \to ppn$, индуцированного жестким упругим pp-рассеянием (Франкфурт Л. Л. и др., 1997; Ларионов А. Б., 2023), улучшен включением произвольного числа мягких перерассеяний входящих и выходящих протонов на нейтроне-спектаторе. Показано, что корректный учет отклонений траекторий выходящих протонов от продольного направления приводит к существенной модификации парциальных амплитуд с мягким перерассеянием двух выходящих протонов и ненулевым парциальным амплитудам с перерассеянием входящих и выходящих протонов. Выведена явная формула для бесконечной суммы парциальных амплитуд с последовательным перерассеянием выходящих протонов. Улучшенное описание многократного перерассеяния важно для более точной оценки эффекта цветовой прозрачности (ЦП) [33].

Неопределенность в эффекте ЦП, обусловленная выбором волновой функции дейтрона при больших импульсах, изучена для реакции $d(p, pp)n$ при $p_{lab} = 15$ ГэВ/c, вызванной жестким упругим pp-рассеянием. Показано, что для поперечных импульсов спектаторного нейтрона менее 0,4 ГэВ/c выбор волновой функции дейтрона не может повлиять на идентификацию эффекта ЦП. Ввиду предстоящего эксперимента SPD NICA предлагается простой способ изучения ЦП в dd-столкновениях, основанный на идентификации квазисвободных pd-взаимодействий [34].

Теория сложных систем и перспективных материалов

Исследования в 2025 г. проводились в рамках следующих проектов:

- «Комплексные материалы»;
- «Наноструктуры и наноматериалы»;
- «Математические модели статистической физики сложных систем»;
- «Методы квантовой теории поля в сложных системах».

Показано, что результаты неупругого нейтронного рассеяния и их анализ определенно указывают на наличие сильного взаимодействия Китаева в соединении с магнитными ионами кобальта на гексагональной решетке $BaCo_2(AsO_4)_2$. Предложенная модель магнитного гамильтониана описывает все доступные данные нейтронного рассеяния в поляризованной фазе материала в большом внешнем магнитном поле. Расчеты с помощью метода DMRG находятся в полном согласии с необычным основным состоянием материала «двойной зигзаг» и величиной поля насыщения [35].

Найдены и объяснены скейлинговые соотношения для динамики плотности турбулентного бозе-эйнштейновского конденсата [36].

Показано, что квантовые флуктуации принципиально изменяют как основное состояние, так и динамику возбуждений ферромагнитной модели Китаева–Гейзенберга на треугольной решетке даже в тех случаях, когда классическое основное состояние выглядит тривиальным [37].

Проведена классификация стохастических систем взаимодействующих частиц на одномер-

7–10 июля. Участники 2-го международного рабочего совещания «Сверхпроводящие и магнитные гибридные структуры»

20–25 июля. Международная школа «Перспективные методы современной теоретической физики: интегрируемые и стохастические системы»

ной целочисленной решетке с частицами одного вида и взаимодействием ближайших соседей. Классификация проведена в предположении, что системы допускают построение функций марковской дуальности, а также что их двухчастичные генераторы удовлетворяют соотношениям алгебры Гекке. В результате построен целый набор систем с различными взаимодействиями, для которых с помощью формализма марковской дуальности дано полное описание стационарных состояний [38].

Путем анализа нескольких моделей d-мерных фермионов ($d = 1, 2, 3$) показано, что нули Ли–Янга функции распределения в пределе $T = 0$ определяют $(d - 1)$-мерное квантовое критическое многообразие (поверхность Ферми). Его появление или перестройка представляют собой фазовый переход. Был введен нелокальный параметр порядка, пропорциональный d-объему моря Ферми. Показано, что такое предположение согласуется со всеми соотношениями скейлинга. Обнаруженный класс универсальности не зависит от взаимодействий и полностью определяется топологическими свойствами поверхности Ферми [39].

Изучены структурная характеристика и магнитные свойства серии двух- и трехъядерных антиферромагнитных комплексов меди (II) с различными связующими лигандами. В исследовании используются антиферромагнитные теоретические модели и экспериментальные данные для анализа магнитных характеристик, включая уровни намагниченности, магнитную восприимчивость и энтропию запутанности. Результаты показывают значительные изменения в характере намагниченности комплексов, выявляются отчетливые плато намагниченности и точки насыщения, которые также демонстрируют поведение энтропии запутанности, что позволяет получить представление о квантовом поведении этих металлосодержащих соединений со спином 1/2 при низких температурах. Эти результаты подчеркивают важность дизайна лиганда для настройки магнитных свойств комплексов меди (II) [40].

Рассмотрено комплексное рациональное вырождение гиперболической модели Руджинарса, возникающее в пределе $w_1 + w_2 \to 0$ (или $b \to i$ в $2d$-конформной теории поля). Детально исследована двухчастичная система. Соответствующие волновые функции описываются комплексной гипергеометрической функцией в представлении Меллина–Барнса. Установлены их дуальное интегральное представление и зеркальная симметрия по константе связи. Кроме того, рассмотрен комплексный предел гиперболического Q-оператора Бакстера. Другое комплексное вырождение получено в специальном пределе $w_1 + w_2 \to 0$ (или $b \to 1$). Дополнительно описаны два новых вырождения к комплексным моделям типа Калоджеро–Сазерленда [41].

Проведено теоретическое исследование поведения электропроводности в перспективном материале — поликристаллическом графене. Показано, что роль границ зерен в подавлении электрического транспорта может существенно возрастать в широкой области температур с уменьшением их размера. Также было обнаружено, что границы зерен могут заметно подавлять электрический транспорт даже при комнатной температуре в случае, если имеются сбои в углах разориентировки границ зерен. Кроме того, было показано, что наблюдаемое в экспериментах специфическое поведение удельного сопротивления в поликристаллическом графене может быть объяснено, если учитывать также

рассеяние на резонансных примесях. Дано объяснение асимметрии в поведении удельного сопротивления как функции приложенного напряжения [42].

Топологические свойства материалов с сильной электрон-электронной (э-э) корреляцией представляют большой интерес в связи с огромным успехом в синтезе низкоразмерных материалов, в которых нельзя пренебречь э-э корреляцией. Предложен математически обоснованный метод для исследования топологических свойств в пределе большой э-э корреляции ($U = \infty$). С использованием этого метода получена топологическая фазовая диаграмма для модели БКШ–Хаббарда на квадратной решетке. Данный метод достаточно общий, чтобы его можно было применить к другим одно- и двумерным гамильтонианам в пределе $U = \infty$ [43].

Теоретически исследована электронная подвижность, ограниченная фононами, для недавно синтезированного аллотропа углерода — двумерного бифенилена. Проведен расчет квазиодномерных структур, полученных в эксперименте. Обнаружено, что в них происходит линейный рост подвижности с увеличением ширины ленты. В двумерном бифенилене выявлена сильная анизотропия электронной проводимости и подвижности. А именно в кристаллографическом направлении, соответствующем 1D-структурам, величина подвижности составляет 10^2 см^2/(В · с), в то время как в перпендикулярном направлении она на порядок выше. Вычисления были проведены с помощью метода неортогональной сильной связи [44].

На базе микроскопического фермионного действия с помощью функциональной ренормгруппы исследован сверхтекучий фазовый переход в $SU(N)$-симметричном ферми-газе. Получены количественные результаты для критической температуры сверхтекучего перехода, а также для скачков энергетической щели и плотности энтропии как функций N. Эти результаты можно напрямую проверить в будущих экспериментах [45].

Общий эпидемический процесс является парадигматической моделью в неравновесной статистической физике, демонстрирующей непрерывный фазовый переход между активным и поглощающим состояниями. Универсальность динамической изотропной перколяции отражает ее универсальные свойства, которые были количественно изучены с помощью теоретико-полевой модели, дополненной пертурбативным анализом ренормализационной группы. Главная цель состояла в вычислении критического динамического показателя z в трехпетлевом приближении. Это позволило завершить количественное описание класса динамической изотропной перколяции в этом порядке теории возмущений. Вычисления выполнены в рамках размерной регуляризации с минимальной схемой вычитания, а фактические пертурбативные разложения проведены по формально малому параметру ε, где $\varepsilon = 6 - d$ является отклонением от верхней критической размерности, равной 6 [46].

Представлен двухпетлевой теоретико-полевой анализ несжимаемой спиральной магнитогидродинамики (МГД) в полностью развитой стационарной турбулентности. Ключевой особенностью спиральной МГД является появление инфракрасно-неустойчивого «массоподобного» члена в петлевых диаграммах функции магнитного отклика. Физически этот член соответствует возмущению джоулева затухания, пропорциональному $\nabla \times b$ (b — магнитное поле). Его присутствие дестабилизирует тривиальное основное

Санкт-Петербург, 6–10 октября. 8-я конференция «Модели в квантовой теории поля», ученики и коллеги А. Н. Васильева. *Фото ученого секретаря MQFT-2025 Н. Гулицкого (СПбГУ)*

23–27 июня. Участники рабочего совещания ЮАР–ОИЯИ по теоретической и вычислительной физике

состояние $b = 0$ и заставляет искать механизм стабилизации системы. Показано, что такая стабилизация может быть достигнута двумя способами: 1) путем введения в уравнение индукции внешнего массоподобного параметра, который точно компенсирует эти опасные петлевые поправки (кинематический режим); 2) посредством спонтанного нарушения вращательной симметрии, приводящего к новому основному состоянию с ненулевым крупномасштабным магнитным полем (режим турбулентного динамо). В последнем случае вычислена двухпетлевая поправка к спонтанно генерируемому магнитному полю и показано, что возникают поправки типа бозона Голдстоуна к альвеновским модам наряду с некоторыми другими анизотропными структурами. Полученные результаты также подтверждают, что возникающее среднее магнитное поле приводит к более крутому наклону спектра магнитной энергии со степенным показателем по сравнению со спектром скоростей Колмогорова −11/3, тем самым нарушая равнораспределение энергии [47].

Исследована модель анизотропной системы с самоорганизованной критичностью, предложенная Хуа и Кардаром, погруженная в изотропную случайную среду, движение которой описывается стохастическим уравнением Навье–Стокса со случайной возбуждающей силой достаточно общего вида, которая включает как член, описывающий случайное встряхивание системы, так и нелокальную часть со степенным спектром, описывающую в предельном случае турбулентную жидкость. Благодаря взаимодействию изотропных и анизотропных компонент системы, ренормгрупповые уравнения модели предсказывают богатую картину возможных режимов асимптотического поведения. В частности, к ним относятся перенос вещества развитой турбулентностью жидкости и случай изотропного перемешивания вещества. Соответствующие этим режимам скейлинговые показатели вычислены точно. Показано существование еще одного возможного асимптотического режима, не обнаруживаемого в главном порядке теории возмущений. Он соответствует случаю, когда взаимодействие Хуа–Кардара и перенос вещества турбулентной жидкостью одновременно существенны [48].

Современная математическая физика: гравитация, суперсимметрия и струны

Исследования по теме в 2025 г. были сосредоточены на следующих направлениях:

- «Квантовые группы и интегрируемые системы»;
- «Суперсимметрия»;
- «Квантовая гравитация, космология и струны».

С использованием расщепленных операторов Казимира найдено разложение антисимметричной части пятой степени присоединенного представления $ad^{\otimes 5}$. Построенное разложение включает помимо представлений, появляющихся в разложении $ad^{\otimes 4}$, только одно новое представление X_5, размерность которого была предсказана в работе A. J. Macfarlane, H. Pfeiffer

(J. Phys. A: Math. Gen. 2003. V. 36. P. 2305). Полученное разложение справедливо для всех простых алгебр Ли [49].

В 2025 г. произошел прорыв в исследованиях лагранжевой геометрии многообразий Грассмана Gr(r, n): были построены примеры лагранжевых подмногообразий типа Миронова для всех степеней однородности $k = 0,\ldots, n - r$, более того, доказано, что все эти лагранжевы подмногообразия являются гамильтоново-минимальными, как в классической работе Миронова для проективных пространств [50].

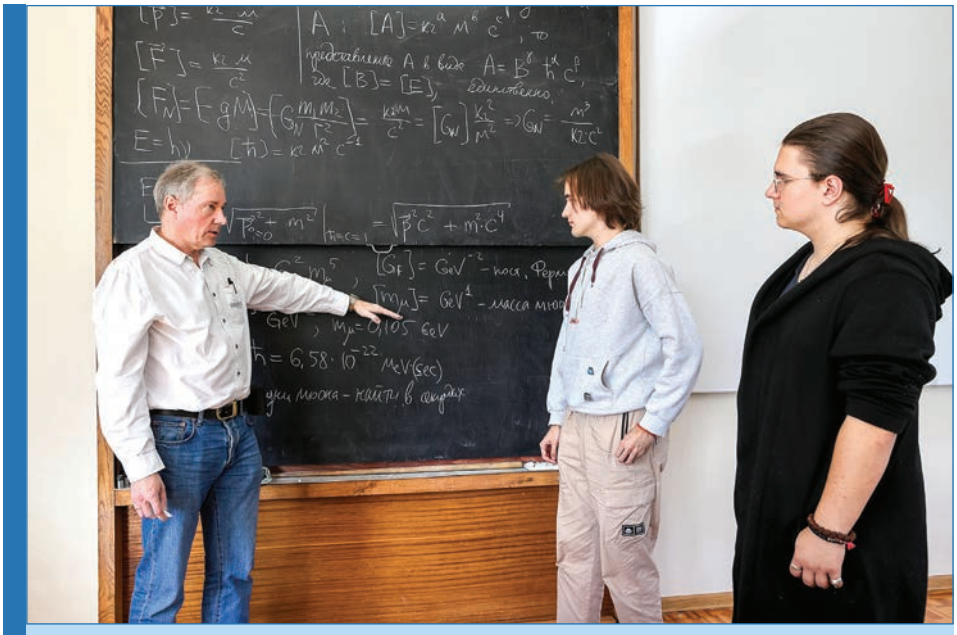
Построена новая модель 4D, $N = 1$ суперчастицы непрерывного спина в плоском и искривленном суперпространствах. Получен полный набор связей в этих моделях. Условие согласованности для связей накладывает ограничение на супергеометрию, согласно которому она должна быть плоской или представлять собой суперпространство AdS. Доказано, что, в отличие от плоского случая, в AdS только одна фермионная связь является связью первого рода. Кроме того, приведен обзор BRST-подхода для построения калибровочно-инвариантного лагранжиана для массивных бозонных полей высшего спина. Эти работы продолжают исследования в рамках развиваемого авторами нового подхода к описанию частиц бесконечного спина и полей высшего спина [51].

Представлено описание $N = 2$ мультиплета гравитино в гармоническом суперпространстве. Построено инвариантное суперполевое действие, в котором аналитическому препотенциалу гравитино может быть придана геометрическая интерпретация как дополнительных вельбайнов в ковариантной гармонической производной. Приведена гармоническая формулировка $N = 2$ гипермультиплета на фоне AdS исходя из реализации 4D, $N = 2$ суперконформной группы $SU(2,2|2)$ на координатах аналитического суперпространства. В подходе гармонического суперпространства построено суперконформное действие для $N = 2$ вейлевского супермультиплета. Эти работы продолжают исследования по описанию $N = 2$ суперсимметричных теорий в рамках гармонического подхода, предложенного в ЛТФ ОИЯИ [52].

Дана гамильтонова формулировка новой модели $N = 8$ суперсимметричной механики. Показано, что она обладает динамической $N = 8$ суперконформной симметрией $osp(8|2)$. Данная модель была обобщена на $N = 8$ суперсимметричные механики, ассоциированные с алгебрами $F(4)$, $osp(4^*|4)$ и $su(1,1|4)$. Показано, что бозонные части гамильтонианов всех этих моделей описывают свободные частицы на конусах, тогда как фермионные части отвечают энергии спин-орбитального взаимодействия [53].

Продемонстрирована важность релятивистских поправок при анализе стабильности (2 + 1)-мерного нетопологического солитона в модели с квадратичным самодействием в низкоэнергетическом пределе. Ненарушенная конформная инвариантность соответствует дополнительному вырождению спектра и позволяет получить точные аналитические результаты для энергии и углового момента стационарных решений. Построены новые регулярные гравитирующие нетопологические солитонные решения $U(1)$-калибровочной $O(3)$-сигма-модели с обычным кинетическим членом и с простым потенциалом нарушения симметрии в (3 + 1)-мерном асимптотически плоском пространстве [54].

Предсказан новый физический эффект — электромагнитный отклик, возникающий при импульсивном гравитационном воздействии на компактный источник электромагнитного поля. Показано, что данный эффект представляет но-



Сентябрь. На лекции по квантовой теории поля

18 декабря. Мемориальный семинар, посвященный 95-летию со дня рождения А. Н. Тавхелидзе

вую разновидность переходного излучения, которое возникает на светоподобной границе, разделяющей области пространства-времени с различающейся гравитационной памятью. На основе этого физического эффекта предложена новая модель возникновения наблюдаемых быстрых радиовсплесков, объясняющая две ключевые характеристики этого явления: связь с магнитарами и миллисекундную длительность. Вычисленный отклик магнитосферы магнитара на импульсивное гравитационное воздействие имеет характеристики, удовлетворяющие наблюдениям [55].

Рассмотрен эффект Казимира в (1 + 1)-мерной модели с критической модой. Такая мода приводит к образованию конденсата, описываемого нелинейным уравнением Гросса–Питаевского. В конденсате существуют два источника силы Казимира: один — традиционный, возникающий из-за флуктуаций, другой — вытекающий из самого конденсата. Рассмотрены три простые модели, допускающие решения для конденсата в терминах эллиптических функций Якоби. Также исследован метод получения приближенных решений и показана область его применимости. Во всех трех примерах вычислена энергия конденсата. В одном примере с конечным интервалом с граничными условиями Робина, с одной стороны, и условиями Дирихле, с другой стороны, вычислены энергия вакуума и сила Казимира. Существует конкуренция между силами, обусловленными конденсатом и флуктуациями. Сила от конденсата всегда является отталкивающей [56].

ДУБНЕНСКАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ ШКОЛА СОВРЕМЕННОЙ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ (DIAS-TH)

В рамках образовательной программы DIAS-TH в 2025 г. были организованы две школы для студентов, аспирантов и молодых ученых.

С 30 июня по 4 июля проходила международная школа теоретической физики «Сложные системы и перспективные материалы». Ее научная программа охватывала ключевые направления современной физики конденсированного состояния, включая актуальные вопросы магнетизма, дираковские и вейлевские системы, квантовый транспорт, методы машинного обучения, атомистическое моделирование и теорию ренормализационной группы. Формат школы сочетал интенсивные курсы лекций от ведущих специалистов с обязательными для молодых ученых и аспирантов краткими устными докладами. В ней участвовали 9 лекторов и 45 слушателей из ведущих научных центров и университетов Дубны, Москвы, Санкт-Петербурга, Новосибирска, Томска, Екатеринбурга, Твери, Самары и Минска.

20–25 июля на традиционной международной летней школе «Передовые методы современной

теоретической физики: интегрируемые и стохастические системы» были представлены курсы лекций о теоретико-полевых, функциональных и статистических методах, которые используются при изучении неравновесных квантовых и классических систем, а также обсуждались актуальные вопросы теории интегрируемых систем. В работе школы приняли участие более 60 человек из ведущих научных центров и вузов Дубны, Москвы, Санкт-Петербурга, Новосибирска, Самары, Екатеринбурга и Минска.

КОНФЕРЕНЦИИ, СОВЕЩАНИЯ, СОТРУДНИЧЕСТВО

В 2025 г. было организовано 12 конференций и рабочих совещаний и три школы для студентов и молодых ученых:

• международное рабочее совещание «Проблемы современной математической физики», 10–14 февраля, Дубна;

• рабочее совещание «Универсальное описание алгебр Ли, теория Вожеля, приложения», 21–24 апреля, Дубна;

• международное рабочее совещание «Бесконечная и конечная ядерная материя», 12–16 мая, Дубна;

• рабочее совещание «Квантовый и низкоразмерный магнетизм», 19–20 мая, Дубна;

• рабочее совещание «Физика на будущих электронно-позитронных коллайдерах высоких энергий», 5 июня, Дубна;

• совместное рабочее совещание ЮАР–ОИЯИ по теоретической и вычислительной физике, 23–27 июня, Дубна;

• международная школа «Сложные системы и перспективные материалы», 30 июня – 4 июля, Дубна;

• 2-е международное рабочее совещание «Сверхпроводящие и магнитные гибридные структуры», 7–10 июля, Дубна;

• международная школа «Перспективные методы современной теоретической физики: интегрируемые и стохастические системы», 20–25 июля, Дубна;

• рабочее совещание «Взаимосвязь гравитации и сильных взаимодействий», 8–9 августа, Дубна;

• международная конференция «Прогресс в квантовой теории поля», 11–15 августа, Дубна;

• 13-е совместное рабочее совещание ИТФ/Академия наук Китая – ЛТФ/ОИЯИ по физике сильновзаимодействующих систем, 17–22 августа, Алматы, Казахстан;

• онлайн-школа «Молекулярное моделирование и моделирование материалов», 26–29 августа;

• 26-й Международный Балдинский семинар по проблемам физики высоких энергий «Релятивистская ядерная физика и квантовая хромодинамика», 15–20 сентября, Дубна;

• международный семинар «Симметрии: Болгария–Армения–Дубна», 20–24 октября, Ереван, Армения.

КОМПЬЮТЕРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

В 2025 г. приобретено 12 новых ПК с процессорами Intel Core Ultra 7 для установки на рабочих местах. Обновлены лицензии на использование в сети ЛТФ новейших версий программ Maplesoft Maple и OriginLab OriginPro. На год продлены подписки на обновления и техническую поддержку этого ПО. На серверах ЛТФ установлена современная версия программы Maplesoft Maple. Введен в строй новый файловый сервер tfsn.jinr.ru. Для поддержки вычислений с использованием графических процессоров на сервере theor4.jinr.ru установлен GPU Nvidia A30. Заменены устаревшие сетевые коммутаторы. В беспроводной сети увеличено количество точек доступа стандарта 802.11ax (WiFi-6).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Filippov V. A., Iakhibbaev R. M., Tolkachev D. M.* // Class. Quant. Grav. 2025. V. 42. 145006.
2. *Bork L. V., Lee R. N., Onishchenko A. I.* // JHEP. 2025. V. 2025. P. 107.
3. *Borlakov A. T., Kazakov D. I.* // Eur. Phys. J. C. 2025. V. 85. P. 1000.
4. *Buchbinder I. L., Iakhibbaev R. M., Kazakov D. I., Tolkachev D. M.* // Phys. Lett. B. 2025. V. 866. 139524; *Buchbinder I. L., Iakhibbaev R. M., Kazakov D. I., Mukhaeva A. I., Tolkachev D. M.* // JHEP. 2025. V. 2025. P. 110.
5. *Bednyakov A. V.* // JHEP. 2025. V. 2025. P. 081.
6. *Berezhnoy A., Lucha W., Melikhov D.* // Phys. Rev. D. 2025. V. 111. 075035.
7. *Issadykov A., Ivanov M. A., Nguyen D. K. N., Tran C. T., Tyulemissova A., Tyulemissov Z.* // Phys. Rev. D. 2025. V. 112. 094041.
8. *Alighanbari S., Schenkel M. R., Korobov V. I., Schiller S.* // Nature. 2025. V. 644. P. 69.
9. *Korobov V. I.* // Phys. Rev. A. 2025. V. 112. 022813; 022808.

10. *Deka M., Dvornikov M.* // Mod. Phys. Lett. A. 2025. V. 40. 2530013.
11. *Arbuzova E. V., Dolgov A. D.* // Eur. Phys. J. C. 2025. V. 85. P. 1362.
12. *Levashko N. M., Kuzmin K. S., Krivoruchenko M. I.* // Phys. Atom. Nucl. 2025. V. 88. P. 137; Phys. Rev. D. 2025. V. 111. P. 1.
13. *Ya-Ping Xie, Goloskokov S. V.* // Eur. Phys. J. C. 2025. V. 85. P. 680.
14. *Lapygin D. D., Prokhorov G. Y., Teryaev O. V., Zakharov V. I.* // Phys. Rev. D. 2025. V. 112. 065012.
15. *Lyubovitskij V. E., Zhevlakov A. S., Anikin I. A.* // Phys. Rev. D. 2025. V. 112. 054023.
16. *Osipov A. A.* // Phys. Rev. D. 2026. V. 113. 014034; JETP. 2025. V. 141. P. 103.
17. *Volkov M. K., Pivovarov A. A., Nurlan K.* // Nucl. Phys. A. 2025. V. 1054. 122992.
18. *Zykunov V. A.* // Phys. Atom. Nucl. 2025. V. 88. P. 112.
19. *Braguta V. V., Chernodub M. N., Roenko A. A.* // Phys. Rev. D. 2025. V. 111. 114508.
20. *Voskresensky D. N.* // Phys. Rev. D. 2025. V. 111. 036022;
Bordag M., Voskresensky D. N. // Phys. Rev. D. 2025. V. 112. 085026.
21. *Ivanov Yu. B.* // Phys. Rev. C. 2025. V. 112. 014902.
22. *Dzhioev A. A., Antonenko N. V.* // Phys. Rev. C. 2025. V. 112. 034333.
23. *Nesterenko V. O., Mardyban M. A., Repko A., Jolos R. V., Reinhard P.-G., Dzhioev A. A.* // Phys. Rev. C. 2025. V. 111. 064322.
24. *Ganev H.* // Nucl. Phys. A. 2025. V. 1062. 123162.
25. *Chen Y., Chen Q. B., Jolos R. V.* // Phys. Rev. C. 2025. V. 111. 064313.
26. *Pasca H., Adamian G. G., Antonenko N. V.* // Phys. Lett. B. 2025. V. 870. 139943.
27. *Moiseev N. S., Antonenko N. V., Adamian G. G.* // Phys. Rev. C. 2025. V. 112. 034607.
28. *Rahmatinejad A., Shneidman T. M., Adamian G. G., Antonenko N. V.* // Phys. Rev. C. 2025. V. 111. 064621.
29. *Pershina V., Iliaš M.* // Molec. Phys. 2025. V. 10. e2573831.
30. *Melezhik V. S., Shadmehri S.* // J. Chem. Phys. 2025. V. 162. 174304.
31. *Vaandrager P., Lekala M. L., Rakityansky S. A.* // Eur. Phys. J. A. 2025. V. 61. P. 79.
32. *Kaptari L. P., Lashkevich V. I., Solovtsova O. P.* // Phys. Rev. D. 2025. V. 112. 073008; Phys. Part. Nucl. 2025. V. 56. P. 259.
33. *Larionov A. B.* // Eur. Phys. J. A. 2025. V. 61. P. 160.
34. *Larionov A. B.* // Phys. Part. Nucl. 2025. V. 56. P. 381.
35. *Maksimov P. A., Jiang S., Regnault L. P., Chernyshev A. L.* // Phys. Rev. Lett. 2025. V. 135. 066703.
36. *Moreno-Armijos M. A., Fritsch A. R., Garcia-Orozco A. D., Sab S., Telles G., Zhu Y., Madeira L., Nazarenko S., Yukalov V. I., Bagnato V. S.* // Phys. Rev. Lett. 2025. V. 134. 023401.
37. *Kesharpu K. K., Maksimov P. A.* // Phys. Rev. B. 2025. V. 112. 054416.
38. *Povolotsky A., Pyatov P., Tribe R., Westbury B., Zaboronski O.* // Ann. de l'Institut Henri Poincare (B). Probabilites et statistiques. 2025. V. 61. P. 967.
39. *Chitov G. Y.* // Phys. Rev. B. 2025. V. 112. 075147.
40. *Rojas O., Mirzoyan G., Adamyan Z., Papoyan V. V., Amatuni G., Ananikian N.* // Sci. Rep. 2025. V. 15. 11758.
41. *Belousov N. M., Sarkissian G. A., Spiridonov V. P.* // Natural Sci. Rev. 2025. V. 2. 100503.
42. *Krasavin S. E., Osipov V. A.* // J. Appl. Phys. 2025. V. 137. 134301.
43. *Kesharpu K. K., Kochetov E. A., Ferraz A.* // J. Phys.: Cond. Matt. 2025. V. 37. 425601.
44. *Катков В. Л., Осипов В. А.* // Письма в ЖЭТФ. 2026. Т. 123. С. 2.
45. *Kalagov G.* // Phys. Rev. B. 2025. V. 111. 214523.
46. *Hnatič M., Kecer M., Kompaniets M. V., Lučivjanský T., Mižišin L., Molotkov Y. G.* // Phys. Rev. E. 2025. V. 112. 014113.
47. *Hnatič M., Lučivjanský T., Mižišin L., Molotkov Yu., Ovsiannikov A.* // Phys. Rev. E. 2025. V. 112. 015211.
48. *Antonov N. V., Kakin P. I., Lebedev N. M., Luchin A. Yu.* // Nucl. Phys. B. 2025. V. 1018.
49. *Исаев А. П., Кривонос С. О.* // Изв. РАН. Сер. мат. 2025. Т. 89. С. 3.
50. *Тюрин Н. А.* // Изв. РАН. Сер. мат. 2025. Т. 89. С. 146.
51. *Buchbinder I. L., Fedoruk S. A.* // Phys. Lett. B. 2025. V. 868. 139810; Nucl. Phys. B. 2025. V. 1019. 117135; *Buchbinder I. L., Fedoruk S. A., Krykhtin V. A.* // Natural Sci. Rev. 2025. V. 2. 100301.
52. *Ivanov E., Zaigraev N.* // Phys. Lett. B. 2025. V. 862. 139333; Phys. Lett. B. 2025. V. 871. 139964.
53. *Khastan E., Krivonos S., Nersessian A.* // Intern. J. Mod. Phys. A. 2025. V. 40. 2450165;
Krivonos S., Nersessian A. // Phys. Lett. B. 2025. V. 863. 139373; Phys. Rev. D. 2025. V. 111. 125025.
54. *Galushkina Y., Kim E., Nugaev E., Shnir Y.* // Phys. Rev. D. 2025. V. 112. 076019;
Mikhaliuk A., Shnir Y. // Phys. Rev. D. 2025. V. 112. 025015;
Ferreira L. A., Mikhaliuk A., Shnir Y. // Phys. Rev. D. 2025. V. 112. 025003.
55. *Fursaev D. V., Davydov E. A., Tainov V. A.* // JCAP. 2025. V. 10. P. 008.
56. *Bordag M., Pirozhenko I. G.* // Intern. J. Mod. Phys. A. 2025. V. 40. 2543018.

ЛАБОРАТОРИЯ ФИЗИКИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ им. В. И. ВЕКСЛЕРА и А. М. БАЛДИНА

Дубна, 17 декабря. Открытие памятника академику А. М. Балдину

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ В РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА «НУКЛОТРОН–NICA»

В ходе реализации флагманского проекта Объединенного института ядерных исследований, нацеленного на создание, развитие и ввод в эксплуатацию узлов ускорительного комплекса «Нуклотрон–NICA», 18 января 2025 г. было проведено охлаждение бустера и начаты работы с пучками ионов He^{1+} от плазменного источника и Xe от источника Krion-6T. Были получены следующие результаты:

— обеспечены стабильная работа криомагнитной системы бустера и ускорение пучка до максимальной проектной магнитной жесткости;

— оптимизирована работа электронного охлаждения на энергии инжекции и на промежуточном столе магнитного поля, проведены измерения силы трения;

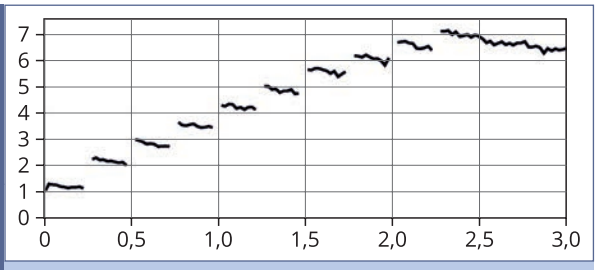


Рис. 1. Увеличение интенсивности циркулирующего пучка ионов ксенона ($^{124}Xe^{26+}$) с энергией 3,2 МэВ/нуклон при 10-кратно повторенной инжекции и электронном охлаждении. По горизонтальной оси — время в секундах, по вертикальной — интенсивность пучка в относительных единицах

— отлажено программное обеспечение для коррекции орбиты, обеспечена стабильная работа дипольных корректоров;

— выполнены измерения и оптимизация оптики канала транспортировки пучка из ЛУТИ в бустер;

— введена в эксплуатацию система синхронизации работы источника ионов, ЛУТИ и высокочастотной системы бустера при многократно повторяемой инжекции;

— реализован режим работы циклозадающей аппаратуры, обеспечивший ускорение без потерь ионов на первой кратности ВЧ-системы.

Наиболее ярким достижением стало накопление ионов в пучке при многократно повторяемой инжекции (до 10 импульсов) и электронном охлаждении с эффективностью до 70 % (рис. 1).

26 марта 2025 г. был начат первый сеанс пусконаладочных работ на комплексе NICA, призванный обеспечить совместную работу трех сверхпроводящих колец — бустера, Нуклотрона и коллайдера. Параллельно с экспериментами по ускорению пучка проводились работы по монтажу элементов системы быстрого вывода пучка из Нуклотрона, завершенные к началу июня, после чего были начаты работы по вакуумным и криогенным испытаниям обновленной структуры Нуклотрона. 10 октября реализованы перевод пучка из бустера в Нуклотрон и его ускорение в Нуклотроне до 2 ГэВ/нуклон. Были реализованы быстрый и медленный вывод пучка из Нуклотрона; последовательно, по мере сборки элементов канала транспортировки, выведенный пучок был доведен по северной ветке до точки инжекции в коллайдер. В настоящее время завершен монтаж, вакуумные и криогенные испытания кольца коллайдера, ведется подготовка всех систем коллайдера к инжекции пучка.

Завершается последовательный ввод в эксплуатацию и оптимизация режимов работы криогенного оборудования. До ноября 2025 г. установки криогенного комплекса обеспечивали одновременное криостатирование бустера и Нуклотрона. Для охлаждения бустера использовался сателлитный рефрижератор РСГ-2000/4.5 № 1.

Подготовка к физическому пуску коллайдера NICA

Гелиевые сателлитные рефрижераторы РСГ-2000/4.5 № 2 и 3 коллайдера

Москва, 2 декабря. Председатель Правительства России М. В. Мишустин и сотрудник ЛФВЭ ОИЯИ М. М. Шандов — лауреат премии Правительства России в области науки и техники для молодых ученых. *Фото: © Пресс-служба Правительства России*

В ноябре 2025 г. впервые проведено охлаждение западного полукольца коллайдера. Время охлаждения полукольца от 300 до 4,5 K с «холодной» массой 100 т составило 14 сут.

Следующим этапом стало охлаждение и криостатирование всех трех сверхпроводящих колец комплекса NICA. Охлаждение коллайдера осуществляется с помощью гелиевых сателлитных рефрижераторов РСГ-2000/4.5 № 2, 3.

В течение 2025 г., одновременно с сеансом на комплексе NICA, проводилось охлаждение сверхпроводящего магнита детектора MPD до температуры 4,5 K с последующим вводом тока и измерением магнитного поля детектора. Для работы сателлитного рефрижератора MPD мощности криогенного комплекса обеспечили циркуляцию газообразного гелия и периодическое заполнение двух 13-м^3 транспортных контейнеров-цистерн GCD3400 жидким гелием. Жидкий гелий поочередно выдавался из цистерн в сателлитный рефрижератор MPD, обеспечивая его работу.

Сотрудники ускорительного отделения ЛФВЭ в 2025 г. защитили 3 кандидатских диссертации. Основные результаты опубликованы в работах [1–6].

Проверка герметичности пучковой камеры коллайдера

Участники успешного проведения инжекции и получения устойчивой циркуляции первого пучка тяжелых ионов ксенона в коллайдере NICA

В 2025 г. было завершено создание станции длительного облучения **ARIADNA** (рис. 2) в зоне установки BM@N, позволяющей использовать остаточный пучок ионов высоких энергий в диапазоне 1–4 ГэВ/нуклон в течение нескольких месяцев для выполнения прикладных исследований [7].

Станция длительного облучения оборудована рабочим местом оператора, имеет систему оптического контроля положения пучка, ионизационную камеру, блок удаленного управления перемещением образцов и детекторов, систему видеоконтроля их расположения, сетевое оборудование [8].

В 2025 г. завершено создание и оснащение участка пробоподготовки ARIADNA в непосредственной близости от мест расположения облучательных станций для прикладных исследований.

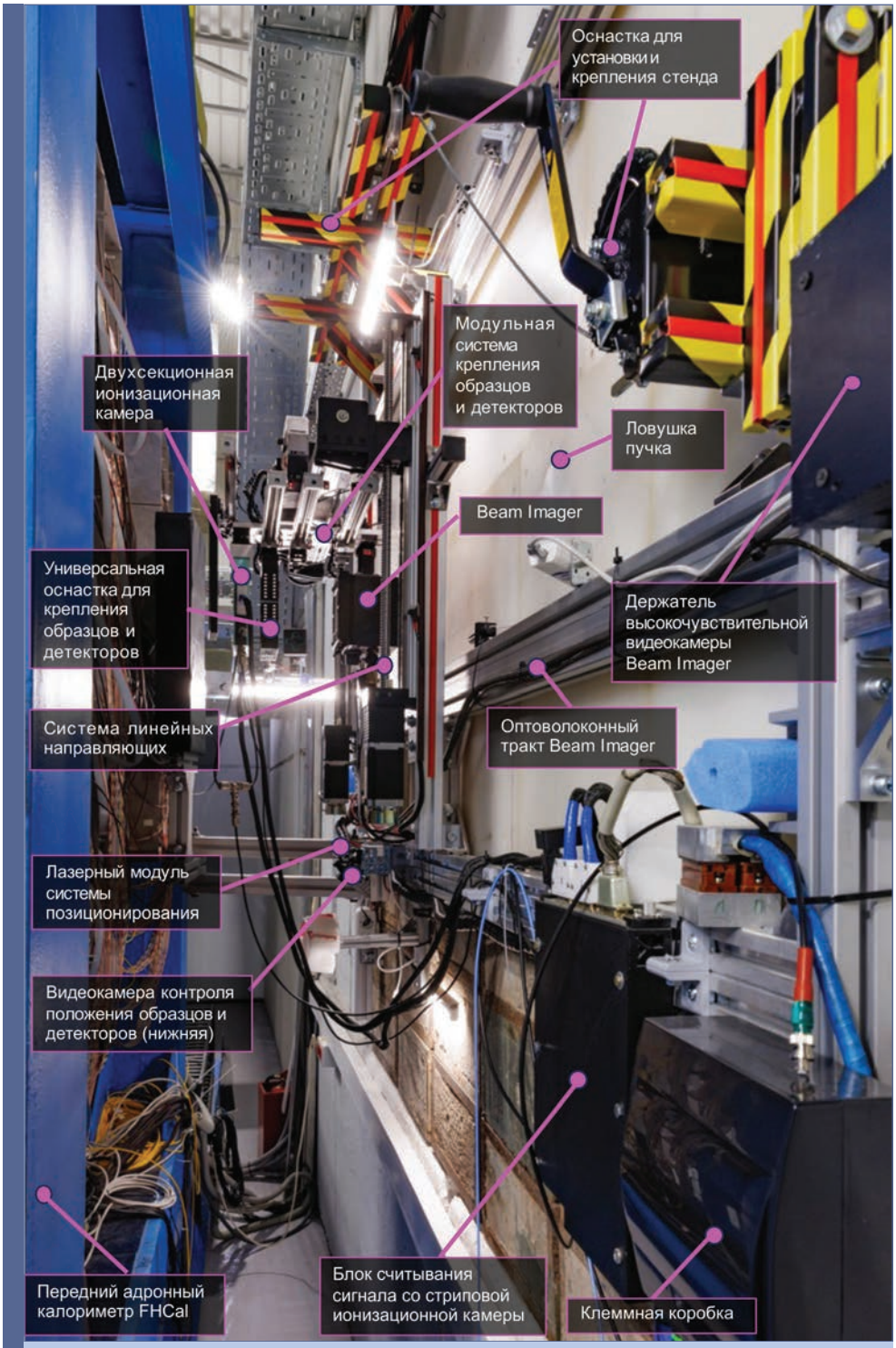


Рис. 2. Конфигурация станции длительного облучения ARIADNA

В 2025 г. были выполнены работы по комплексному исследованию обменных взаимодействий, магнитотранспортных явлений, спиновых и фазовых переходов в сложных оксидах кобальта типа $La_{1-x}Ba_xCoO_{3-d}$ — до и после электронного/ионного облучения с регулируемыми дозой, энергией и длительностью импульса [9]. Предварительные результаты показали, что облучение импульсными пучками электронов с энергией 20 МэВ приводит к трансформации кристаллической структуры и магнитотранспортных свойств в исследуемом соединении вследствие лавинообразного образования вакансий от высокоэнергетических вторичных электронов, вызывающих смещение ионов кристаллической решетки, что приводит к структурному переходу и росту объема элементарной ячейки.

В рамках проекта «Accelerator Driven Subcritical Reactor» (ADSR) продолжался теоретический анализ различных факторов, определяющих эффек-

Общий вид секций помещения участка пробоподготовки ARIADNA

тивность ADSR [10, 11]. Был исследован ряд аспектов, связанных с использованием низкоэнергетических ионных пучков, взаимодействующих в бериллиевом конвертере. Расчеты показали, что использование карбидного или нитридного топлива в ADSR предпочтительнее, поскольку это позволяет достигать высоких удельных мощностей: при значении пикового коэффициента PF ~ 2 можно достичь электрической мощности 700–800 МВт. Спроектирована мишень конвертера LETASUR (LEad Target for the study of Accelerator driven SUbcritical Reactors) [12]. Мишень представляет собой блок из свинца размерами 80 × 80 × 150 см, окруженный слоем нержавеющей стали толщиной 10 см. В свинцовом блоке имеется центральное отверстие с внутренним радиусом 10 см и длиной 120 см для размещения конвертера. Разработано и согласовано техническое задание на изготовление мишени. Эксперимент планируется проводить в экспериментальной зоне SHINE с использованием пучков протонов с энергией до 2 ГэВ, а также ионных пучков с массой до $A = 12$, энергией до 0,75 ГэВ/нуклон и интенсивностью до 10^9 $с^{-1}$.

На ускорительном комплексе NICA готовится к запуску многоцелевой детектор **MPD**. Ведется сборка корпуса время-проекционной камеры (TPC). При тестировании геометрии каркаса TPC непараллельность фланцев и высоковольтного электрода составила порядка 0,1 мм/м. Высоковольтный электрод с системой делителей напряжения испытан при напряжении 25 кВ. Все 24 камеры считывания данных (ROC-камеры) и 4 запасных изготовлены и протестированы. Установка ROC-камер (по 12 камер на каждый торец) была осуществлена в конце 2025 г. Отрабатывалась методика установки ROC-камер во фланцы TPC с помощью специальной оснастки (манипулятора) на макете.

В системе лазерной калибровки TPC, необходимой для минимизации погрешности в абсолютном измерении координат треков заряженных частиц, с помощью распределения первичного лазерного луча генерируется 8 плоскостей с 28 вторичными лазерными лучами в каждой из них. Экспериментально проверена возможность ручной юстировки всех элементов лазерной системы. С помощью лазерного треке-

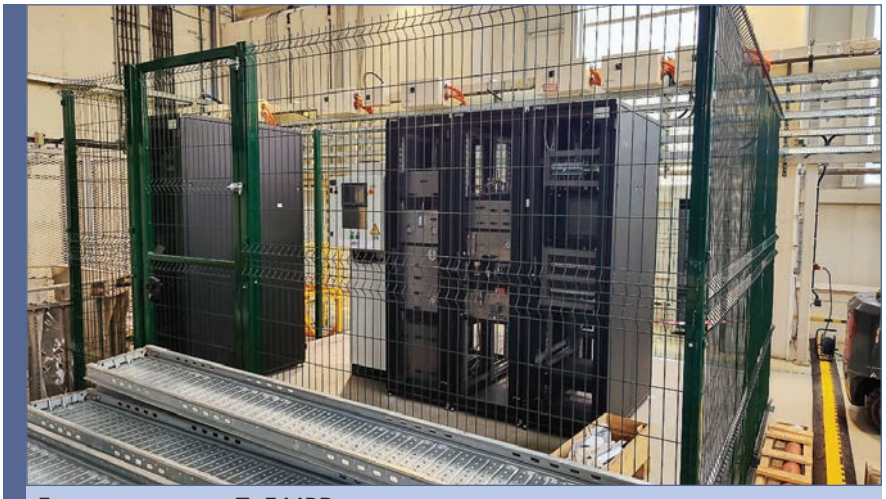
Тестирование системы лазерной калибровки на TPC для MPD

ра предварительно измерены координаты всех 224 лучей в рабочем объеме TPC.

Продолжались пусконаладочные работы на соленоидальном магните MPD. В течение года был модернизирован гелиевый стационарный трубопровод для подачи жидкого гелия с улицы по параллельной схеме от двух источников (танков). Такая организация позволила сократить потери гелия при переливе из заправочного танка в стационарный. Также при схеме параллельного подключения удается обеспечить непрерывный поток жидкого гелия без перепада давлений в системе сателлитного рефрижератора. В этот же период была разработана и установлена система стационарных мониторов магнитного поля. Она позволяет определять индукцию поля в апертуре соленоида и необходима для настройки поля после его картографирования объемным измерителем. Система представляет собой 40 датчиков, размещенных на внутренней поверхности соленоида (5 плоскостей по 8 групп датчиков). Объемный измеритель поля, изготовленный в ИЯФ им. Г. И. Будкера, был доставлен в Дубну в сентябре 2025 г., и в октябре команда ИЯФ приступила к работе по сборке и настройке измерителя. При сборке и настройке был выявлен ряд проблем с механической и электронной частью измерителя. Тем не менее в конце октября удалось провести измерение поля в одной точке на токе 730 А, показавшее погрешность измерительного блока на уровне 0,2 Гс, что укладывается в требования ТЗ для однородности поля на уровне $3 \cdot 10^{-4}$. В октябре 2025 г. в соленоид ввели ток 1050 А, что соответствует магнитной индукции 0,278 Тл. Закончены работы по измерению полной карты поля на уровне 0,2 Тл с подбором токов корректирующих катушек, до конца февраля 2026 г. выполнен полный цикл измерений карты поля от 0,3 до 0,5 Тл.

Сборка всех модулей времяпролетной системы ToF MPD была завершена в 2024 г. В настоящее время модули находятся на хранении в стеллажах и на тестовом стенде в ожидании начала установки их в MPD. Оборудование интеграции, также испытанное в 2024 г., находится в зале MPD. Предусилители накамерной электроники внутри модулей были в 2025 г. адаптированы для использования ToF в триггерных целях. На платы всех 560 усилителей установлены специальные драйверы преобразования суммарного сигнала в стандарт LVDS. С данным обновлением и новыми триггерными VME-модулями триггерная система на базе модулей ToF была успешно испытана на космическом излучении. В 2025 г. на установке MPD были приварены все рамы крепления крейтов электроники сбора данных VME-VXS. Крейты низковольтного и высоковольтного питания WIENER MPod были установлены на 3-м этаже электронной платформы. Была начата модернизация и адаптация системы медленного контроля MPD для внедрения ее в глобальную систему «Run Control». Разработан и утвержден концептуальный проект системы воздушного охлаждения ToF, разрабатывается конструкторская документация. В 2025 г. достигнут значительный прогресс в сборке газовой системы ToF MPD. Смесительная система, система рециркуляции и очистки газа были установлены на фальшпол в зале MPD. Система газораспределения смонтирована в стойках 3-го этажа электронной платформы. Все трубы и шланги подводки газа к модулям были проложены от стойки газораспределения до окон в балках ярма MPD.

Согласно проекту сборки детектора MPD, электромагнитный калориметр ECal должен быть готов к работе после завершения склейки полного комплекта 2450 модулей в 50 корзин полусекторов (плюс запасной). После сборки каждый полусектор калориметра проходит ряд длительных (до 48 ч) проверок с целью немедленного выявления и устранения возможных повреждений ячеек и ошибок при подключении электроники считывания. Работоспособность и стабильность работы отдельных ячеек проверяется с помощью светодиодной системы контроля, в которой короткие световые сигналы от Ultra Bright Blue



Газовая система ToF MPD

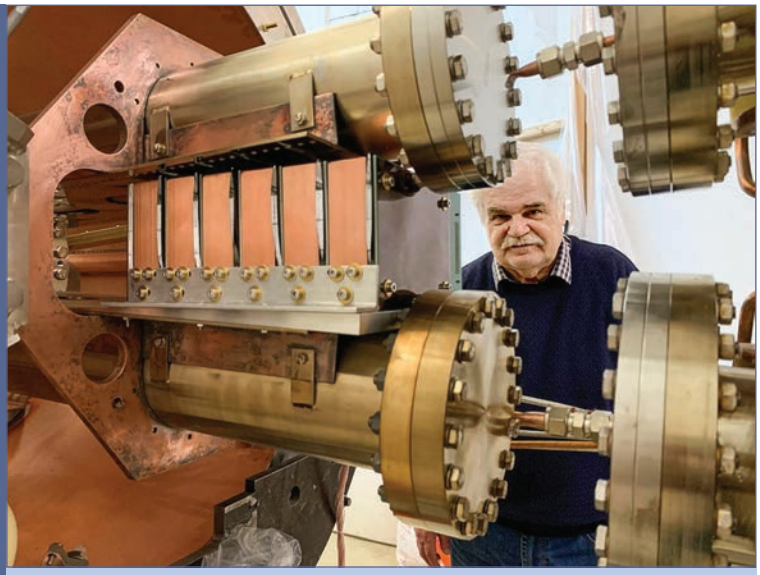
Проверка процедуры установки полусекторов ECal в силовой каркас MPD

LED светодиодов доставляются к фотодетекторам с помощью волокон бокового свечения SOF-2; стабильность указанной системы контроля была установлена на уровне лучше чем 1 % на протяжении двух недель непрерывных контрольных измерений. Правильность подключения плат электроники считывания проверяется путем наблюдения сигналов от наклонных (по отношению к вертикали) космических мюонов, а завершает тестирование первичная калибровка ячеек калориметра на сигналах от мюонов, проходящих вдоль осей ячеек.

Для установки полусекторов ECal в детектор MPD изготовлено специальное устройство и разработана процедура, проверенная на стенде, собранном на базе реальной силовой структуры MPD и реального устройства для установки полусекторов в этой структуре. Проверка показала работоспособность разработанной процедуры, но также выявила недостатки, которые следует устранить в ближайшее время. Оценки показали возможность установки двух полусекторов в день. Оптимистичный прогноз дает около месяца на установку всех 50 полусекторов.

До ввода экспериментальной установки MPD в строй ее физические возможности изучаются с использованием больших выборок смоделированных данных. Закончено создание трех больших наборов данных, соответствующих следующим конфигурациям: UrQMD, столкновения Bi + Bi при энергии $\sqrt{s_{NN}}$ = 9,2 ГэВ ($5 \cdot 10^7$ событий); DCM-QGSM-SMM ($5 \cdot 10^6$ событий) и PHQMD ($5 \cdot 10^7$ событий), столкновения ядер Xe с энергией 2,5 ГэВ/нуклон с внутренней фиксированной W-мишенью. Прохождение частиц через материалы детекторов и отклики детекторных подсистем моделировались с помощью программного пакета MpdRoot, построенного на базе GEANT4. Смоделированные данные были использованы для оценки возможностей экспериментальной установки MPD для измерения различных физических сигналов. На основе смоделированных откликов детекторов осуществлялось восстановление характеристик изначально сгенерированных частиц для определения физических возможностей экспериментальной установки, а также развития программной и компьютерной инфраструктуры эксперимента. Были получены результаты по измерению диэлектронного континуума (e^+e^-), выходу и потокам идентифицированных адронов и легких ядер. Результаты были представлены на международных конференциях и опубликованы [13–16]. Было проведено два коллаборационных совещания MPD в ОИЯИ с участием более 150 членов коллаборации.

В рамках проекта **SPD** была создана 3D модель силовой системы установки (ярмо/поглотитель, структура силовой поддержки и система перемещения) и произведены силовые расчеты с учетом как веса всей установки, так и действия магнитных сил. Продолжается подготовка участка по массовому производству детекторов MDT, на полномасштабном прототипе детектирующей плоскости мюонной системы получены стабильные стриповые сигналы. Оборудовано помещение для производства строу-детекторов. Собраны две производственные линии по изготовлению трубок длиной 12 и 5 м. Изготовлено



Сотрудник ЛФВЭ В. А. Поляков устанавливает прототип калориметра нулевого угла SPD в номинальную позицию в кольце коллайдера

и протестировано 4 малоразмерных прототипа. Выполнен цикл методических работ на пучках PS, SPS (ЦЕРН) и на протонном пучке ускорителя СЦ-1000 (ПИЯФ, Гатчина). Создан и протестирован метровый прототип строу-детекторов торцевой части установки.

Освоена технология массовой сборки модулей электромагнитного калориметра и собрано 420 модулей для торцевой части детектора, которые планируется использовать в первой фазе эксперимента. Совместно с МИФИ готовится изготовление 128-канального прототипа детектора BBC для нулевой фазы эксперимента. Отлажена технология укладки тайлов и WLS на композитную подложку детектора, начато изготовление тайлов и оптических разъемов для 128-канального прототипа BBC. Изготовлены 8- и 12-канальные платы с SiPM FC-10035. Идет тестирование системы сбора данных SPD. Получены требуемые значения по скорости передачи: около 1 Гбит/с на входе в L1 и около 10 Гбит/с на входе в L2.

Ереван (Армения), 12–16 мая. Участники 9-го совещания международной коллаборации SPD

Создан прототип центрального трекера для первой фазы эксперимента на основе детекторов Micromegas, включая прототип системы считывания и системы охлаждения. Введена в эксплуатацию распределенная система обработки данных эксперимента SPD, достигнут прогресс в разработке новой платформы SAMPO для моделирования и анализа данных эксперимента. Закуплено и вводится в эксплуатацию оборудование для начального прототипа SPD Online filter.

В 2025 г. коллаборация SPD провела два совещания: в Ереване на базе ЕрФИ и в ОИЯИ. В них приняли участие более 200 человек. По проекту SPD в 2025 г. было подготовлено и успешно защищено 18 бакалаврских и магистерских дипломов, на международных конференциях было представлено более 40 докладов и опубликовано 10 работ в реферируемых научных журналах [17–22].

В эксперименте **BM@N** продолжался анализ полученных ранее данных по взаимодействию аргона с различными мишенями при энергии 3,2 ГэВ/нуклон. Из сравнения спектров поперечной массы вторичных частиц с расчетами по модели ударной волны (Blast Wave) (рис. 3) удалось определить температуру файербола, образующегося в центральных соударениях ядер Ar + Al, Cu, Sn, Pb, — $T \sim 130$ МэВ, а также поперечную составляющую скорости расширения файербола — $\beta \sim 0{,}2c$ [23].

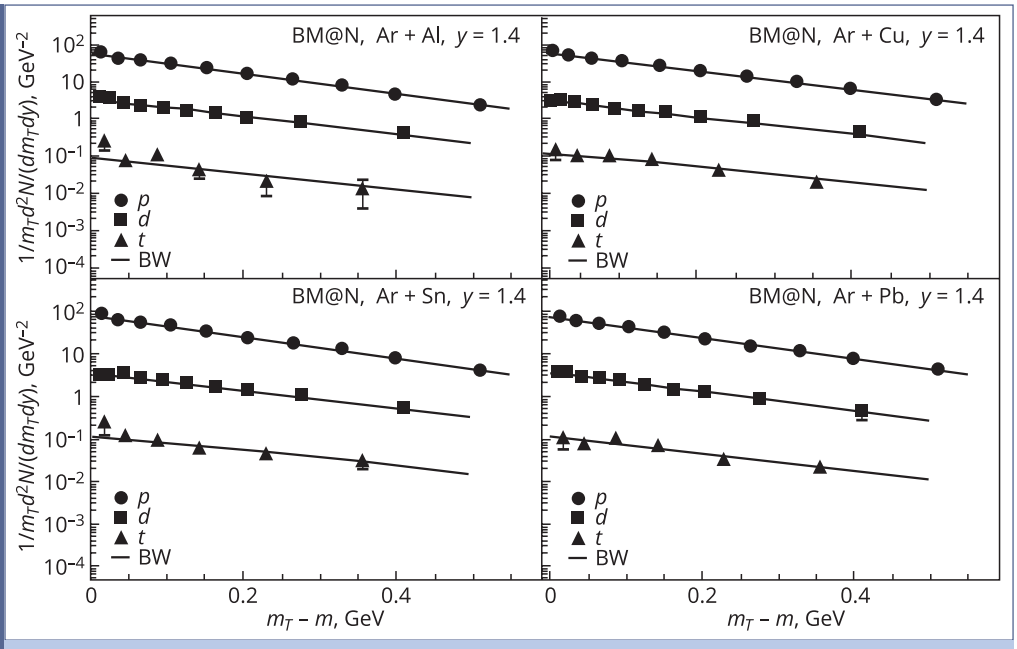


Рис. 3. Инвариантные m_T-спектры протонов, дейтронов и ядер трития в Ar + Al, Cu, Sn, Pb столкновениях с центральностью 0–40 %. Линиями обозначены расчеты по Blast Wave модели

Сотрудники сектора №2 НЭО BM@N — разработчики и создатели координатных Si-плоскостей (слева направо): Ю. А. Копылов, Д. Д. Чемезов, Е. В. Зубарев, С. В. Хабаров, Н. И. Замятин, А. И. Шереметьева, Е. А. Стрелецкая, А. В. Смирнов, О. Г. Тарасов

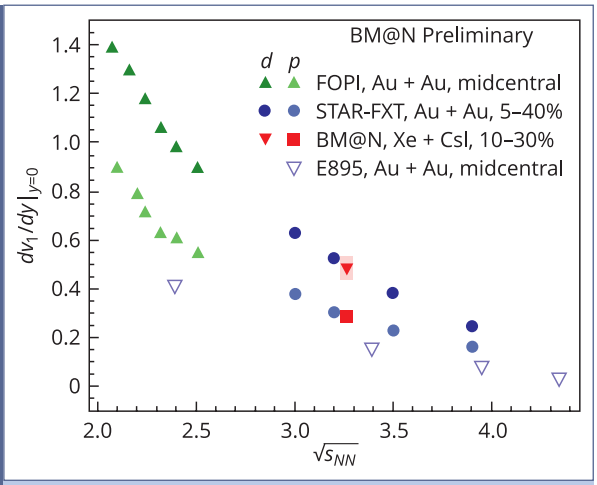


Рис. 4. Наклоны v_1 протонов и дейтронов по быстроте при $y_{см} = 0$ как функция энергии столкновения; сравнение с данными других экспериментов

Во взаимодействиях Xe + CsI при энергии 3,8 ГэВ/нуклон был измерен прямой поток v_1 протонов и дейтронов. Согласие с данными эксперимента STAR представлено на рис. 4 для величины наклона v_1 по быстроте y в центральной области быстрот ($y = 0$).

Из анализа фемтоскопических корреляций пар p–p и p–d, образованных во взаимодействиях ионов аргона с ядрами при энергии 3,2 ГэВ/нуклон, получены оценки размеров источников протонов и дейтронов — 3,3 и 3,0 фм соответственно.

В 2025 г. участники эксперимента BM@N представили более 30 докладов на международных конференциях по физике. Далее на установке BM@N планируется провести эксперименты с пучком ионов ^{124}Xe и мишенью ^{124}Sn — выполнить сканирование по энергии пучка от 1,6 до 3,0 ГэВ/нуклон.

В рамках проекта **DSS** выполнен анализ экспериментальных данных по угловым и энергетическим зависимостям дейтронных анализирующих способностей A_y, A_{yy} и A_{xx} упругого дейтрон-протонного рассеяния при энергиях дейтрона 700–1800 МэВ, полученных на внутренней мишени Нуклотрона. В рамках релятивистской модели многократного рассеяния выполнены теоретические расчеты для интерпретации полученных экспериментальных данных с учетом возбуждения дельта-изобары в промежуточном состоянии в широком диапазоне энергий и углов. Результаты работ докладывались на международных конференциях «Ядро-2025» и «SPIN-2025».

В рамках подготовки эксперимента **«ГиперНИС-SRC»** с гиперядрами на Нуклотроне был проведен ряд работ по восстановлению канала 4В в корпусе 205: восстановлен пучковый затвор канала 4В, проведена оценка влияния пучкового затвора на мощность эффективной дозы для пучков Li и d; выполнены работы по восстановлению электропитания и водоохлаждения элементов магнитной оптики канала; проведена полная замена всех сигнальных кабелей спектрометра «ГиперНИС». Подготовлено техзадание на создание экспериментальной установки для эксперимента SRC в корпусе 205 [24]. Разработаны требования к жидководородной мишени, начаты работы по ее созданию. Был продолжен анализ данных, набранных группой SRC на установке BM@N в 2022 г., с применением новых алгоритмов реконструкции, идентификации фрагментов, калибровок и коррекций сигналов. Проведено сравнение с результатами эксперимента SRC в GSI.

Планы на 2026 г. включают дальнейшее развитие установки «ГиперНИС-SRC», включая заме-

Дубна, 15 июля. Встреча молодых ученых и специалистов ОИЯИ, лауреатов премии губернатора Московской области и победителей конкурса «Социальная ипотека», с А. Ю. Воробьевым

Дубна, 6 ноября. Делегация Посольства Японии в Российской Федерации на экскурсии в ЛФВЭ

ну RPC, монтаж GEM-детекторов, создание новой жидководородной мишени и координатных детекторов для эксперимента SRC, проведение тестового сеанса и подготовку публикаций.

В эксперименте **«Фаза»** проводился анализ продольных и поперечных скоростей фрагментов промежуточной массы для фиксированных значений инвариантных поперечных сечений во взаимодействиях p (3,6 ГэВ) + Au. Получено уменьшение скорости источника при увеличении заряда фрагмента [25].

Сотрудники научно-экспериментального отдела теоретической и методической поддержки проектов (НЭОТМПП) в 2025 г. проводили экспериментальные работы на следующих ускорителях: микротрон ЛЯР, ИРЕН ЛНФ, Линак-200 ЛЯП, линейные ускорители Ереванского университета и Томского политехнического университета, а также на ускорительном комплексе NICA. Отделом были организованы и проведены работы по сканированию данных, полученных при помощи пузырьковых камер, подготовлено оборудование и материалы для музея ОИЯИ, а также создано ПО для хранения, обработки и анализа накопленных данных. Сотрудники НЭОТМПП активно участвовали в создании и запуске системы профилометров для настройки канала перевода пучков из Нуклотрона в кольца NICA; проведены работы по испытаниям нейтронного детектора нового типа и исследования в области диагностики пучка релятивистских электронов (микротрон ЛЯР). Сотрудники отдела проявили хорошую публикационную активность: 37 докладов на 13 международных конференциях и 14 статей в рецензируемых журналах, в том числе уровня Q2. Помимо прочего, отдел принимает активное участие в образовательной деятельности.

В эксперименте **BECQUEREL** продолжался поиск событий C + He в ядерных фотоэмульсиях, облученных в пучке ядер ^{16}O при импульсе 4,5 ГэВ/c на нуклон с целью проверки гипотезы о структуре $^{16}\mathrm{O}(0^+_6)$ как 4α-частичного конденсата Бозе–Эйнштейна, распадающегося на $^{12}\mathrm{C}(0^+_2)\alpha$ или $2^8\mathrm{Be}(0^+)$. Найдено и измерено 67 событий, включая 22 «белые» звезды. Изучены события диссоциации $^{14}\mathrm{N} \to 3\alpha + \mathrm{H}$ на статистике 128 событий, исследованы редкие события диссоциации $^7\mathrm{Be} \to {}^6\mathrm{Li}p$ и $^{11}\mathrm{C} \to {}^7\mathrm{Be}\alpha$. Получены указания на то, что в конусе релятивистской фрагментации могут воспроизводиться условия для протекания процессов ядерной астрофизики [26].

УЧАСТИЕ ВО ВНЕШНИХ ЭКСПЕРИМЕНТАХ

Главные усилия группы **ALICE** в ОИЯИ были сконцентрированы на изучении фемтоскопических корреляций, ультрапериферических столкновений (УПС) Pb–Pb и на развитии термальной модели образования адронов в A–A столкновениях. Предварительные результаты анализа фемтоскопических корреляций пар каонов в p–Pb взаимодействиях при энергии 5,02 ТэВ показаны на рис. 5, где представлена корреляционная функция $C(q)$ в событиях со сферичностью с $S > 0{,}7$ и в событиях с образованием струй с $S < 0{,}3$.

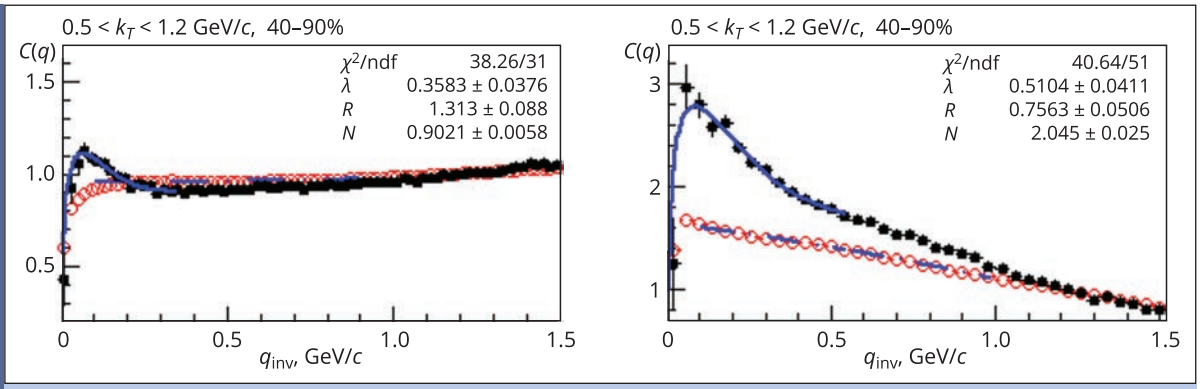


Рис. 5. Корреляционные функции пар $K^{\pm}K^{\pm}$ в p–Pb событиях с разной сферичностью

Видна сильная разница для двух случаев по форме $C(q)$ с заметным спадом при отборе струйных событий. Фемтоскопический максимум (при $q < 0{,}3$) наблюдается в обоих случаях. Красными точками приведены результаты модели DPMJET при отсутствии фемтоскопических корреляций. При фитировании получена величина R_{inv} = (1,50 ± 0,15) фм для обоих отборов по S.

Новые результаты получены при развитии феноменологической термальной модели BWTP для рождения адронов в *pp*-, *pA*- и *AA*-столкновениях. В новой версии хорошо описываются отношения выходов различных адронов в зависимости от множественности заряженных частиц в Pb–Pb столкновениях, полученные в ALICE, и данные ALICE и CMS по эллиптическому потоку v_2 для пионов, каонов, протонов и всех заряженных частиц в Pb–Pb при разных центральностях (рис. 6). Результаты докладывались на четырех международных конференциях, с активным участием группы ОИЯИ подготовлено 3 научных публикации [27–29]. В рамках подготовки предложений по модернизации детектора ALICE было проведено компьютерное моделирование полномасштабной и компактной опций электромагнитного калориметра (ECal).

В эксперименте **ATLAS** на LHC (ЦЕРН) продолжались исследования процесса ассоциированного рождения бозона Хиггса с векторным бозоном [30] и его распадом на *bb*- или *cc*-кварки. В частности, изучался процесс $ZH(bb)$, в котором Z-бозон распадается на заряженные лептоны (e/μ). Классификация сигнала и фона проводилась с использованием различных алгоритмов машинного обучения: бустированного дерева решений (BDT), искусственной нейронной сети (ANN) и глубокой нейронной сети (DNN). После обучения на событиях Монте-Карло с использованием этих моделей было установлено, что для процесса $ZH(bb)$ ANN продемонстрировала

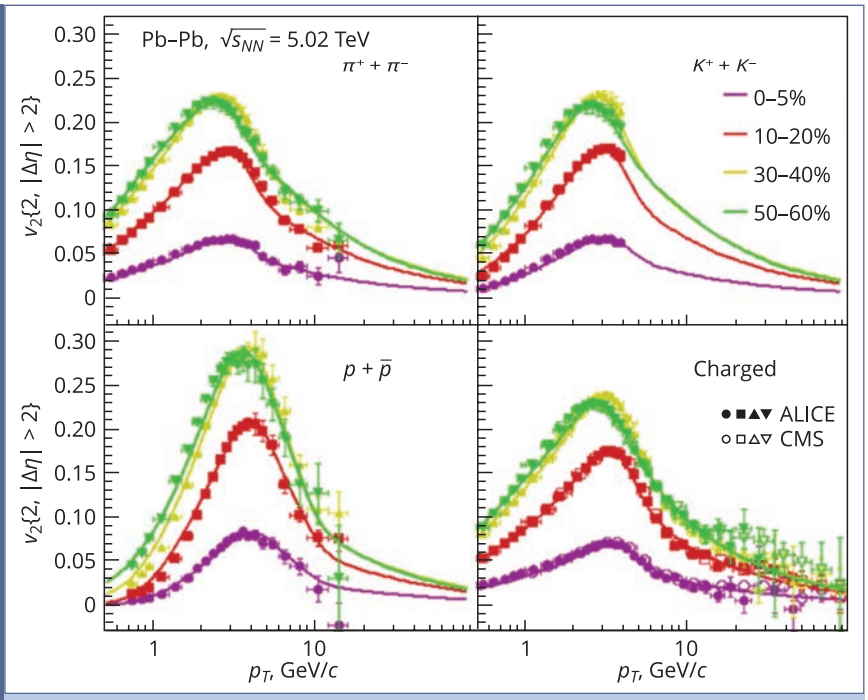


Рис. 6. Сравнение экспериментальных данных и расчетов BWTP для эллиптических потоков v_2 в Pb–Pb столкновениях

наилучшую эффективность — наибольшую значимость сигнала. Результаты исследований были представлены на XXVI Международном Балдинском семинаре в ОИЯИ и на 9-й Международной конференции «Современные тенденции в физике» в Баку.

В 2025 г. группа ОИЯИ в эксперименте **CMS** провела поиск частиц-кандидатов на роль темной материи (ТМ) в канале образования калибровочного бозона Z^0 и бозона Хиггса СМ с сопровождением большой доли недостающей энергии, получив рекордные экспериментальные модельно-независимые ограничения на сечения образования этих процессов.

В рамках двухдублетной хиггсовской модели с дополнительным пвсевдоскалярным синглетом 2HDM + *a* (рис. 7) в канале $\mu\mu$ + MET получены ограничения на массу псведоскалярного переносчика взаимодействий $m_a > 440$ ГэВ при массе дополнительного скалярного бозона Хиггса $m_H = 1000$ ГэВ. В канале $b\bar{b}$ + MET существование легкого псевдоскалярного состояния исключено с 95 % CL в области масс $m_a < 260$ ГэВ для значения отношения вакуумных ожиданий $\tan\beta = 35$, параметра смешивания CP-четных хиггсовских состояний $\sin\theta = 0{,}7$ и массы тяжелого псевдоскалярного бозона $m_A = 600$ ГэВ. В настоящее время данные ограничения являются наиболее строгими.

Сотрудники ОИЯИ принимали участие в развитии программного обеспечения эксперимента, в подготовке и проведении сеанса Run3, обеспечивали модернизацию и стабильную работу катодно-стриповых камер (CSC) торцевой части

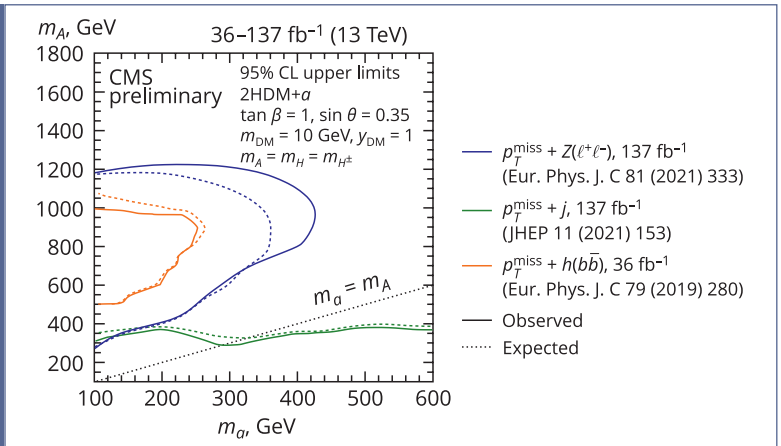


Рис. 7. Верхние пределы (95 % CL) на массу псевдоскалярного переносчика m_a в двухдублетном расширении хиггсовского сектора 2HDM + *a* с одним дополнительным псевдоскалярным синглетом. Сплошные линии — полученные в эксперименте ограничения, пунктирные — ожидаемые на данной статистике

Стенд для тестирования сенсорных модулей (кассет) калориметра HGCal

установки CMS (ME) и адронного калориметра с высокой гранулярностью (HGCal) для эффективной работы в режиме высокой светимости (HL-LHC). Продолжалось исследование характеристик мюонных детекторов в условиях работы HL-LHC на установке GIF++ на выведенном пучке мюонов ускорителя SPS. Эффекта деградации основных характеристик камер пока не наблюдается. Специалисты ОИЯИ разработали, изготовили и поставили в ЦЕРН систему тестирования сенсорных модулей (кассет) калориметра HGCal, включая программное обеспечение для реконструкции сегментов треков космических мюонов.

Теплоизолированные камеры успешно прошли испытания при температуре –30 °C, эквивалентной рабочей температуре сенсоров в HGCal. Тестируемые кассеты помещаются в стойку между двумя сцинтилляционными плоскостями, которые регистрируют космические частицы, проходящие через весь набор детекторов.

Физики ОИЯИ внесли определяющий вклад в подготовку 16 научных работ [31–34]. Результаты работ были представлены более чем в 50 докладах на различных конференциях, рабочих совещаниях, семинарах.

Неожиданный результат был получен в эксперименте **NA61/SHINE**, где было обнаружено значительное нарушение изоспиновой симметрии между *u*- и *d*-кварками при образовании каонов в столкновениях Ar + Sc [35]. Для сталкивающихся зарядово-симметричных ядер ($N = Z$) точная изоспиновая симметрия подразумевает для средних выходов образующихся заряженных и нейтральных каонов

$$R_K \approx \frac{\langle K^+\rangle + \langle K^-\rangle}{\langle K^0\rangle + \langle \overline{K^0}\rangle} = \frac{\langle K^+\rangle + \langle K^-\rangle}{2\langle K^0_S\rangle} = 1.$$

Центральные взаимодействия Ar + Sc при $\sqrt{s_{NN}}$ = 11,9 ГэВ показывают избыток заряженных каонов в (18,4 ± 6,1) % при центральной быстроте (рис. 8). Наблюдаемый эффект остается необъяснимым с помощью существующих теоретических моделей. Отклонение соответствует нарушению симметрии изоспина на уровне 4,7σ.

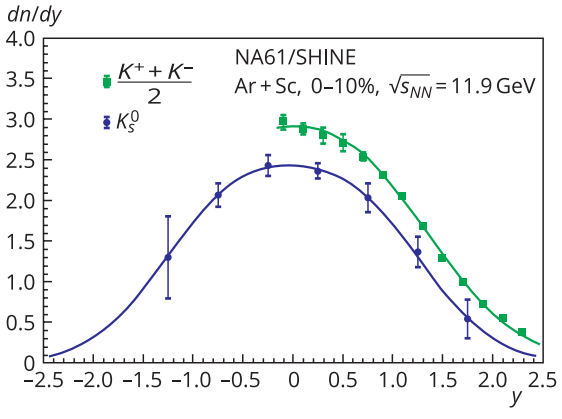


Рис. 8. Сравнение быстротных спектров нейтральных каонов и заряженных каонов при столкновениях Ar+Sc при $\sqrt{s_{NN}}$ = 11,9 ГэВ

Важное значение имеет зависимость эффекта от размера системы, позволяющая понять, является он уникальным для межъядерных взаимодействий или это общая особенность процесса адронизации. Здесь NA61/SHINE играет ключевую роль ввиду универсальности доступных в эксперименте конфигураций снаряда/мишени/энергии. Основное внимание в этих исследованиях уделяется получению каонов из-за их простой изоспиновой структуры и простоты измерений. Однако в будущем важно провести аналогичные исследования для других изоспиновых мультиплетов. Анализ других наборов данных, доступных NA61/SHINE (Xe + La и особенно высокостатистической выборки Pb + Pb, которая будет получена до конца 2026 г.), может дать более полное представление об этом эффекте.

В эксперименте NA61/SHINE продолжается систематическое изучение *hh*-, *hA*- и *AA*-взаимодействий на SPS по программе исследований сильных взаимодействий, получены новые результаты по рождению странности в столкновениях тяжелых ядер. В частности, для Pb+Pb и Au + Au в отношении K^+/π^+ наблюдается острый пик в области $\sqrt{s_{NN}}$ ~ 7–8 ГэВ, объясняемый началом деконфайнмента [36, 37].

В ходе модернизации установки группой ЛФВЭ ОИЯИ введено в эксплуатацию второе плечо времяпролетного детектора с высоким временным разрешением (50 пс), которое полностью перекрывает аксептанс установки NA61.

Продолжался анализ экспериментальных данных эксперимента **NA62**, посвященного изучению очень редкого распада заряженного каона на заряженный пион, нейтрино и антинейтрино. Опубликованы результаты измерения распада $K^+ \to \pi^+\nu\nu$, полученные с использованием данных 2021 и 2022 гг. [38]. На основе объединенных данных NA62, собранных в 2016–2022 гг., получен результат $B(K^+ \to \pi^+\nu\nu) = (13{,}0^{+3{,}3}_{-3{,}0}) \cdot 10^{-11}$. При наличии 51 кандидата на сигнал и ожидаемом фоне в 18^{+3}_{-2} событий $B(K^+ \to \pi^+\nu\nu)$ является наименьшей относительной вероятностью распада, измеренной со статистической значимостью сигнала выше уровня в 5σ.

В режиме сброса пучка эксперимент NA62 в ЦЕРН позволяет проводить поиск частиц «новой» физики, включая темные фотоны, темные скаляры и аксионоподобные частицы. Был выполнен поиск частиц, распадающихся до адронных конечных состояний, на основе анализа выборки из $1{,}4 \cdot 10^{17}$ протонов на поглотителе. Свидетельств сигнала «новой» физики не обнаружено, при этом для ряда моделей были исключены новые области параметров. Параллельно с экспериментальными работами были сконструированы и изготовлены две производственные линии по изготовлению строу-трубок длиной 12 и 5 м, опубликованы методические результаты по разработке детекторов на строу-трубках [39].

Полученные результаты были опубликованы и представлены на международных конференциях, включая 5 презентаций представителей ОИЯИ [40].

Следующий этап — анализ собранных в 2014–2025 гг. данных для изучения распадов $K^+ \to \pi^+\pi^-\mu^+\nu$, $K^+ \to \mu^+\mu^-\mu^+\nu$, $K^+ \to e^+e^-\mu^+\nu$, $K^+ \to \mu^+\mu^-e^+\nu$, $K^+ \to e^+e^-e^+\nu$. Также будет обеспечено обслуживание строу-детектора спектрометра NA62 во время следующего сеанса сбора данных.

Группа ОИЯИ активно участвует в эксперименте **NA64** по поиску темного фотона и иных проявлений темной материи и физики за пределами СМ. В 2025 г. состоялось два сеанса набора данных: на электронном канале ускорителя SPS при энергии пучка электронов 100 ГэВ и на пучке позитронов с энергией 45 и 40 ГэВ. Герметичность ускорителя была улучшена за счет установки дополнительных адронных вето-калориметров [41]. Кроме того, все калориметры установки были оснащены новой быстрой электроникой, что позволило повысить интенсивность пучка при наборе данных более чем на 20 %. Полная статистика, набранная коллаборацией с начала набора данных, превысила $2{,}5 \cdot 10^{12}$ частиц, сброшенных на мишень. Набор данных будет продолжен в ходе запрошенного коллаборацией 10-недельного сеанса.

Один из новых результатов, опубликованных в 2025 г. коллаборацией (рис. 9), основанный на анализе позитронных данных, позволил исключить существование темного фотона в области масс $165 < m_{A'} < 220$ МэВ, для вероятности смешивания ε ниже $2{,}5 \cdot 10^{-4}$ и константы $\alpha_D = 0{,}1$ [42].

По результатам работы сотрудниками ОИЯИ были представлены многочисленные доклады на международных конференциях и семинарах.

В эксперименте **STAR** закончен цикл экспериментов 2022–2025 гг. по программе Hot QCD и Cold QCD, в которых зарегистрированы 17 млрд взаимодействий ядер золота с энергией $\sqrt{s_{NN}} = 200$ ГэВ, а также взаимодействия поляризованных протонов с энергией $\sqrt{s_{NN}} = 510$ ГэВ с интегральной светимостью 170 пб$^{-1}$. Выполнен анализ экспериментальных данных BES-II ($\sqrt{s_{NN}} = 7{,}7$–27 ГэВ, область $\mu_B = 150$–400 МэВ) по

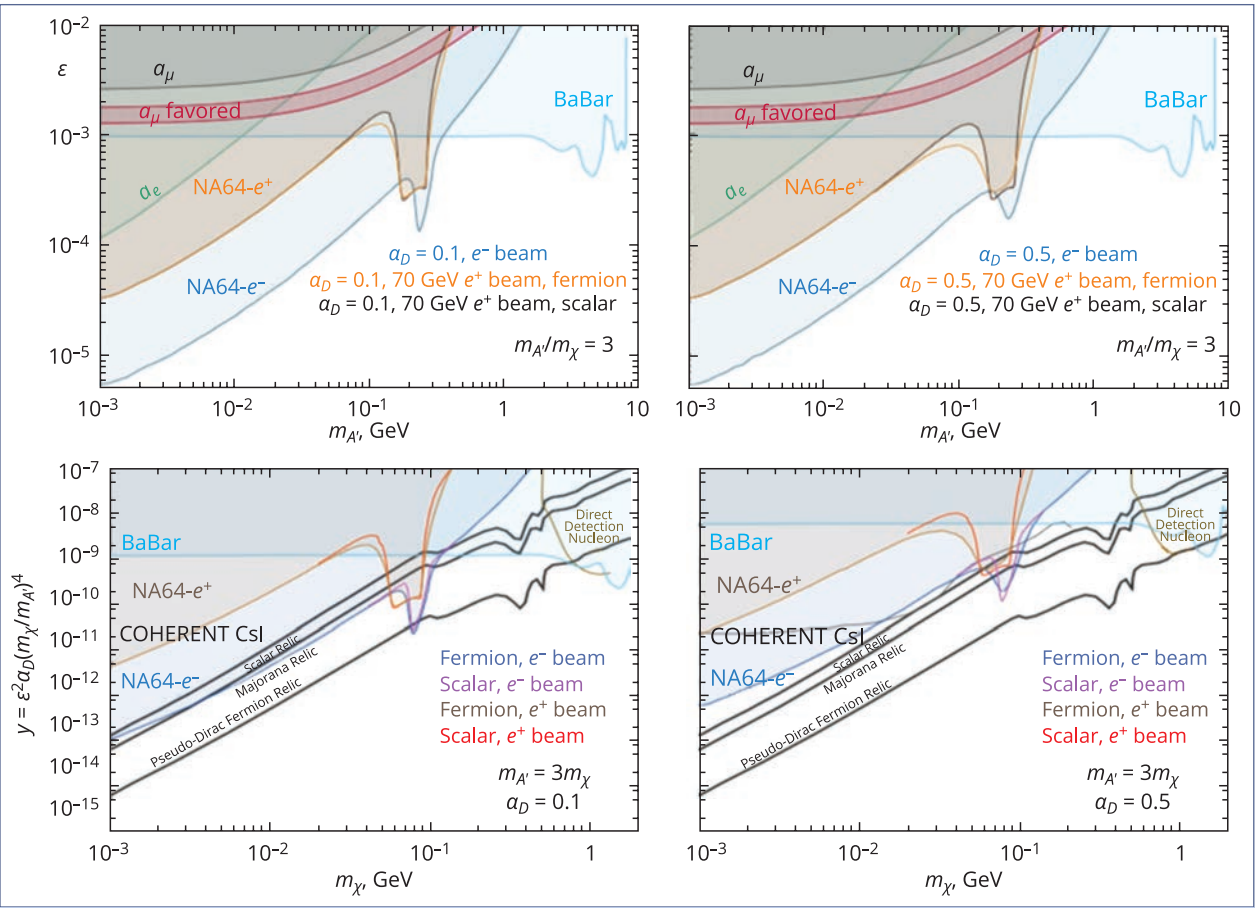


Рис. 9. Область исключения на уровне 90 % CL, полученная по измерениям недостающей энергии для пучка позитронов с импульсом 70 ГэВ/*c*. Верхние (нижние) графики: ограничения (коричневые и оранжевые кривые) в плоскости $[m_{A'}, \varepsilon]$ ($[m_\chi, \alpha_D]$) для $\alpha_D = 0{,}1$ (слева) и $\alpha_D = 0{,}5$ (справа). Остальные кривые и закрашенные области соответствуют ранее установленным исключениям в той же плоскости параметров, полученным в эксперименте NA64 на электронном пучке (синие и фиолетовые), COHERENT (серые) и BaBar (голубые). На нижних графиках черные линии обозначают наиболее вероятные комбинации параметров для наблюдаемой реликтовой плотности темной материи для различных вариантов моделей

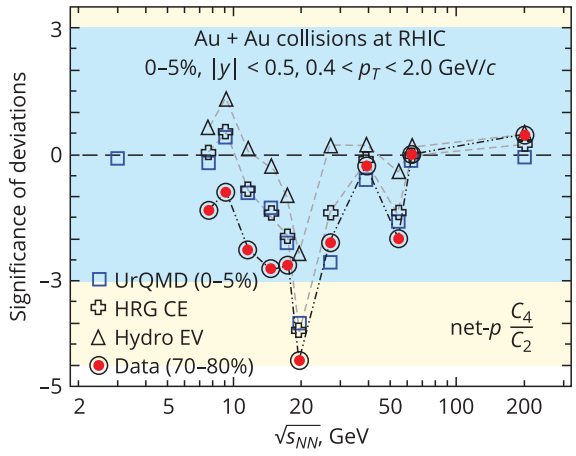


Рис. 10. Значимость отклонения (данные–эталон)/σ_{total} для отношения суммарных кумулянтов протонов C_4/C_2 в столкновениях Au + Au при 0–5%-й степени центральности

поиску критической точки ядерной материи. Сравнение отношения кумулянтов C_4/C_2 для net-протонов в самых центральных и периферических событиях и расчеты в теоретических моделях показали расхождение в пределах 2–5σ в области $\sqrt{s_{NN}}$ = 19 ГэВ [43].

Анализ фемтоскопических корреляций $\pi^+\pi^+$- и $\pi^-\pi^-$-пар в Au + Au столкновениях при энергиях $\sqrt{s_{NN}}$ = 3,0–7,7 ГэВ выявил различие в величинах радиусов области их испускания, что объясняется кулоновским взаимодействием между источником испускания частиц и остаточными зарядами начальных ядер.

В широком диапазоне энергий $\sqrt{s_{NN}}$ = 7,7–39 ГэВ и классов центральностей проведен анализ распределений частиц по поперечному импульсу в рамках гидродинамической модели Blast Wave и статистических моделей на основе статистики Цаллиса для описания коллективного поведения сильно взаимодействующих партонов в ядерной материи [44].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бровко О. И., Володин А. А., Ганюшкин Ф. Н., Лебедев В. А., Сыресин Е. М.* Алгоритм согласования амплитуды ускоряющего напряжения и темпа роста магнитного поля // Письма в ЭЧАЯ. 2025. Т. 22. С. 269–280.
2. *Николайчук И. Ю., Седых Г. С., Смирнов В. Л., Шандов М. М.* Особенности создания программного обеспечения коррекции орбиты в синхротроне // Ядерная физика и инжиниринг. 2025. Т. 16. С. 612–616.
3. *Троицкий А. А., Володин А. А., Ганюшкин Ф. Н.* Система мониторинга синхротронных колебаний // Письма в ЭЧАЯ. 2025. Т. 22. С. 808–814.
4. *Morozov D. et al.* Bench Tests of the RF1 Barrier System of the NICA Collider // J. Phys.: Conf. Ser. 2025.
5. *Николайчук И. Ю., Борисов В. В., Костромин С. А., Никифоров Д. Н.* Результаты применения струнных методик для измерения положения магнитной оси структурных квадрупольных магнитов бустера и коллайдера NICA // Письма в ЭЧАЯ. 2025. Т. 22. С. 706–712.
6. *Brovko O. et al.* Commissioning of NICA Injection Complex // 71st ICFA Adv. Beam Dyn. Workshop on High-Intensity High-Brightness Hadron Beams, Huizhou, China, 19–24 Oct. 2025; doi: 10.18429/JACoW-HB2025.
7. *Belov O. (on behalf of ARIADNA Collab.).* Status of ARIADNA Collaboration for Applied Research at NICA Facility // LXXV Intern. Conf. “Nucleus-2025. Nuclear Physics, Elementary Particle Physics and Nuclear Technologies”, St. Petersburg, Russia, 1–6 July 2025.
8. *Belov O.* Capabilities of NICA Accelerator Complex for Applications in Radiation Materials Sciences, Biomedicine and Microelectronics // XVI Intern. School “The Actual Problems of Microworld Physics”, Minsk, Belarus, 24–31 Aug. 2025.
9. *Efimov V. et al.* Study of the Transformation of Functional Properties of Materials under the Influence of Pulsed Radiation Irradiation by Electrons and Ions with Dose // LXXV Intern. Conf. “Nucleus-2025. Nuclear Physics, Elementary Particle Physics and Nuclear Technologies”, St. Petersburg, Russia, 1–6 July 2025.
10. *Paraipan M. et al.* Extended Lead Target for Studying the Perspectives of the Accelerator-Driven Subcritical Reactor // Nucl. Sci. Eng. 2025. 1–13.
11. *Paraipan M., Belov O., Javadova V., Tran T., Tyutyunnikov S.* Accelerator Driven Subcritical Reactors: Status and Perspectives // RuPAC-2025, St. Petersburg, Russia, 15–19 Sept. 2025.
12. *Paraipan M. et al.* Status of ADSR Project. The Design of the Target LETASUR // XI Intern. Conf. “Modern Problems of Nuclear Energy and Nuclear Technologies”, Tashkent, Uzbekistan, 14–16 Oct. 2025.
13. *Abdulin R. et al.* MPD Physics Performance Studies in Bi + Bi Collisions at $\sqrt{s_{NN}}$ = 9.2 GeV // Rev. Mex. Fis. 2025. V. 71, No. 4. 041201; e-Print: 2503.21117 [nucl-ex].
14. *Riabov V.* Performance of the Trigger System of the MPD Experiment // Phys. Atom. Nucl. 2025. V. 88, No. 2. P. 297–301.
15. *Troshin V.* Global Polarization and Collective Flow of Λ Hyperons in the MPD Experiment // Phys. Part. Nucl. 2025. V. 56, No. 3. P. 903–908.
16. *Parfenov P. et al.* Feasibility Study of Anisotropic Flow Measurements of Identified Charged Hadrons in the MPD Experiment with a Fixed Target // Ibid. P. 921–927.
17. *Petrosyan A. et al.* Production System of the SPD Experiment // Phys. Part. Nucl. 2025. V. 56, No. 6. P. 1576–1580.
18. *Dubinin F. et al.* Study of Wavelength Shifters for SPD BBC Scintillation Tiles Readout // Phys. Atom.

Nucl. 2025. V. 88, No. 2. P. 312–316; doi: 10.1134/S1063778825700383.
19. *Bautin V. et al.* Ultrasonic Welding Technology for Future Straw Trackers and Performance Studies with Small-Size Tracker Prototypes // Nucl. Instr. Meth. A. 2026. V. 1081. P. 170767.
20. *Afanasyev L. et al.* The Design of the Data Acquisition System for SPD Experiment // J. Instrum. 2025. V. 20. P11004.
21. *Uzikov Yu. T*- and *P*-Symmetry of Total Cross Section of Polarized Deuteron–Deuteron Scattering // Phys. Atom. Nucl. 2025. V. 88, No. 1. P. 150–153.
22. *Saleev V., Shilyaev K.* Small-p_T Production of η_c Mesons within the Soft Gluon Resummation Approach // Phys. Atom. Nucl. 2025. V. 88, No. 2. P. 338–341.
23. *BM@N Collab*. Production of Protons, Deuterons and Tritons in Argon-Nucleus Interactions at 3.2 *A* GeV // J. High Energy Phys. 2025 (2025) 95; arXiv:2504.02759.
24. *Patsyuk M.* Status of the SRC Experiment at NICA // Conf. High Energy Phys., Yerevan, Armenia, 2025.
25. *Авдеев С. П. и др.* Изменение скорости источника при столкновениях протонов с энергией 2,1 ГэВ с золотой мишенью // J. Mat. Sci. Eng. Technol. 2025. V. 3(4). P. 1–2.
26. *Artemenkov D. et al.* Current Problems of Studying Relativistic Dissociation of Light Nuclei in Nuclear Emulsion // Intern. J. Modern Phys. E. 2025; https://doi.org/10.1142/S0218301326410028.
27. *ALICE Collab.* Investigating the p–$\pi^{\pm}$ and p–p–$\pi^{\pm}$ Dynamics with Femtoscopy in *pp* Collisions at $\sqrt{s_{NN}}$ = 13 TeV // Eur. Phys. J. A. 2025. V. 61, No. 8. P. 194.
28. *ALICE Collab.* Femtoscopic Study of the Proton–Proton and Proton–Deuteron Systems in Heavy-Ion Collisions at the LHC // Phys. Lett. B. 2025. V. 871. P. 139921; arXiv:2505.01061.
29. *ALICE Collab.* Proton Emission in Ultraperipheral Pb–Pb Collisions at $\sqrt{s_{NN}}$ = 5.02 TeV // Phys. Rev. C. 2025. V. 111, No. 5. 054906.
30. *ATLAS Collab.* Measurements of *WH* and *ZH* Production with Higgs Boson Decays into Bottom Quarks and Direct Constraints on the Charm Yukawa Coupling in 13 TeV *pp* Collisions with the ATLAS Detector // J. High Energy Phys. 2025. V. 04. P. 075.
31. *Hayrapetyan A. et al.* Dark Sector Searches with the CMS Experiment // Phys. Rep. 2025. V. 1115. P. 448–569.
32. *Hayrapetyan A. et al.* Search for Dark Matter Produced in Association with a Pair of Bottom Quarks in Proton–Proton Collisions at 13 TeV // J. High Energy Phys. 2025. V. 02. 0501115.
33. *Савина М. В., Слижевский К. В., Шматов С. В.* Поиск частиц темной материи, предсказываемых в модели скалярного портала с двухдублетным расширением хиггсовского сектора и одним дополнительным синглетом // ЭЧАЯ. 2025. Т. 56, № 2. С. 547–558.
34. *Zhizhin I., Lanev A., Shmatov S.* Selecting and Modelling Background Events in the Dimuon Channel in the CMS Experiment // Phys. Part. Nucl. 2025. V. 56, No. 3. P. 937–942.
35. *NA61/SHINE Collab.* Evidence of Isospin-Symmetry Violation in High-Energy Collisions of Atomic Nuclei // Nature Commun. 2025. V. 16, No. 1. P. 2849; arXiv:2312.06572 [nucl-ex].
36. *NA61/SHINE Collab.* Measurements of $\pi^{\pm}$, $K^{\pm}$, p and anti-p Spectra in ^{40}Ar + ^{45}Sc Collisions at 13*A* to 150*A* GeV/*c* // Eur. Phys. J. C. 2024. V. 84, No. 4. P. 416; arXiv:2308.16683.
37. *Malakhov A. I., Zaitsev A. A., Lykasov G. I.* New Results of the Study of Relativistic Nuclear Interactions in the Space of Four-Dimensional Velocities // Phys. Part. Nucl. 2025. V. 56. P. 891–898.
38. *NA62 Collab.* Observation of the $K^+ \to \pi^+\nu\nu$ Decay and Measurement of Its Branching Ratio // J. High Energy Phys. 2025. V. 02. P. 191.
39. *Romakhov S., Enik T., Gavrishchuk O.* Integration of the CAEN Front-End Readout System for Calorimeters within the miniSPD Setup // Phys. Part. Nucl. Lett. 2025. V. 22, No. 5. P. 1148–1152.
40. *Madigozhin D.* New Measurement of $K^+ \to \pi^+\nu\nu$ Branching Ratio at the NA62 Experiment // 22nd Lomonosov Conf. on Elementary Particle Physics. Moscow, 21–26 Aug. 2025.
41. *NA64 Collab.* High Efficiency Veto Hadron Calorimeter in the NA64 Experiment at CERN // Nucl. Inst. Meth A. 2026. V. 1081. 170830.
42. *NA64 Collab.* Proof of Principle for a Light Dark Matter Search with Low-Energy Positron Beams at NA64 // J. High Energy Phys. 2025. V. 06. P. 256
43. *STAR Collab.* Precision Measurement of (Net-)Proton Number Fluctuations in Au + Au Collisions from BES-II Program at RHIC-STAR // Phys. Rev. Lett. 2025. V. 135. 142301.
44. *Nedorezov E. et al.* A System Size Analysis of the Fireball Produced in Heavy-Ion Collisions // Particles. 2025. V. 8(1). P. 34.

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ им. В. П. ДЖЕЛЕПОВА

ФИЗИКА НЕЙТРИНО И РЕДКИХ ПРОЦЕССОВ, АСТРОФИЗИКА

В течение зимней экспедиции 2025 г. на озере Байкал количество регистрирующих оптических модулей в составе глубоководного нейтринного телескопа **Baikal-GVD** было увеличено до 4212, а его эффективный объем в задаче регистрации событий от нейтрино высоких энергий (свыше 100 ТэВ) составил более 0,7 км^3.

К настоящему времени действующие нейтринные телескопы только подошли к рубежу измерения потоков нейтрино сверхвысоких энергий выше 100 ПэВ. Тот факт, что лишь детектор KM3NeT–ARCA — меньший по объему и площади в сравнении с нейтринными телескопами IceCube и Baikal-GVD и с наземной установкой Обсерватории Пьера Оже (Pierre Auger Observatory, PAO) — зарегистрировал надгоризонтное мюонное нейтрино KM3-230213A с энергией более 100 ПэВ, ставит вопрос о наиболее вероятном источнике его происхождения: космогенное это нейтрино, как в предложенном механизме Грейзена–Зацепина–Кузьмина, или нейтрино от локального источника. Ранее в эксперименте IceCube и на наземной установке по регистрации широких атмосферных ливней PAO были получены ограничения на величину диффузного потока в области энергий выше десятков ПэВ.

На основании данных Baikal-GVD за шесть лет наблюдений в анализе каскадных событий получено дифференциальное ограничение на величину потока космогенных нейтрино на 90%-м уровне достоверности в предположении спектра E^{-1} в интервалах энергии нейтрино размером в одну декаду (рис. 1, красные точки со стрелками) в сравнении с результатами экспериментов IceCube (штриховая линия) и PAO (штрихпунктирная линия), оценками потока события KM3-230213A и предсказаниями потоков космогенных нейтрино в различных моделях. В результате совместного анализа данных четырех экспериментов (IceCube, PAO, Baikal-GVD и KM3NeT) получена оценка величины потока нейтрино (антинейтрино), равновесного по ароматам и со спектром E^{-2}, на уровне $F^{(\nu+\bar{\nu})}_{(1-\text{аромат})} = (7{,}2^{+16{,}5}_{-5{,}9} \times \times 10^{-10})$ ГэВ $\cdot$ см$^{-2}$ $\cdot$ с$^{-1}$ $\cdot$ ср$^{-1}$ в интервале энергии 72 ПэВ – 2,6 ЕэВ, совпадающем с интервалом неопределенности энергии события KM3-230213A [1].

Общая экспозиция измерений в эксперименте **νGeN** в 2025 г. достигла 2400 кг $\cdot$ сут, набор данных продолжается. Полученные ограничения на число ожидаемых событий от упругого когерентного рассеяния нейтрино (УКРН) не под-

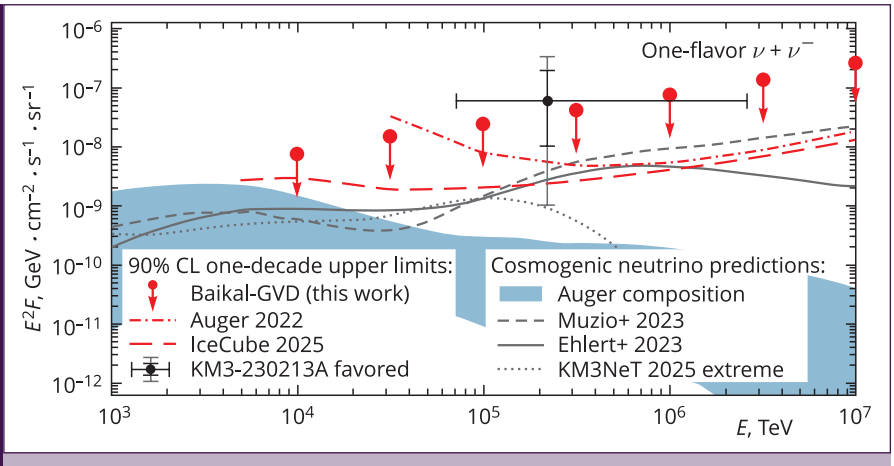


Рис. 1. Верхние пределы на 90%-м уровне достоверности на поток космогенных нейтрино по данным Baikal-GVD (красные точки) в сравнении с IceCube, PAO, с оценками потока KM3-230213A и ряда моделей

Байкал, 17–18 марта. Участники рабочего совещания «Нейтринный телескоп Baikal-GVD 2025» в ледовом лагере проекта Baikal-GVD

Дубна, 3–6 июня. Участники рабочего совещания коллаборации «Байкал»

утверждают положительный результат эксперимента на реакторе Dresden-II на уровне 2,5σ [2]. Проведены важные методические исследования для оценки величин систематических ошибок при поиске УКРН [3] и чувствительности к электромагнитным свойствам нейтрино. Идет подготовительная работа по модернизации установки: в Баксанской нейтринной обсерватории проводится тестирование системы внутреннего NaI-вето, разрабатывается новая система набора данных для понижения энергетического порога в будущих измерениях.

В настоящее время накопленная статистика зарегистрированных в эксперименте **DANSS** антинейтрино составляет более 10 млн событий. Результаты исследования по долговременному мониторингу ядерного реактора с помощью антинейтрино показали, что достижимая точность определения мощности ядерного реактора в эксперименте при недельных интервалах измерений составляет 1 %. Впервые в мире с помощью антинейтрино проведена реконструкция временной эволюции отдельных составляющих ядерного топлива [4]. Получены результаты анализа по поиску больших дополнительных измерений в накопленных данных [5] и оценке выхода антинейтрино от компонентов ядерного топлива [6]. Продолжается интенсивная подготовка к модернизации установки DANSS.

Получена информация о долях ^{235}U и ^{239}Pu, извлеченных из измеренных антинейтринных спектров (рис. 2, цветные точки) в реакциях деления реакторного топлива, в сравнении с данными стандартной методики, предоставленны-

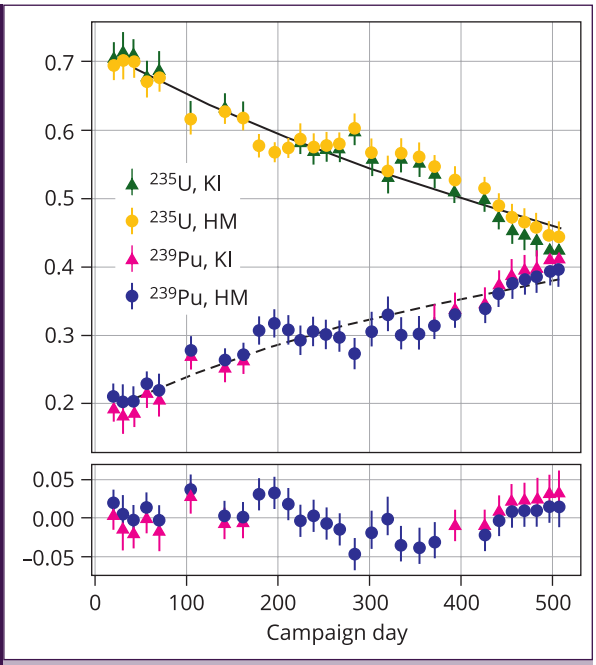


Рис. 2. Доли ^{235}U и ^{239}Pu, извлеченные из измеренных антинейтринных спектров в реакциях деления реакторного топлива (точки) и в сравнении с данными стандартной методики (линии)

ми персоналом Калининской АЭС (рис. 2, линии) по итогам 7-й топливной кампании 4-го энергоблока. В расчетах использовались две модели спектров реакторных антинейтрино: модель Курчатовского института (KI) и модель Хубера–Мюллера (HM).

В эксперименте **Ricochet**, после завершения монтажа экспериментальной установки и ввода ее в эксплуатацию, а также после проведения тестовых измерений вблизи исследовательского ядерного реактора Института Лауэ–Ланжевена (ILL, Гренобль, Франция), был начат первый сеанс при полной рабочей нагрузке (18 детекторов: 7 планарных и 11 FID). Набор данных будет продолжаться до февраля 2026 г. Каждый из детекторов представляет собой полупроводниковую германиевую мишень массой 42 г для регистрации реакторных нейтрино. Детекторы позволяют одновременно регистрировать фононные и ионизационные сигналы. Текущий набор данных включает в себя два месяца работы реактора, также будет измерен фон до и после. Ожидается регистрация около 11 событий УКРН/сут/кг выше порога 50 эВ. Первые физические результаты планируется получить в 2026 г. На основе экспериментальных фоновых данных будет создана улучшенная модель Монте-Карло [7].

В 2025 г. центральный детектор эксперимента **JUNO** был заполнен жидким сцинтиллятором (20 тыс. т), установлен мюонный вето-детектор Top Tracker. Выполнены пусконаладочные работы в JUNO и на ближнем детекторе TAO. Набор физических данных в JUNO начат 26 августа 2025 г. Проведено тщательное исследование показателей работы детектора: характеристики детектора либо соответствуют проектным, либо превосходят их. На основе данных, набранных в течение 59,1 сут, измерены два параметра осцилляций нейтрино с наилучшей точностью (рис. 3): $\sin^2\theta_{12} = 0{,}3092 \pm 0{,}0087$ (2,8 %); $\Delta m^2_{21} = (7{,}50 \pm 0{,}12) \cdot 10^{-5}$ эВ^2 (1,6 %). Измерение $\sin^2\theta_{12}$ было выполнено впервые в мире при помощи реакторных антинейтрино [8].

Опубликован первый совместный анализ данных экспериментов **NOvA** и **T2K** [9]. Точность измерения улучшена по сравнению с отдельными

Цзянмынь (Китай). Рабочий проверяет материал акриловой сферы центрального детектора JUNO на наличие дефектов

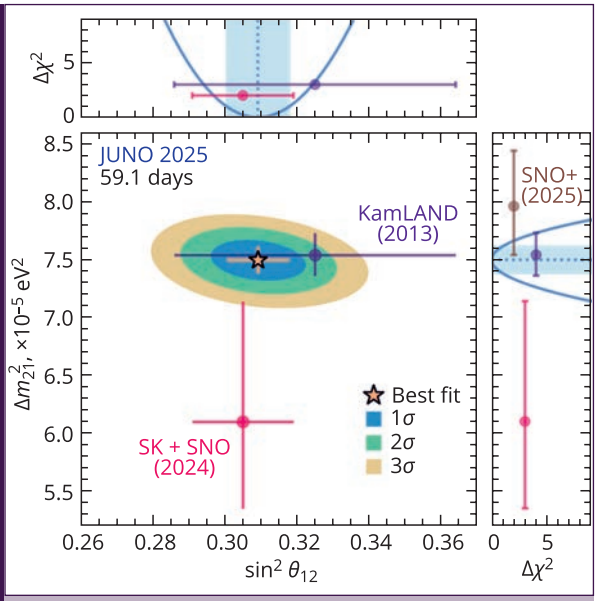


Рис. 3. Результат измерения параметров осцилляций нейтрино Δm^2_{21} и $\sin^2\theta_{12}$ в JUNO на основе данных, набранных в течение 59,1 сут. Для сравнения приведены оценки измерений в других экспериментах

результатами экспериментов: разность квадратов масс нейтрино $\Delta m^2_{32} = 2{,}43^{+0{,}04}_{-0{,}03}$ эВ^2 (нормальная иерархия) и $-2{,}48^{+0{,}03}_{-0{,}04}$ эВ^2 (обратная иерархия), ограничение на фазу $\delta_{CP} = [-1{,}38\pi, 0{,}30\pi]$ (нормальная иерархия) и $[-0{,}92\pi, -0{,}04\pi]$ (обратная иерархия), иерархия масс, или порядок масс, нейтрино не определен(а) однозначно, однако если верна обратная иерархия, то из данных есть достоверное предпочтение нарушения CP-симметрии в лептонном секторе.

Подготовлены к публикации обновленные данные по осцилляционному анализу эксперимента NOvA [10]: измерение исчезновения мюонных нейтрино и появления электронных нейтрино (в пучке мюонных нейтрино ускорительного комплекса NuMI во FNAL), также для антинейтрино, с использованием удвоенной экспозиции и улучшенных методов анализа. Получено лучшее измерение (атмосферной) разности квадратов масс $2{,}431^{+0{,}036}_{-0{,}034}$ эВ^2 (нормальная иерархия) и $-2{,}479^{+0{,}036}_{-0{,}036}$ эВ^2 (обратная иерархия), предпочтение максимальному смешиванию $\sin^2\theta_{23} = 0{,}55^{+0{,}06}_{-0{,}02}$, небольшое предпочтение нормальной иерархии масс.

В эксперименте **FASER** получены новые результаты по исследованию нейтрино от LHC (ЦЕРН): впервые измерено сечение взаимодействия мюонных нейтрино и их поток в зависимости от энергии, а также псевдобыстроты (рис. 4) [11]. Получены новые ограничения на рождение аксионоподобных и других экзотических частиц, распадающихся на фотоны и предсказываемых моделями BSM [12].

В рамках проекта **MONUMENT** продолжался анализ данных 2021 и 2023 гг.: были получены и опубликованы данные для полной скорости мюонного захвата в ^{76}Se, а также для офлайн-измерений ^{82}Kr [13, 14]. Статус и результаты проекта были представлены на международных конференциях «INPC-2025» (Тэджон, Южная Корея), «AYSS-2025» (Дубна), «Ядро-2025» (Санкт-Петербург). Также готовится публикация по полным скоростям мюонного захвата в ^{136}Ba и о моделировании фона в эксперименте MONUMENT.

В 2025 г. после проведения работ по дальнейшему снижению уровня фона в Националь-

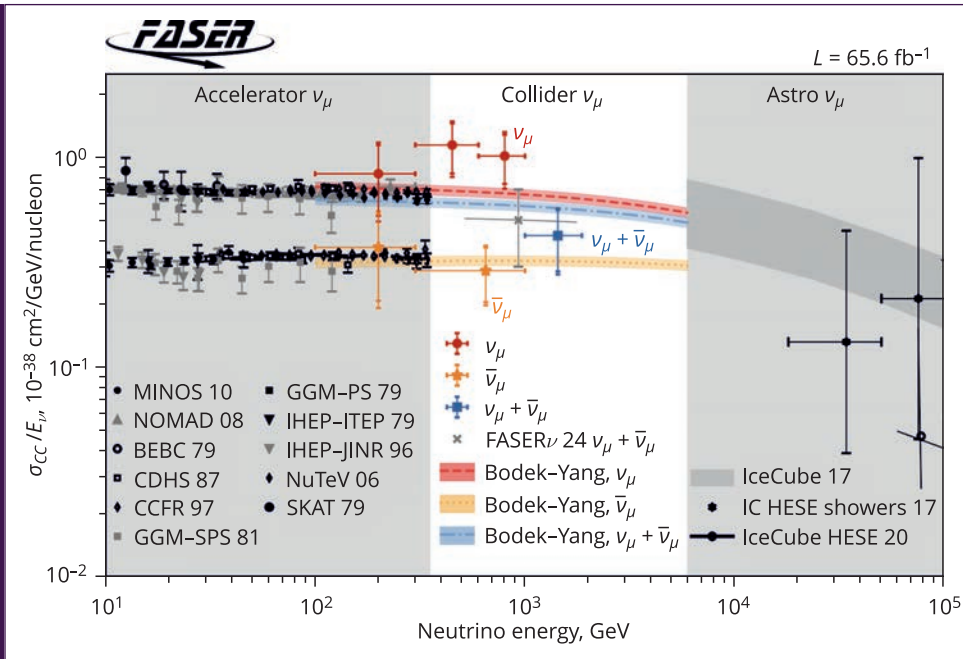


Рис. 4. Данные измерений сечений взаимодействия мюонных нейтрино в зависимости от энергии в эксперименте FASER

ной лаборатории Гран-Сассо (Италия) состоялся успешный перезапуск эксперимента **LEGEND** (**LEGEND-200**) с 60 обогащенными германиевыми детекторами (~140 кг ^{76}Ge). Получены результаты первого этапа набора данных (2023–2024 гг.) [15]. В конце 2026 г. в установку будут добавлены новые детекторы, что позволит приблизить массу исследуемого изотопа к 200 кг.

В подземной лаборатории LSM продолжается набор данных по поиску 2β-распада ^{82}Se на возбужденные состояния ^{82}Kr в рамках эксперимента **Obelix**. Общее время измерения составляет более 29 550 ч. Для 2β-распада ^{82}Se на 0^+ первое возбужденное состояние ^{82}Kr получено указание на эффект с периодом полураспада $\sim 6 \cdot 10^{22}$ лет [16].

ФИЗИКА ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ

В рамках проекта **ATLAS** при участии группы ОИЯИ получены результаты измерения сечения рождения бозона Хиггса в ассоциации с одним топ-кварком в каналах распада на пару прелестных кварков, пару *W*- или *Z*-бозонов или пару тау-лептонов [17]. Данные демонстрируют небольшое превышение над предсказанием СМ (рис. 5). Продолжается анализ новых данных, который позволит существенно увеличить чувствительность измерения.

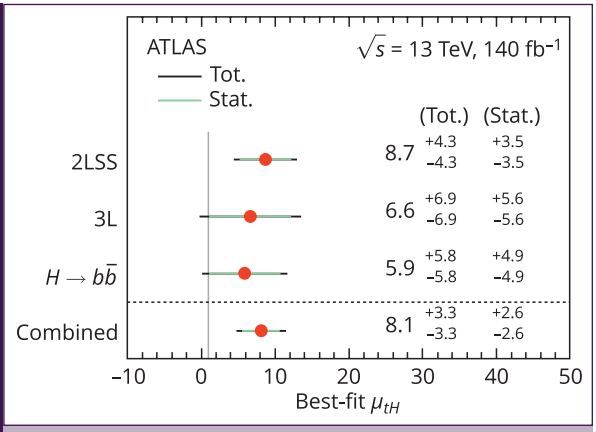


Рис. 5. Сечение рождения бозона Хиггса в ассоциации с одним топ-кварком в различных каналах распада

Группа ОИЯИ в эксперименте **BESIII** принимала активное участие в наборе экспериментальных данных, их анализе и последующей подготовке публикаций, а также выполняла значительный объем работ по внутреннему рецензированию статей коллаборации, участвовала в работе координационного комитета по эксплуатации установки. При ключевом участии сотрудников ОИЯИ были получены и представлены результаты измерения инклюзивных сечений прямого рождения состояний чармония J/ψ и $\psi(3686)$ в диапазоне энергий в системе центра масс до 5 ГэВ (рис. 6). Полученные результаты вместе с аналогичными измерениями, выполненными на B-фабриках для энергии 10,6 ГэВ, позволят подвергнуть серьезной проверке различные теоретические модели рождения чармония [18].

Было выполнено первое прямое измерение относительной фазы между сильными и электромагнитными амплитудами для распада J/ψ в векторно-псевдоскалярное конечное состояние. Для этого измерения использовался набор 26 энергетических точек данных об аннигиляции e^+e^- в диапазоне от 3,00 до 3,12 ГэВ с общей интегральной светимостью 452 пб$^{-1}$. При исследовании интерференционного поведения формы поперечного сечения процесса $e^+e^- \to \eta\varphi$ было найдено, что относительная фаза между сильными и электромагнитными амплитудами распада J/ψ находится в пределах [133°, 228°] с уровнем достоверности 68 % [19].

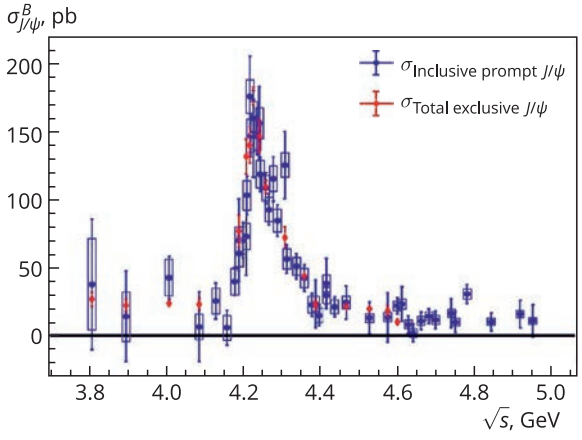


Рис. 6. Прямое инклюзивное сечение рождения J/ψ, измеренное в эксперименте BESIII

На установке **AMBER** был проведен тестовый сеанс по прецизионному измерению радиуса протона. Группа ОИЯИ в полном объеме выполнила свои обязательства по сменам, а также приняла участие в развертывании и обеспечении работы новой бестриггерной системы сбора данных. Проведено сервисное обслуживание мюонной системы MW1, находящейся в зоне ответственности группы ОИЯИ. Также представители группы вовлечены в работы по оптимизации реконструкции сигнала в детекторе черенковских колец RICH для данных, полученных в 2023 г. при измерении выхода антипротонов в протон-ядерных столкновениях. Продолжаются работы по созданию прототипов детекторов Micromegas, призванных заменить в будущем устаревшие элементы экспериментальной установки.

В рамках проекта **COMET** продолжается разработка системы CRV для регистрации фоновых событий от космических мюонов с эффективностью не хуже 99,99 %, что позволит добиться точности измерений на уровне 10^{-17} при поиске прямой мюон-электронной конверсии. Осенью 2025 г., в ходе планового визита сотрудников ОИЯИ в J-PARC, изготовленный в ОИЯИ первый модуль установки COMET был подготовлен к интеграции CRV и CDC-детектора в единый ансамбль. В дальнейшем планируется испытание данного тандема на космике. Также в J-PARC сотрудниками ОИЯИ были проведены сборка, испытания и тестирование 3-го и 4-го модулей строу-трекера для COMET Phase I. Параллельно в Дубне были завершены и подготовлены к отправке дополнительные строу-трубки диаметром 10 мм, которые планируется отправить вместе со сцинтилляторами для CRV.

Кроме того, на мощностях предприятия «Унипласт» (Владимир) изготовлен комплект сцинтилляционных стрипов и алюминиевых листов, необходимый для сборки верхней части вето-системы установки COMET [20].

Продолжается создание экспериментального оборудования проекта **TAIGA**. Для большого черенковского телескопа (10 м) отработана технология изготовления композитных зеркал, два образца установлены на 5-м телескопе для климатических испытаний. Изготовлена и установлена для испытаний на 4-м телескопе механизированная площадка крепления зеркала с функцией его удаленной юстировки.

В настоящее время на полигоне четыре телескопа проводят наблюдение гамма-источников. После установки светозащитных бленд на каждом телескопе удалось уменьшить фоновый сигнал на 10 %. Запущен подземный водный черенковский детектор мюонов для установки прототипа комплекса TAIGA-100.

ПРИКЛАДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И УСКОРИТЕЛЬНАЯ ФИЗИКА

В рамках проекта **«Радиохимия и спектроскопия для астрофизики и ядерной медицины»** определены потери заряда (амплитудного дефекта) детекторами на основе карбида кремния (SiC) и кремния (Si) при регистрации ионов ксенона ^{132}Xe с энергиями 45, 82 и 165 МэВ. Показано, что измеренные значения амплитудного дефекта не зависят от энергии ионов ксенона для SiC- и Si-детекторов и составляют ≈ 40 и 20 % соответственно [21].

Разработана технология создания компактного детектора COFE, позволяющего добиться превосходной локализации регистрации антинейтрино [22]. Введен в эксплуатацию масс-спектрометр с индуктивно-связанной плазмой SUPEC-7000, проведены калибровка и тестирование, получены первые результаты. В контрольных образцах достигнуты паспортные пределы обнаружения 10^{-13} г/г по Th и U и 10^{-14} г/г по редкоземельным элементам. В диапазоне 6^{-10}–10^{-12} г/г проведен анализ содержания широкого круга элементов с целью исследования сорбции на ионообменных смолах.

Знаковое событие произошло 13 февраля 2025 г.: состоялся торжественный запуск новой базовой установки ЛЯП ОИЯИ — линейного уско-

Дубна, 13 февраля. Церемония открытия новой базовой установки ЛЯП ОИЯИ — ускорителя Linac-200

рителя электронов **Linac-200**. Церемонию открытия провели члены Ученого совета и дирекции ОИЯИ. В ноябре были успешно завершены пусконаладочные работы на установке. На всех четырех выводах был получен электронный пучок с проектными параметрами, максимальная достигнутая энергия составила 205 МэВ. После завершения оформления документации и получения СЭЗ ускоритель будет введен в эксплуатацию и станет основной экспериментальной установкой ЛЯП.

В рамках проекта **PAS** в сотрудничестве с Центром ядерных технологий CNT Винатома (Вьетнам) проведены исследования на источнике медленных позитронов ЛЯП. Методика PAS позволила выявить механизм образования кислородных вакансий и мезопор в катализаторе ZSM-5 после облучения пучком электронов низких энергий, что позволяет значительно повысить эффективность данного катализатора при производстве полипропилена. Методом измерения доплеровского уширения аннигиляционной линии (ДУАЛ) на потоке позитронов было исследовано более 80 образцов как из российских научных институтов, таких как ТПУ, САФУ, так и из институтов стран-участниц ОИЯИ: Вьетнама, ЮАР, Азербайджана, Беларуси. Методом измерения времени жизни позитронов в веществе (PALS) на автономном источнике исследовано более 80 образцов [23, 24].

В рамках проекта **«Прецизионная лазерная метрология для ускорителей и детекторных комплексов»** разработана новая версия инклинометра — интерферометрический прецизионный лазерный наклономер. Обсуждаются возможности применения наклономеров для измерения предвестников землетрясений в области низких частот.

В рамках проекта **«Новые полупроводниковые детекторы для фундаментальных и прикладных исследований»** в 2025 г. были проведены четыре сеанса набора данных на пучках в ЦЕРН с целью исследования характеристик новейшего пиксельного детектора на основе микросхемы Timepix4 совместно с группой Straw трекер для проекта SPD NICA. Ведется обработка данных. Продолжается исследование оптимальной калибровки энергочувствительных полупроводниковых детекторов Medipix3RX в многопороговом режиме работы. Совместно с коллегами из МГУ ведутся работы по созданию наночастиц Gd_2O_3@C и Gd_2O_3@SiO_2 как контрастных агентов для магнитно-резонансной томографии [25, 26].

В рамках проекта **TARDISS** показана возможность использования белка тихоходок Dsup для защиты нормальных клеток человека от повреждения ионизирующим излучением в ходе проведения протокола протонной терапии (4 Гр, протоны 150 МэВ), стандартно использующегося при лечении онкологических заболеваний [27]. Разработана методика выделения экзосом мезенхимальных стволовых клеток человека для последующей доставки с их помощью белков и других терапевтических агентов в клетки человека [28].

В рамках совместного проекта ОИЯИ–ASRT (Египет) проведено исследование присутствия патогенных микроорганизмов и оценка качества воды в озере Насер (Египет). Сделан прогноз влияния сезонных изменений в исследуемых параметрах на здоровье населения [29].

Дубна, июль. Группа физиков и инженеров из Социалистической Республики Вьетнам

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Baikal-GVD Collab. (Allakhverdyan V. A., Avrorin A. D., Avrorin A. V., Aynutdinov V. M. et al.) and Plavin A. V., Semikoz D. V., Troitsky S. V.* Constraints on the Diffuse Flux of Multi-PeV Astrophysical Neutrinos Obtained with the Baikal Gigaton Volume Detector // Phys. Rev. D. 2025. V. 112. 083025; https://doi.org/10.1103/jlz3-26lw.
2. *Belov V. et al. (νGeN Collab.).* New Constraints on Coherent Elastic Neutrino–Nucleus Scattering by the νGeN Experiment // Chin. Phys. C. 2025. V. 49 (5). 053004; doi: 10.1088/1674-1137/adb9c8.
3. *Коновалов А. М. и др.* Влияние моделей энергетических спектров реакторных антинейтрино на чувствительность эксперимента νGeN к когерентному рассеянию нейтрино на ядрах германия // Краткие сообщ. по физике ФИАН. 2025. Т. 52, № 11. С. 46–62; https://ksf.lebedev.ru/outputfile_mainpage.php?id=5977.
4. *Alekseev I. G. et al.* Long Term Remote Reactor Power and Fuel Composition Monitoring Using Antineutrinos // Phys. Lett. B. 2025. V. 866. P. 139575; https://doi.org/10.1016/j.physletb.2025.139575.
5. *Alekseev I. G., Belov V. V., Bystryakov A. D. et al.* Search for Large Extra Dimensions in the DANSS Experiment // JETP Lett. 2025. V. 122. P. 1–7; https://doi.org/10.1134/S0021364025607110.
6. *Alekseev I. G. et al.* Direct Determination of the ^{235}U to ^{239}Pu Inverse Beta Decay Yield Ratio in the Power Reactor Neutrino Experiments // Phys. Rev. D. 2025. V. 112. P. 112005; https://doi.org/10.1103/zrf6-jmww.
7. *Ricochet Collab*. Characterization of Mini-CryoCube Detectors from the Ricochet Experiment Commissioning at the Institut Laue–Langevin. arXiv:2507.22751, 2025; Phys. Rev. D. Accepted 22 Oct. 2025; https://doi.org/10.1103/7xy6-jq3c.
8. *Angel Abusleme et al.* First Measurement of Reactor Neutrino Oscillations at JUNO. hep-ex/2511.14593.
9. *Abe K. et al. (The NOvA Collab. & The T2K Collab.)*. Joint Neutrino Oscillation Analysis from the T2K and NOvA Experiments // Nature. 2025. V. 646. P. 818–824; arXiv:2510.19888.
10. *NOvA Collab.* Precision Measurement of Neutrino Oscillation Parameters with 10 Years of Data from the NOvA Experiment. arXiv:2509.04361.
11. *Roshan Mammen Abraham et al. (FASER Collab.).* First Measurement of the Muon Neutrino Interaction Cross Section and Flux as a Function of Energy at the LHC with FASER // Phys. Rev. Lett. 2025. V. 134, No. 21. P. 211801.
12. *Roshan Mammen Abraham et al. (FASER Collab.).* Shining Light on the Dark Sector: Search for Axion-Like Particles and Other New Physics in Photonic Final States with FASER // JHEP. 2025. V. 01. P. 199.
13. *Araujo G. R., Bajpai D., Baudis L. et al. (MONUMENT Collab.).* Determination of the Muon Lifetime in ^{76}Se with the MONUMENT Experiment. https://doi.org/10.48550/arXiv.2510.23401.
14. *Hashim I. H. , Othman F., Zinatulina D. et al. (CUPID-Mo Collab.).* Antineutrino Nuclear Responses Studied for the $\beta\beta$ Nucleus by Ordinary Muon Capture on ^{82}Kr // Phys. Rev. C (accepted).
15. *Acharya H. et al.* First Results on the Search for Lepton Number Violating Neutrinoless Double-β Decay with the LEGEND-200 Experiment // Phys. Rev. Lett. Accepted 29 Sept. 2025; https://doi.org/10.1103/25tk-nctn.
16. *Barabash A. S., Warot G., Nagorny S., Rozov S. V. et al.* Search for Double-Beta Decay of ^{82}Se into ^{82}Kr Excited States Using the OBELIX Installation // Phys. Part. Nucl. 2025. V. 56, No. 3. P. 831–834.
17. *Aad G. et al.* Search for the Production of a Higgs Boson in Association with a Single Top Quark in *pp* Collisions at $\sqrt{s_{NN}}$ = 13 TeV with the ATLAS Detector // JHEP. 2025. V. 10. 093.
18. *Ablikim M. et al. (BESIII Collab.).* Measurement of the Inclusive Cross Sections of Prompt J/ψ and $\psi(3686)$ Production in e^+e^- Annihilation from $\sqrt{s}$ = 3.808 to 4.951 GeV // Phys. Rev. D. 2025. V. 111, No. 5. 052007.
19. *Ablikim M. et al. (BESIII Collab.).* Measurement of the Phase Between Strong and Electromagnetic Amplitudes in the Decay $J/\psi \to \varphi\eta$ // JHEP. 2025. V. 11. 077.
20. *Chokheli D. et al.* High Efficiency Muon Registration System Based on Scintillator Strips // Nucl. Instr. Meth. A. 2024. V. 1064. P. 169436.
21. *Evseev S. A. , Chernyshev B. A., Gurov Y. B. et al.* Charge Losses in SiC and Si Detectors at Registration of Heavy Ions // Phys. Atom. Nucl. 2025. V. 88. P. 489–493; doi: 10.1134/S1063778825600812.
22. *Filosofov D. V., Antokhina K. V., Belov V. V. et al.* Development of Barium and Strontium Fluoride Multi-Composite Scintillation Detection Systems for Neutrino Experiments: COFE Technology (Chemical Optical Fluoride Engineering) // J. Instrum. 2025. V. 20. P080082025; doi: 10.1088/1748-0221/20/08/P08008.
23. *Samadov S. F. et al.* Defect Characterization in Cu_2NiX (X = SSe, Te_2, SeTe) Chalcogenide Semiconductors Using Positron Annihilation Spectroscopy // Arab. J. Sci. Eng. 2025.
24. *Asadov A. G. et al.* The Effect of Gamma Quanta on the Structure and Defect Formation in $La_2Ti_2O_7$ Perovskite-Like Material // Nucl. Instr. Meth. B. 2025. V. 569. P. 165908.
25. *Abou El-Azm S. et al.* Investigating the Response of Single-Pad and Hybrid Pixel Detectors (Si, GaAs, CdTe, CdZnTe) for ^{226}Ra and ^{137}Cs // J. Instrum. July 2025. V. 20; doi 10.1088/1748-0221/20/07/T07011.
26. *Суслова Е. В. и др.* Наночастицы Gd_2O_3@C и Gd_2O_3@SiO_2 как контрастные агенты для магнитно-резонансной томографии // Журнал прикладной химии. 2025. Т. 98, № 2. С. 125–135.
27. *Rzyanina A. V., Kravchenko E. V. et al.* Tardigrade Dsup Protein Protects Human Cells during Proton Radiotherapy // Biochem. 2025. V. 19. P. 487–490.
28. *Andreev E. , Kravchenko E., Zavyalova E., Eremin P., Rzyanina A., Markov P., Nechaev A.* Comparative Analysis of Enriched Mesenchymal Stem Cells Conditioned Medium Fractions Obtained by Ultrafiltration // Natural Sci. Rev. 2025. V. 2. 100401.
29. *Elbarbary Nady Khairy, Kravchenko E., Tarasov K., Bekhit Mounir M.* Seasonal Dynamics of Fish-Borne Pathogens and Water Quality in Lake Nasser, Egypt: Environmental Correlates and One Health Implications // Intern. J. One Health. 2025. V. 12(1).

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЙ им. Г. Н. ФЛЕРОВА

РАЗВИТИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ УСКОРИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ЛЯР (DRIBs-III)

В 2025 г. в рамках реализации проекта «Развитие ускорительного комплекса и экспериментальных установок ЛЯР (DRIBs-III)» проведен комплекс работ по созданию, модернизации и оптимизации ускорительных установок Лаборатории ядерных реакций. Основные усилия были направлены на повышение интенсивности и качества пучков стабильных и радиоактивных нуклидов в диапазоне энергий 5–100 МэВ/нуклон. Все поставленные задачи в соответствии с Проблемно-тематическим планом на 2025 г. были решены.

Эксплуатация циклотрона ДЦ-280 и Фабрика СТЭ

Циклотрон ДЦ-280 Фабрики СТЭ в 2025 г. отработал более 3300 часов. На установках GRAND и DGFRS-2 проведены длительные эксперименты по синтезу и изучению свойств СТЭ с пучками ^{48}Ca и ^{50}Ti высокой интенсивности (до 5 мкА · частиц). В рамках программы по подготовке к синтезу 119-го элемента с использованием мишени из берклия (Bk) завершено проектирование по реконструкции Фабрики СТЭ с переоборудованием части помещений для обеспечения условий 1-го класса радиационной безопасности и получено положительное заключение ФАУ «Главгосэкспертиза России». Госкорпорацией «Росатом» выдано разрешение на реконструкцию экспериментального корпуса ЛЯР.

Модернизация и эксплуатация комплексов МЦ-400 (У-400М) и У-400

Завершены пусконаладочные работы на модернизированном ускорительном комплексе МЦ-400 (У-400М). Впервые получен и доведен до экспериментальных установок пучок ^{18}O с энергией 48 МэВ/нуклон. В ходе испытаний получены вторичные пучки ^{6}He, ^{8}He, ^{12}Be и измерены их параметры.

В 2025 г. циклотрон У-400 отработал 6300 часов, обеспечив выполнение программы фундаментальных и прикладных исследований ЛЯР. Эксперименты проводились на установках MABP, CORSET и SHELS с использованием широкого спектра ионов: от ^{22}Na и ^{24,26}Mg до ^{52,54}Cr и ^{136}Xe.

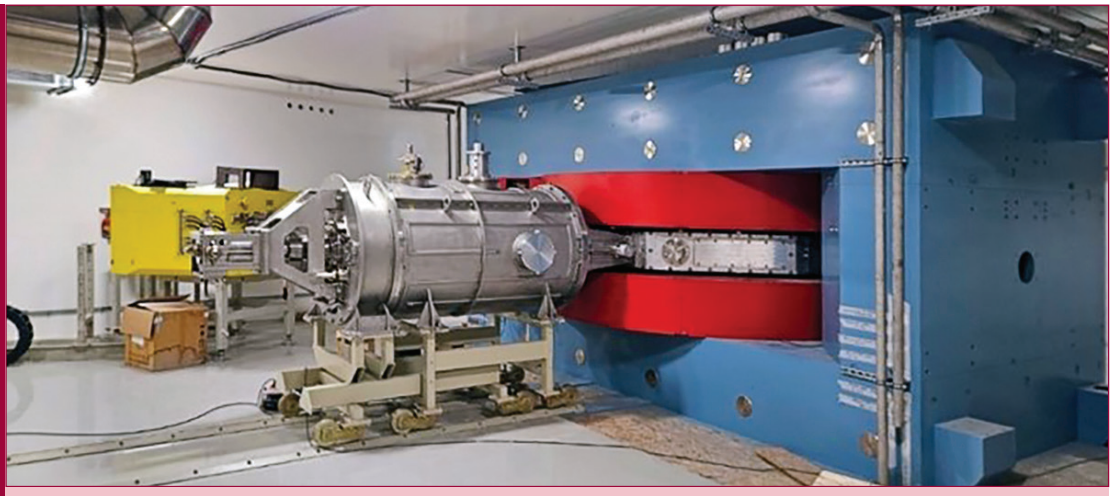
Работа микротрона МТ-25

Ускоритель электронов МТ-25 отработал более 900 часов. На установке проводилось облучение образцов для ЛРБ ОИЯИ и в рамках международного сотрудничества с Вьетнамом. В кооперации с НПП «Детектор» и НИИКП тестировались электронные компоненты. Совместно с ЛЯП и ТГУ велись разработки методик измерения параметров электронного пучка. В рамках коллаборации FLAP исследовалось дифракционное излучение Черенкова для создания систем диагностики пучков.

Развитие инфраструктуры ЛЯР

Ускорительный комплекс ДЦ-140. Сооружение нового ускорительного комплекса для прикладных задач ДЦ-140 находится на завершающей стадии (установлено 80 % оборудования). Завершены основные строительные и отделочные работы, здание подключено к электропитанию. Достигнут рабочий вакуум в камере ускорителя ($1 \cdot 10^{-5}$ Торр), завершен монтаж ЭЦР-источника (DECRIS-5M) и канала аксиальной инжекции. Также завершен монтаж двух каналов транспортировки ускоренного пучка и станций облучения. В настоящее время проводятся пусконаладочные работы готовых систем, их подключение к системе управления и постепенный ввод в эксплуатацию.

Строительство экспериментального зала У-400. Продолжается строительство нового экспериментального зала для циклотрона У-400. За 2025 г. завершены основные строительно-монолитные и кровельные работы, здание подключено к инженерным сетям. Отделочные работы на фасаде близки к завершению. В экспериментальных залах установлено подъемное оборудова-



Специализированный циклотрон ДЦ-140 для работ в области радиационного материаловедения, развития технологий трековых мембран и тестирования электроники

Декабрь. Новый экспериментальный зал ЛЯР

ние. Ведутся работы по возведению внутренних перегородок и отделке, а также монтаж инженерных сетей.

Комплекс для измерения масс сверхтяжелых ядер. В рамках создания экспериментальной базы для Фабрики СТЭ ведется разработка комплекса, предназначенного для прецизионного измерения масс ядер. Данная установка включает в себя криогенную газовую ловушку и многоотражательный времяпролетный масс-спектрометр. В 2025 г. работа была сфокусирована на модернизации криогенной газовой ионной ловушки по следующим направлениям.

Экспериментальные исследования экстракции. Проведены серии тестов с использованием внутреннего *α*-источника ^{223}Ra открытого типа. Источник генерирует дочерние α-активные ядра, что позволило определить время экстракции путем регистрации распада ^{219}Rn на выходе ВЧ-системы транспортировки ионов. В настоящее время выполняется статистическая обработка полученных данных.

Математическое моделирование процессов в газовой ловушке. Завершен цикл работ по моделированию эффективности и временных характеристик экстракции продуктов реакций полного слияния (в частности, в системах ^{40}Ar + ^{144}Sm, ^{40}Ar + ^{166}Er, ^{48}Ca + ^{197}Au, ^{48}Ca + ^{208}Pb, ^{48}Ca + ^{209}Bi, ^{48}Ca + ^{242}Pu). С применением программных комплексов SRIM2013, GEANT4, ROOT, SIMION и COMSOL были разработаны специализированные алгоритмы для оптимизации условий торможения продуктов реакций в газовой среде.

Совместно с Институтом аналитического приборостроения РАН (Санкт-Петербург) продолжена работа по проектированию многоотражательного времяпролетного масс-спектрометра. Завершена подготовка технико-коммерческой

документации на производство времяпролетного масс-анализатора. Заключение контракта на изготовление данного узла запланировано на начало 2026 г.

Успешно реализован этап создания макета источника ионов с электронным ударом, работающего на основе фуллеренов. Проводятся финальные испытания и калибровка характеристик источника. Продолжается совместная работа с Институтом аналитического приборостроения РАН (Санкт-Петербург) по изготовлению уникальных прецизионных источников постоянного напряжения и специализированных квадрупольных переключателей. Данные системы необходимы для обеспечения стабильности параметров транспортировки ионных пучков. Полный цикл работ по данному направлению предполагается завершить к середине 2026 г.

СИНТЕЗ И СВОЙСТВА СВЕРХТЯЖЕЛЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Основные усилия ЛЯР в 2025 г. были сосредоточены на подготовке к проведению экспериментов по синтезу 119-го и 120-го элементов Периодической таблицы Д. И. Менделеева. Выбор оптимальной ядерной реакции является важным этапом на пути к синтезу нового сверхтяжелого элемента. Для синтеза 119-го элемента рассматриваются две основные реакции: ^{249}Bk + ^{50}Ti $\rightarrow$ ^{295,296}119 и ^{243}Am+^{54}Cr $\rightarrow$ ^{293,294}119.

В предыдущих экспериментах по изучению реакций ^{238}U + ^{54}Cr и ^{242}Pu + ^{50}Ti, приводящих к образованию одного и того же составного ядра ^{292}Lv, было установлено, что использование более легкого иона ^{50}Ti обеспечивает сечение реакции примерно на порядок выше, чем в случае с ^{54}Cr [1]. Экспериментально показано, что сечение реакции также сильно зависит от энергии налетающего иона и отклонение от максимума функции возбуждения может существенно снизить и без того малое сечение. Так, при снижении энергии возбуждения E^* составного ядра ^{292}Lv на 5 МэВ (с 41 до 36 МэВ) наблюдалось уменьшение сечения реакции в 10 раз — с 540 до 54 фб (рис. 1).

Из анализа результатов экспериментов следует, что оптимальная энергия пучка ^{50}Ti должна соответствовать энергии возбуждения составных ядер элементов 119 и 120 в районе 40 МэВ.

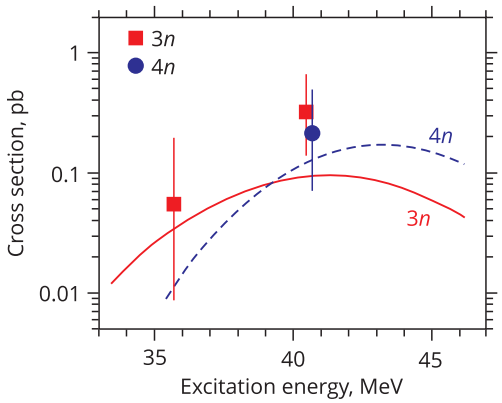


Рис. 1. Сечения реакций ^{242}Pu(^{50}Ti, 3–4n)^{288,289}Lv. Кривые — расчеты В. И. Загребаева и В. Грайнера 2007 г.

7–11 июля. Участники 14-й Международной научной школы для учителей физики

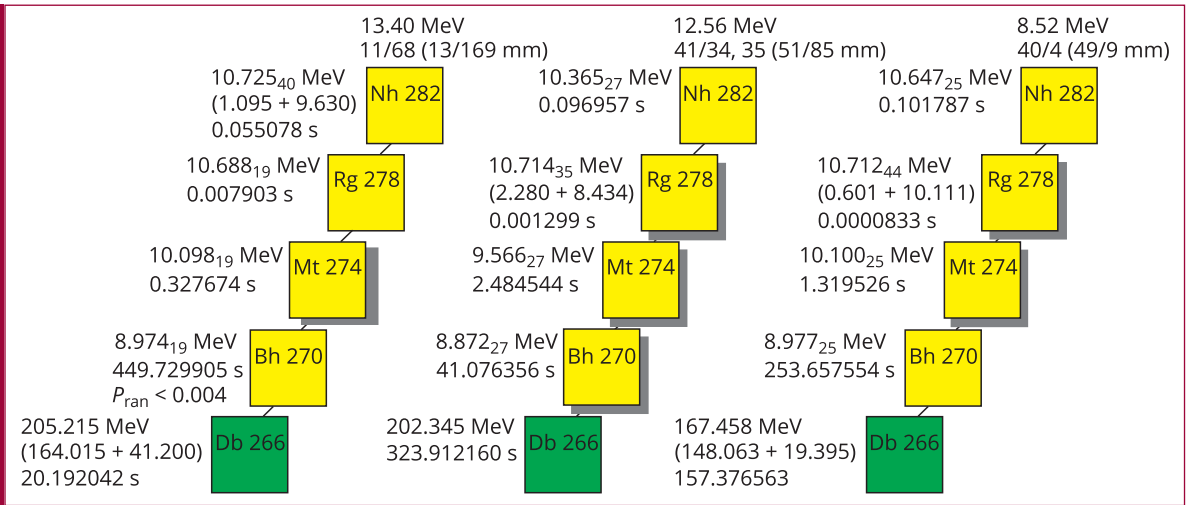
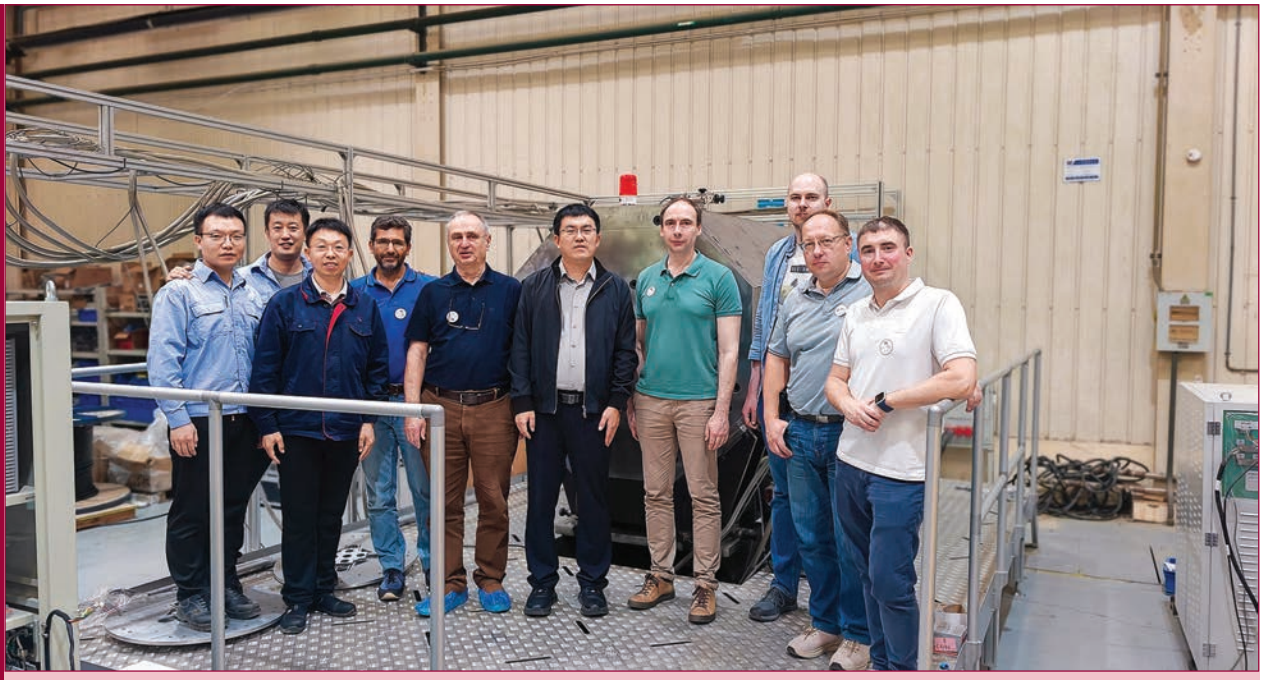


Рис. 2. Свойства ядер в цепочках распадов ^{282}Nh, полученного в реакции ^{237}Np(^{48}Ca, 3*n*)

Определяющим фактором при выборе реакции является доступность мишенных материалов. Изотоп ^{249}Bk производится в мире лишь в двух научных центрах — в Ок-Ридже (США) и Димитровграде (Россия) — в количестве несколько десятков миллиграмм. В то же время изотоп ^{243}Am является значительно более доступным материалом, что делает реакцию с его использованием привлекательной альтернативой.

Для надежной идентификации новых ядер ^{293,294}119 и ^{295,296}119 методом генетических корреляций очень важно знать радиоактивные свойства дочерних ядер. На сепараторе DGFRS-2 был проведен важный эксперимент по синтезу изотопов нихония ^{281,282}Nh в реакции ^{237}Np(^{48}Ca, 3–4*n*). Основной целью являлось прецизионное изучение свойств этих ядер, которые выступают в качестве дочерних продуктов в одной из рассматриваемых цепочек распада элемента 119. В ходе эксперимента было зарегистрировано три цепочки распада ^{282}Nh (рис. 2). Полученные данные в настоящее время находятся на стадии детального анализа. Результаты проведенных экспериментов представлены в работах [1–4].

Параллельно с экспериментами ведется масштабная технологическая подготовка. Для получения пучков ^{50}Ti и ^{54}Cr методом MIVOC из ECR-источника циклотрона ДЦ-280 успешно применены синтезированные металлоорганические соединения высокой чистоты. Для обеспечения программы исследований в ЛЯР изготовлены радиоактивные мишени из ^{242}Pu и ^{237}Np. Совместно с НИИАР (Димитровград) на 2026 г. запланировано изготовление мишени из ^{249}Bk.



Сиань (Китай), сентябрь. Участники испытаний сверхпроводящего магнита, изготовленного компанией XSMT

Спектроскопия тяжелых и сверхтяжелых ядер

На сепараторах SHELS и GRAND с использованием детектирующих систем GABRIELA и SFiNX была выполнена программа экспериментов по изучению свойств короткоживущих ядер с $Z \geqslant 104$.

Сепаратор SHELS и ускоритель У-400. В реакции полного слияния $^{26}Mg + ^{238}U$ изучались каналы испарения и характеристики спонтанного деления изотопов $^{260,258}Rf$. Впервые были получены экспериментальные данные о выходах мгновенных нейтронов в результате спонтанного деления этих ядер. Кроме того, при изучении процессов многонуклонных передач в системе $^{26}Mg + ^{238}U$ были синтезированы ядра из трансурановой области (идентифицированные как ^{239}Pu и ^{243}Am), для делящихся изомеров которых впервые измерены множественности нейтронов [5].

В ноябре 2025 г. был проведен эксперимент по измерению сечения образования ядра ^{258}Sg в реакции слияния $^{52}Cr + ^{207}Pb$, экспериментальные данные находятся в обработке.

Также продолжены исследования процессов многонуклонных передач на сепараторе SHELS в реакциях с тяжелыми ионами и мишенями из ^{208}Pb и ^{209}Bi (рис. 3), результаты которых обобщены и опубликованы в обзорной статье [6].

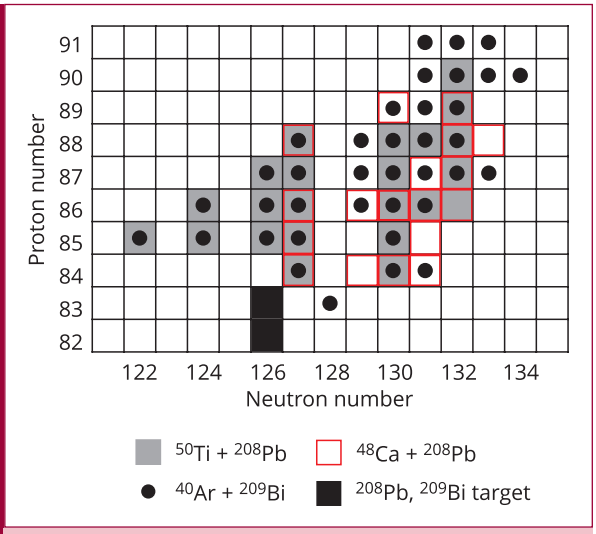


Рис. 3. Область таблицы изотопов, включающая нуклиды, полученные в реакциях многонуклонных передач на сепараторе SHELS [6]

Сепаратор GRAND (ГНС-3) и Фабрика СТЭ. На сепараторе GRAND подготовлен и проведен эксперимент по изучению свойств распада изотопов флеровия и их дочерних продуктов. При облучении мишени из ^{242}Pu диаметром 480 мм достигнута рекордная интенсивность пучка ^{48}Ca — до 5 мкА · частиц ($3{,}1 \cdot 10^{13}$ ионов/с). Ряд технических сложностей, возникших в ходе эксперимента, не позволил достичь запланированного уровня статистики распадов. Модернизация ключевых узлов сепаратора GRAND позволила в декабре 2025 г. успешно провести тестовые облучения мишеней из ^{242}Pu и $^{206,208}Pb$ пучком ^{48}Ca. Результаты тестов подтверждают готовность установки к дальнейшим исследованиям свойств сверхтяжелых элементов на Фабрике СТЭ.

Химия трансактинидов

В 2025 г. исследования проводились в рамках международных коллабораций, в первую очередь ЛЯР с Институтом современной физики (IMP, Китай), а также с Институтом Пауля Шеррера (PSI, Швейцария).

Изучение свойств коперниция (Cn) и флеровия (Fl). На модернизированной установке «Криодетектор» на Фабрике СТЭ был проведен эксперимент по изучению летучести коперниция (Cn) и флеровия (Fl) и их адсорбции на поверхности золота в температурном градиенте до –170 °C. В ходе эксперимента было зарегистрировано 8 цепочек распада изотопов ^{283}Cn и ^{287}Fl. Важным результатом стало наблюдение для флеровия двух зон осаждения: одной при комнатной температуре, а другой — при температуре около –100 °C. Полученные данные согласуются с результатами предыдущих экспериментов коллабораций TASCA (GSI) и COLD (ЛЯР). Адсорбция атомов Fl на золотой поверхности в криогенной области подтверждает существенное влияние релятивистских эффектов на его химическое поведение. При этом наблюдаемая вторая зона адсорбции флеровия при комнатной температуре остается предметом дискуссий из-за недостаточной статистической значимости имеющихся данных. Продолжается обработка экспериментальных данных, и проводится их теоретический анализ методами квантовой химии и молекулярной динамики.

Химическая идентификация нихония (Nh) и московия (Mc). Завершен анализ данных первого эксперимента по изучению химии нихония (Nh, $Z = 113$) на ускорительном комплексе HIRFL (Китай), проведенного при участии сотрудников ЛЯР ОИЯИ. В работе использовались новые установки: радиохимическая система LEGEND [7, 8], сепаратор SHANS2 и линейный ускоритель CAFE2. В ходе 15-дневного сеанса в реакции $^{243}Am(^{48}Ca, 3n)^{288}Mc$ была проведена химическая идентификация ^{284}Nh ($T_{1/2} = 0{,}77$ с) и материнского нуклида ^{288}Mc ($T_{1/2} = 0{,}29$ с). Методом термохроматографии установлено, что московий осаждается на входе в детектирующий канал, что подтверждает результаты пионерских исследований, ранее проведенных в ЛЯР.

Динамика взаимодействия тяжелых ядер, деление тяжелых и сверхтяжелых ядер. В 2025 г. было продолжено экспериментальное исследование взаимодействия тяжелых ионов в реакциях холодного синтеза. Завершены измерения

сечений захвата в реакциях $^{40,42,44,48}Ca + ^{208}Pb$ в диапазоне энергий, охватывающем области как выше, так и существенно ниже кулоновского барьера. Установлено, что в случае ионов ^{40}Ca сечение захвата в подбарьерной области значительно выше, чем для реакций с более тяжелыми изотопами кальция: при энергии на 10 МэВ ниже барьера оно составляет несколько сот микробарн, в то время как для систем $^{42,44,48}Ca + ^{208}Pb$ — лишь десятки микробарн. Эксперименты выполнены на ускорителе У-400 (ЛЯР) с применением двухплечевого времяпролетного спектрометра CORSET.

Проведен детальный анализ массово-энергетических распределений фрагментов, образующихся в этих реакциях. Для более точного определения дисперсий массовых и энергетических распределений фрагментов деления возбужденного составного ядра нобелия в зависимости от его температуры и углового момента были измерены массовые и энергетические распределения фрагментов деления ^{256}No, образующегося в реакции $^{24}Mg + ^{232}Th$. Сравнение свойств фрагментов, образованных в реакциях $^{40,42,44,48}Ca + ^{208}Pb$ со свойствами фрагментов реакции $^{24}Mg + ^{232}Th$, а также со спонтанным делением изотопов нобелия из работы *Hulet E. K.* (ЯФ. 1994. Т. 57. С. 1165–1173) показало, что при энергиях ниже кулоновского барьера свойства делительноподобных фрагментов в реакциях $^{40,42,44}Ca + ^{208}Pb$ сильно отличаются от свойств фрагментов деления ядер нобелия, а для реакции $^{48}Ca + ^{208}Pb$, наоборот, хорошо согласуются (рис. 4).

Было установлено, что при энергиях выше кулоновского барьера вероятность слияния составляет примерно 50 % для всех измеренных изотопов кальция, а при энергиях ниже барьера она быстро уменьшается с уменьшением энергии взаимодействия для реакций $^{40,42,44}Ca + ^{208}Pb$, тогда как для реакции с дважды магическим ионом ^{48}Ca близка к 100 %.

Для более детального изучения влияния структуры ядер в области ^{48}Ca в реакциях холодного слияния на процесс захвата взаимодействующих ядер и дальнейшую эволюцию образовавшейся двойной ядерной системы также были

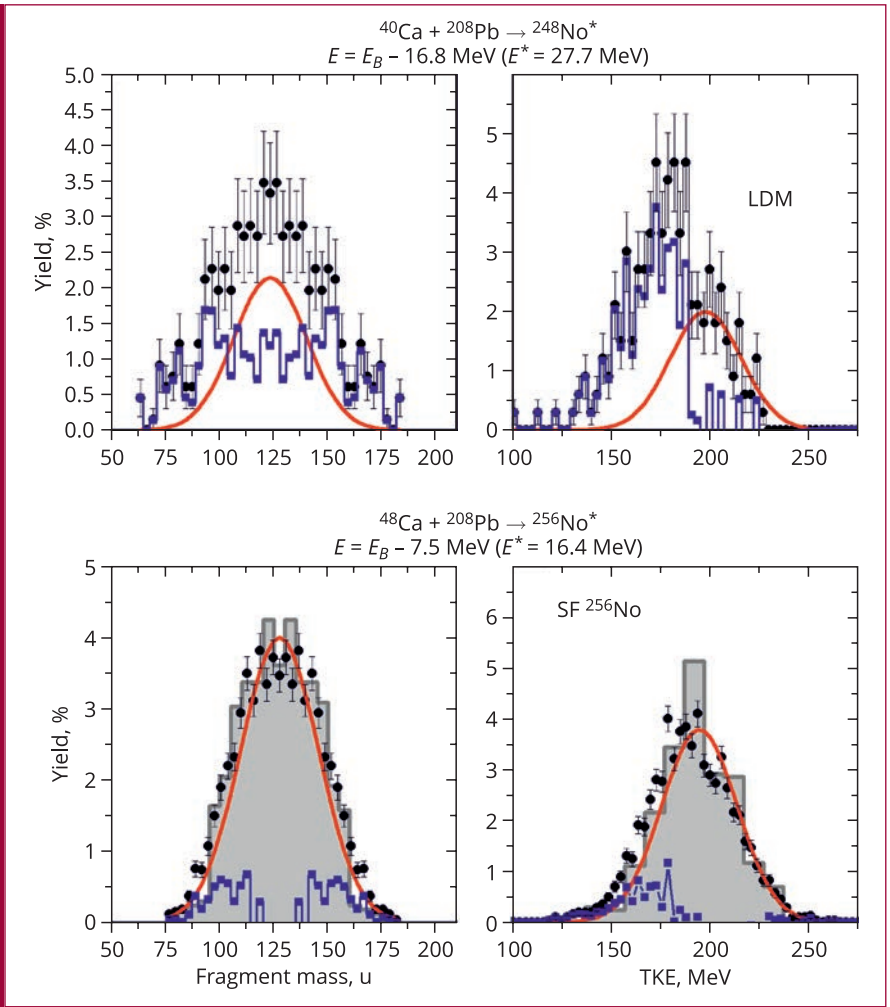


Рис. 4. Массовые и энергетические распределения делительноподобных фрагментов реакций $^{40,48}Ca + ^{208}Pb$ (черные символы) в сравнении с делением возбужденного ядра No (красные линии) и его спонтанным делением (серые гистограммы)

проведены измерения сечений захвата и массово-энергетических распределений фрагментов реакций ^{48,50}Ti + ^{208}Pb и ^{52,54}Cr + ^{208}Pb в широком диапазоне энергий выше и ниже кулоновского барьера. В настоящее время проводится анализ полученных данных.

Кроме того, в 2025 г. были закончены обработка и анализ экспериментальных данных реакции многонуклонных передач ^{209}Bi + ^{238}U. При изучении свойств продуктов этой реакции были получены фрагменты вплоть до $Z \approx 111$ (область Rg) с довольно высокой энергией возбуждения (порядка 150–200 МэВ) [9].

Структура экзотических ядер

В 2025 г. был завершен анализ экспериментальных данных, полученных на фрагмент-сепараторе АКУЛИНА-2, по исследованию системы из четырех нейтронов (^4n). Заселение данной системы изучалось при взаимодействии пучка ^{8}He (E = 26 МэВ/нуклон) с дейтериевой мишенью в ядерных реакциях ^{2}H(^{8}He, ^{6}Li)^4n и ^{2}H(^{8}He, ^{3}He)^{7}H $\rightarrow$ ^{3}H+^4n. В ходе эксперимента были зарегистрированы события (рис. 5), формирующие низколежащий резонансноподобный пик при энергиях $E_T(4n) \approx (3{,}5 \pm 0{,}7)$ и $(3{,}2 \pm 0{,}8)$ МэВ соответственно [10]. Теоретическое описание полученных данных было реализовано в рамках пятичастичной модели ядра ^{8}He с использованием гиперсферических гармоник и допущения о высокой периферийности процессов в исследуемых реакциях (состояние, при котором нейтроны удалены от α-кора). Сделано заключение, что основной вклад в формирование пика в распределении $E_T(4n)$ вносят состояния с гипермоментом K = 2, формально запрещенные в рамках оболочечной модели.

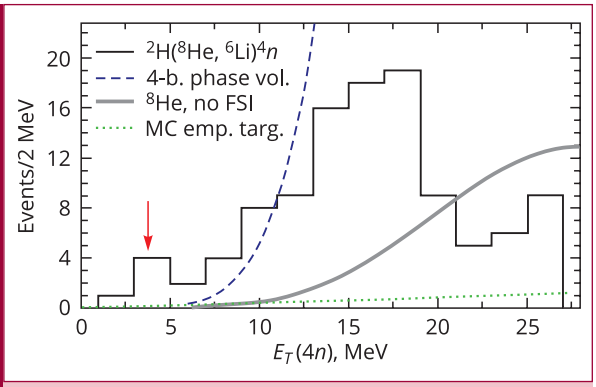


Рис. 5. Спектр недостающей массы системы ^4n, полученный в реакции ^{2}H(^{8}He, ^{6}Li)^4n; красная стрелка — пик при энергии ~ 3,5 МэВ, зеленая точечная кривая — вклад фона от пустой мишени. Синяя штриховая линия соответствует четырехчастичному фазовому объему, а жирная серая — преобразованию Фурье для источника ^{8}He

Данный факт свидетельствует об ограниченной применимости оболочечной модели для описания экзотических ядерных систем, удаленных от линии стабильности.

На базе циклотрона У-400 ЛЯР ОИЯИ с применением реакционной камеры МАВР впервые в единых экспериментальных условиях были измерены дифференциальные сечения однонуклонных передач (^{6}He$_{g.s}$, ^{6}Li$_{g.s}$, ^{6}Li$_{3,56}$) и упругого рассеяния ^{7}Li$_{g.s}$ в реакции ^{7}Li + ^{10}B при энергии E = 58 МэВ (рис. 6).

Исследуемое состояние ^{6}Li$_{3,56}$ выступает изобар-аналогом ядра ^{6}He$_{g.s}$, характеризующегося наличием 2n-гало с увеличенным среднеквадратичным радиусом. Анализ полученных данных, проведенный с использованием модели связанных каналов [11] и модели двойной свертки [12], подтвердил наличие у состояния ^{6}Li$_{3,56}$ пространственно протяженной галоподобной структуры, формируемой нейтроном и протоном вне α-кора.

Дополнительно в реакции ^{6}Li + ^{12}C при энергии E = 68 МэВ были изучены дифференциальные сечения упругого/неупругого рассеяния и каналов передачи для анализа кластерной структуры ^{6}Li (рис. 7).

Важным научным результатом стала количественная оценка вкладов трехтельных конфигураций данного ядра. Установлено, что применение трехтельной волновой функции и учет связи

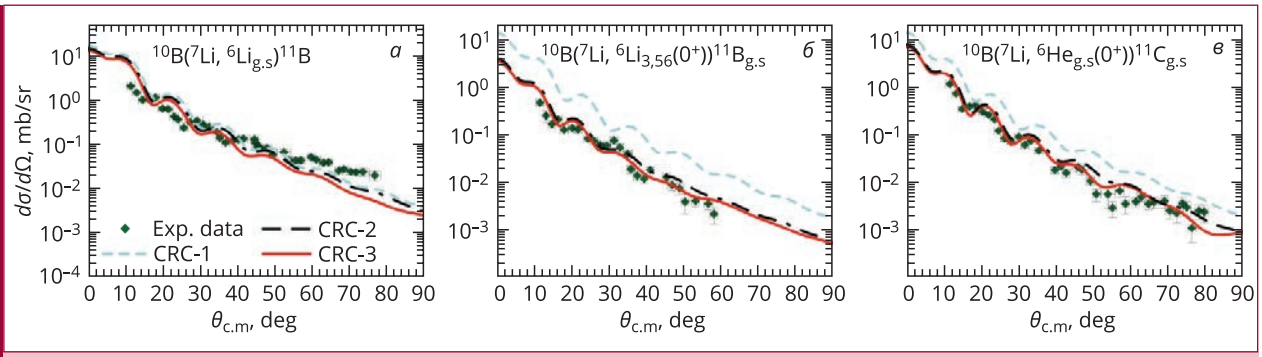


Рис. 6. Дифференциальные сечения однонуклонных передач (^{6}He$_{g.s}$, ^{6}Li$_{g.s}$, ^{6}Li$_{3,56}$) и упругого рассеяния ^{7}Li$_{g.s}$ в реакции ^{7}Li + ^{10}B при энергии E = 58 МэВ. Символы — экспериментальные дифференциальные сечения указанных каналов реакций; кривые — расчеты, проведенные в рамках модели связанных каналов реакции

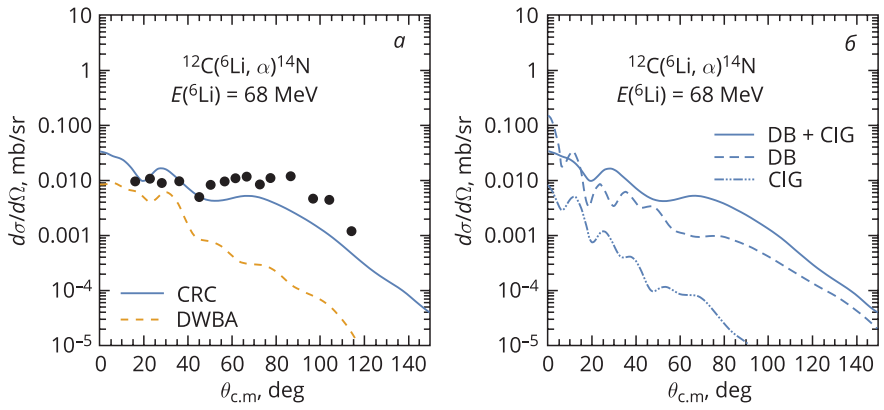


Рис. 7. Экспериментальные дифференциальные сечения реакции ^{12}C(^{6}Li, α)^{14}N в сравнении с расчетами: *а*) CRC (сплошная линия) и DWBA (штриховая); *б*) вклады двух конфигураций ядра ^{6}Li: DB (гантелеобразная, штриховая линия), CIG (сигарообразная, штрихпунктирная), а также их сумма (DB + CIG, сплошная линия)

каналов существенно повышают точность теоретического описания экспериментальных данных. Результаты указывают на доминирование в структуре ^{6}Li гантелеобразной конфигурации ($\alpha + np$), что согласуется с современными представлениями о его кластерной структуре [13].

РАДИАЦИОННОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ, НАНОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И БИОМЕДИЦИНСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ С ПУЧКАМИ ТЯЖЕЛЫХ ИОНОВ

Методами просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ) высокого разрешения изучена структура треков быстрых тяжелых ионов в изолированных наночастицах TiO_2 и CeO_2. Определены пороговые уровни электронного торможения образования треков и их радиус.

Исследование сплавов $FeCr_{16}Ni_{15}$ и $FeCr_{18}Ni_{40}$ методами ПЭМ и измерения нанотвердости выявило ключевые особенности радиационного повреждения при холодном облучении ионами гелия. Установлено, что ионы гелия создают структурные повреждения (дислокационные петли и полости), которые приводят к радиационному упрочнению и распуханию, аналогично воздействию нейтронов в реакторах. Эффективность гелиевого облучения значительно выше: плотность дислокаций, сопоставимая с результатами нейтронного облучения, достигается при дозах смещений на порядок ниже. Радиационное упрочнение и плотность формирующихся междоузельных дислокаций не зависят от скорости создания повреждений.

В ходе оценки радиационной стойкости многокомпонентного сплава CoCrFeNi и его дисперсно-упрочненного оксидами (ДУО) аналога при облучении ионами ксенона (150 и 475 МэВ) и висмута (670 МэВ) были зафиксированы значительные структурные изменения. Установлено, что в кристаллической матрице формируются тетраэдры дефектов упаковки, средний размер которых составляет несколько десятков нанометров и закономерно уменьшается вдоль пробега ионов. В иттрий-содержащих частицах ДУО-сплава наблюдается образование латентных треков. Анализ механических свойств показал, что оба типа материалов подвержены умеренному радиационному упрочнению, выходящему на стадию насыщения, при этом показатели нанотвердости сохраняют стабильность на протяжении всей глубины пробега ионов.

Методами молекулярно-динамического моделирования показано, что прохождение быстрых тяжелых ионов в CeO_2 инициирует формирование прерывистых кристаллических треков диаметром около 2 нм, окруженных зоной точечных дефектов. Радиационное воздействие приводит к специфическим изменениям топографии поверхности: образованию сферических кристаллических холлоков и конических треков в приповерхностном слое (глубиной до нескольких десятков нанометров). В случае облучения наночастиц наблюдаются выраженные эрозионные процессы. В частности, исходно ограненные нанокластеры трансформируются в сферические, что обусловлено процессами полного плавления и последующей перекристаллизации под действием ионного пучка [14, 15].

Изготовлены гибридные мембраны, состоящие из гидрофильной подложки и гидрофобного нановолоконного слоя, полученного методом

электроформования. В качестве подложки применены металлизированные титаном трековые мембраны из полиэтилентерефталата. Материалом для получения гидрофобного нановолоконного слоя послужил поливинилиденфторид. Полученные структуры характеризуются углом смачивания около 140° и высокой селективностью при обессоливании растворов методом мембранной дистилляции [16].

Проведен сравнительный анализ содержащих сыворотку и бессывороточных кондиционированных сред роста для мезенхимальных стволовых клеток (МСК). Фракционирование микро- и ультрафильтрацией (0,2 мкм, 50 кДа) позволяет выделить фракцию, обогащенную экзосомами и белками, сохраняя функционально значимые компоненты секретома МСК, что соответствует нормативным требованиям для клинического применения МСК.

Синтезированы наночастицы типа «ядро–оболочка» (серебро или золото в оболочке из *β*-циклодекстрина). Эксперименты на клеточных линиях рака молочной железы подтвердили их высокую радиосенсибилизирующую способность: статистически значимый терапевтический эффект достигается при концентрациях препарата в 20 раз ниже, чем в ранее известных методиках. Данные результаты свидетельствуют о высоком потенциале использования разработанных нанокомпозитов для повышения эффективности лучевой терапии при одновременном снижении лекарственной нагрузки на организм [17].

Рассмотрены различные подходы к созданию трековой мембраны с поверхностью, обладающей эффектом гигантского комбинационного рассеяния (ГКР) света и являющейся высокочувствительным сенсором. Стабильность покрытия и потенциал применения полученных субстратов оценивали на примере аптасенсора для определения вируса гриппа А. Показано, что трековые мембраны с развитой поверхностью и нанесенными магнетронным способом частицами плазмонных металлов обеспечивают стабильную в биологических жидкостях ГКР-активную поверхность, обладающую высокой воспроизводимостью интенсивностей спектров ГКР в биологических жидкостях [18]. Полученные субстраты имеют большие перспективы использования в высокоспецифичных по отношению к ряду вирусов ГКР-биосенсорах.

Синтезирована «библиотека» ДНК-олигонуклеотидов с рандомизированной последовательностью, и проведен отбор ДНК-аптамеров к рекомбинантному белку p54 из вируса африканской чумы свиней (АЧС). Проведено нанопоровое секвенирование для определения последовательностей аптамеров. Результаты секвенирования были обработаны биоинформатическими методами, и найдены консенсусные последовательности, аффинные к белку p54. Исследована аффинность синтезированных аптамеров к инактивированным вирусам АЧС. Проведен выбор уникальных синтезированных аптамеров, способных эффективно связываться со штаммами вируса «Ставрополь» и КК262 (вакцинный штамм).

Исследовано влияние ДНК-аптамеров к рецептору эпидермального фактора роста на уровень повреждений ДНК в клетках. Установлено, что в случае клеток, инфицированных АЧС, наблюдается снижение уровня повреждений ДНК в присутствии ДНК-аптамеров. Показано, что димерный аптамер к рецептору эпидермального фактора роста проявляет противовирусный эффект, снижая титр вируса до 50–70 %. Разработано аналитическое устройство определения вируса гриппа А на базе органических электролитических полевых транзисторов и аптасенсора. Слой биораспознавания в аптасенсоре включает ультратонкие пленки золота и селективного к вирусу аптамера на нанопористой трековой мембране [19].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Oganessian Yu. Ts., Utyonkov V. K., Abdullin F. Sh., Dmitriev S. N., Ibadullayev D., Itkis M. G., Karpov A. V., Kovrizhnykh N. D., Kuznetsov D. A., Petrushkin O. V., Podshibiakin A. V., Polyakov A. N., Popeko A. G., Sagaidak R. N., Saiko V. V., Schlattauer L., Shubin V. D., Shumeiko M. V., Solovyev D. I., Tsyganov Yu. S. , Voinov A. A., Subbotin V. G., Sabelnikov A. V., Abdusamadzoda D., Bodrov A. Yu., Voronyuk M. G., Bozhikov G. A., Aksenov N. V., Khalkin A. V., Gan Z. G., Zhang Z. Y., Huang M. H., Yang H. B., Wang J. G., Zhang M. M., Huang X. Y.* Investigation of Reactions with ^{50}Ti and ^{54}Cr for the Synthesis of New Elements // Phys. Rev. C. 2025. V. 112. 014603.
2. *Tsyganov Yu. S., Ibadullayev D., Polyakov A. N., Voinov A. A., Shumeiko M. V.* DSSD Based Detection System of the DGFRS-2 Setup: Design, Results, Developments // Phys. Atom. Nucl. 2025. V. 88, No. 2. P. 332–337.
3. *Xu S. Y., Zhang Z. Y., Gan Z. G., Heßberger F. P., Wang J. G., Huang M. H., Ma L., Yang H. B., Yang C. L., Zhang M. M., Zhao Z., Huang X. Y, Sun L. C., Li Z. C., Xie G., Zhou H., Zhang X., Guan F., Wu X. L., Qiang Y. H., Huang W. X., Tian Y. L., Wang Y. S., Wang J. Y., Lu Z. W., Sun L. T., He Y., He X. T., Ren Z. Z., Zhou S. G., Utyonkov V. K., Voinov A. A., Tsyganov Yu. S., Polyakov A. N., Solovyev D. I., Ibadullayev D.* First Observation of an Isomer in ^{243}Es via *α*-Decay Spectroscopy of ^{247}Md // Phys. Rev. C. 2025. V. 112. 034315.
4. *Huang X. Y., Zhang Z. Y., Wang J. G., Ma L., Yang C. L., Huang M. H., Wu X. L., Gan Z. G., Yang H. B., Zhang M. M., Tian Y. L., Wang Y. S., Wang J. Y., Qiang Y. H., Xie G., Xu S. Y., Zhao Z., Li Z. C., Sun L. C., Zhu L., Zhang X.,*

Zhou H., Guan F., Li Z. H., Huang W. X., Qin Z., Wang Y., Yin X. J., Cui Y. F., Lu Z. W., He Y., Sun L. T., Ren Z. Z., Zhou S. G., Utyonkov V. K., Voinov A. A., Tsyganov Yu. S., Polyakov A. N., Solovyev D. I., Kovrizhnykh N. D., Shumeiko M. V. Production of ^{287,288}Mc Isotopes in the ^{48}Ca + ^{243}Am Reaction at China Accelerator Facility for Superheavy Elements // Chin. Phys. Lett. Accepted 18 Nov. 2025.

5. *Sailaubekov B. et al.* First Investigation of Prompt Neutrons from Spontaneously Fissioning Isomers Produced in Multinucleon Transfer Reactions // Phys. Lett. B. 2025. V. 872. 140071.
6. *Devaraja H. M. et al.* Systematic Studies to Produce Heavy Above-Target Nuclides in Multinucleon Transfer Reactions // Phys. Lett. B. 2025. V. 862. 139353.
7. *Jia Z., Wang Y., Cao S. et al.* LEGEND — A Detection System for Next-Generation Gas-Adsorption Thermochromatography Experiments with Nh // Nucl. Instr. Meth. A. 2025. V. 1072. 170166.
8. *Wilson J. M., Dressler R., Aksenov N. V. et al.* Online Gas Adsorption Chromatography with Tl on Fused Silica for Next-Generation Chemistry Experiments with Nh // Inorg. Chem. 2025. V. 64, No. 49. P. 23810–23824.
9. *Vorobiev I. V. et al.* // Phys. Rev. C. 2025. V. 112. 014625.
10. *Muzalevskii I. A. et al.* Population of Tetraneutron Continuum in Reactions of ^{8}He on Deuterium // Phys. Rev. C. 2025. V. 111. 014612; doi: 10.1103/PhysRevC.111.014612.
11. *Sobolev Yu. G., Ferreira J. L., Stukalov S. S., Penionzhkevich Yu. E., Burtebayev N., Danilov A. N., Demyanova A. S., Dmitriev S. V., Gurov Yu. B., Nassurlla M., Starastsin V. I., Shakhov A. V., Lubian J.* // Phys. Rev. C. 2025. V. 112. 064601; https://doi.org/10.1103/z18g-bc84.
12. *Zemlyanaya E. V., Lukyanov K. V., Lukyanov V. K., Penionzhkevich Yu. E., Sobolev Yu. G., Stukalov S. S.* // Bull. Russ. Acad. Sci.: Physics. 2025. V. 89(8). P. 1236–1240; https://doi.org/10.1134/S1062873825711985.
13. *Urazbekov B. A., Almanbetova E. K., Azhibekov A. K., Baimurzinova B. S., Dyussebayeva K., Issatayev T., Janseitov D. M., Lukyanov S. M., Penionzhkevich Yu. E., Mendibayev K., Zholdybayev T. K.* // Chin. Phys. C. 2026. V. 50. 014102; https://doi.org/10.1088/1674-1137/ae072b.
14. *Rymzhanov R. A., Volkov A. E., Skuratov V. A.* Bulk, Overlap and Surface Effects of Swift Heavy Ions in CeO_2 // J. Nucl. Mater. 2025. V. 604. P. 155480; https://doi.org/10.1016/j.jnucmat.2024.155480.
15. *Rymzhanov R. A., Mutali A., O'Connell J. H., Skuratov V. A.* Tailoring Shape of CeO_2 Nanoparticles by Swift Heavy Ion Irradiation // J. Phys. Chem. Solids. 2026. V. 208. P. 113206; https://doi.org/10.1016/j.jpcs.2025.113206.
16. *Kravets L., Vinogradov I., Rossouw A., Gorberg B., Nechaev A., Apel P.* Functionalization of PET Track-Etched Membranes with Electrospun PVDF Nanofibers for Hybrid Membranes Fabrication in Water Desalination // J. Sep. Purif. Technol. 2025. V. 371; doi: 10.1016/j.seppur.2025. 133395 [Q1 WoS, Scopus].
17. *Пустовалова М. В., Некрасов В. Д., Андреев Е. В., Фадейкина И. Н., Леонов С. В., Нечаев А. Н., Осипов А. Н.* Синтезированные с помощью β-циклодекстрина наночастицы серебра и золота как радиосенсибилизаторы при лучевой терапии рака молочной железы // Медицинская радиология и радиационная безопасность. 2025. Т. 70, № 2. С. 35–39. [Q4 Scopus].
18. *Тихонова Д. С., Андреев Е. В., Алиева Р. Ш., Дубков С. В., Колмогоров В. С., Ерофеев А. С., Нечаев А. Н., Кукушкин В. И., Завьялова Е. Г.* Разработка ГКР-активных трековых мембран с повышенной устойчивостью в биологических средах // Изв. РАН. Сер. физ. 2025. Т. 89, № 2. С. 256–264.
19. *Poimanova E. Y., Kretova E. A., Keshek A. K., Andreev E. V., Nechaev A. N., Prusakov K. A., Aldarov K. G., Basmanov D. V., Akhmetova A. I., Yaminsky I. V., Ponomarenko S. A., Zavyalova E., Agina E. V.* A Universal Approach to the Fabrication of Reusable EGOFET-Based Aptasensors with Track-Etched Membranes for Biorecognition Layers // J. Mater. Chem. B. 2025. V. 13. P. 4681–4692; doi: 10.1039/D4TB02536A.

ЛАБОРАТОРИЯ НЕЙТРОННОЙ ФИЗИКИ им. И. М. ФРАНКА

Научная программа Лаборатории нейтронной физики им. И. М. Франка в 2025 г. была направлена на исследования в рамках Проблемно-тематического плана научно-исследовательских работ и международного сотрудничества ОИЯИ: по физике конденсированных сред («Импульсный источник нейтронов и комплекс спектрометров», 04-4-1149-2024/2028, руководитель Е. В. Лычагин, «Исследования функциональных материалов и наносистем с использованием рассеяния нейтронов», 04-4-1149-2-2021/2028, руководители Д. П. Козленко, В. Л. Аксенов, А. М. Балагуров, «Оптические методы в исследованиях конденсированных сред», 04-4-1147-2024, руководители Г. М. Арзуманян, Н. Кучерка), по ядерной физике («Нейтронная ядерная физика», 03-4-1146-2024, руководители Ю. Н. Копач, П. В. Седышев, В. Н. Швецов), по развитию комплекса спектрометров ИБР-2 («Научно-методические исследования и разработки для изучения конденсированных сред на нейтронных пучках ИБР-2», 04-4-1149-3-2021/2028, руководители В. И. Боднарчук, В. И. Приходько), по развитию исследовательской ядерной установки ИБР-2 («Развитие исследовательской ядерной установки ИБР-2 с комплексом криогенных замедлителей нейтронов», 04-4-1149-1-2011/2028, руководители А. В. Виноградов, А. В. Долгих), по развитию проекта нового источника нейтронов («Новый перспективный источник нейтронов в ОИЯИ», 04-4-1149-4-2021/2028, руководители Е. В. Лычагин, В. Н. Швецов, М. В. Булавин).

НЕЙТРОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КОНДЕНСИРОВАННЫХ СРЕД

Основные цели исследований по проекту состояли в изучении взаимосвязи между особенностями структурного строения и динамики новых функциональных материалов и наносистем и их физическими свойствами на микроскопическом уровне, которые имеют важное значение для

11 февраля. Делегация Вьетнамского института атомной энергии

развития современных представлений в области физики конденсированного состояния, материаловедения, химии, биофизики, геофизики и развития современных технологий в сфере электроники, компактных источников тока, фармакологии, медицины, методами рассеяния нейтронов и комплементарными методами. В рамках данных исследований ЛНФ поддерживала широкие связи со многими научными организациями. В России наиболее активное сотрудничество велось с близкими по тематике организациями, такими как НИЦ КИ, ПИЯФ НИЦ КИ, МГУ, МФТИ, КФУ, ИФМ УрО РАН и др., за рубежом — с РГП на ПХВ ИЯФ РК (Казахстан), Китайским исследовательским центром CSNS (КНР), Национальной научной лабораторией им. А. И. Алиханяна (Армения) и др.

Исследования оксидных, интерметаллических и наноструктурированных материалов

Проведено исследование влияния изменения термодинамических параметров на кристаллическую и магнитную структуры квазидвумерных ван-дер-ваальсовых магнитных материалов семейства CrX_3 (X = Cl, Br). Эксперименты проводились с использованием рентгеновской дифракции и рамановской спектроскопии в диапазоне значений давления до 38 ГПа и при комнатной температуре, а также нейтронной дифракции в диапазоне значений давления до 2 ГПа и при температуре 7–300 K (дифрактометр ДИСК, реактор ИР-8, НИЦ КИ, Москва). В соединении $CrCl_3$ при атмосферном давлении с понижением температуры при 200 K происходит структурный фазовый переход из моноклинной фазы симметрии $C2/m$ в ромбоэдрическую фазу симметрии $R\bar{3}$. Ниже температуры Нееля около 17 K наблюдается появление антиферромагнитного (АФМ) состояния A-типа. При давлении выше 1 ГПа структурный фазовый переход из моноклинной в ромбоэдрическую фазу возникает при комнатной температуре. При этом характер магнитного упорядочения меняется на ферромагнитный (ФМ), температура Кюри при 1 ГПа составляет 19 K [1]. Установлено, что микроскопические механизмы изменения магнитного состояния связаны с конкуренцией АФМ и ФМ сверхобменных взаимодействий между ван-дер-ваальсовыми атомными слоями в кристаллической решетке и усилением ФМ-взаимодействий при воздействии высокого давления.

В соединении $CrBr_3$ при воздействии высокого давления $P_{cr} \sim 15$ ГПа в результате проведенных экспериментов с помощью рентгеновской дифракции и рамановской спектроскопии обнаружен структурный кроссовер из слоистой квазидвумерной ромбоэдрической структуры со слабовзаимодействующими ван-дер-ваальсовыми атомными слоями в трехмерную структуру такой же симметрии с сильновзаимодействующими

25 июня. В. Л. Аксенов и Е. П. Шабалин на торжественном открытии площади им. В. Д. Ананьева

слоями [2]. Кроссовер сопровождается сильными изменениями барических коэффициентов параметров решетки и межатомных связей. Расстояние между слоями изменяется на 20 % при $P < P_{cr}$ и слабо изменяется в пределах 5 % при более высоком давлении. При этом оно становится меньше характерного размера ван-дер-ваальсова атомного слоя. Для анализа структурных и электронных свойств $CrBr_3$ были проведены DFT-расчеты в диапазоне значений давления до 60 ГПа, и установлено, что энергия связи между ван-дер-ваальсовыми слоями в рассматриваемом диапазоне значений давления увеличивается по абсолютной величине почти на два порядка. Также анализ поведения плотности электронных состояний выявил наличие перехода диэлектрик–металл, что согласуется с результатами других экспериментальных исследований транспортных свойств под давлением.

Продолжены исследования сплавов Fe–Ga, обладающих эффектом гигантской магнитострикции. Серия образцов на основе $Fe_{74}(Al, Ga)_{26}$ с добавлением ~0,5 ат. % углерода, а также ~0,5 ат. % бора исследовалась методами нейтронной и рентгеновской дифракции, электронной микроскопии, внутреннего трения [3]. В нейтронных дифракционных спектрах образ-

цов Fe–26Ga–0,5C (1C), Fe–20Ga–6Al–0,5C (2C) и Fe–26Al–0,5C (3C) кроме вклада основной фазы $D0_3$ дополнительно присутствуют дифракционные пики, которые указывают на формирование карбидной фазы с $E2_1$ со структурой перовскита. Впервые прецизионно определены ее кристаллографические характеристики для составов, содержащих Ga. Анализ профилей основных пиков фазы $E2_1$ показывает, что они состоят из двух близко расположенных компонентов с разным отношением I_{111}/I_{200}, расщепление которых мало (около $5 \cdot 10^{-4}$ по относительной величине) и находится на границе чувствительности используемого дифрактометра ФДВР в ЛНФ. Отсюда следует, что фаза $E2_1$ во всех трех образцах с углеродом состоит из двух типов кластеров ($E2_1$-I и $E2_1$-II) с различными параметрами элементарных ячеек.

Исследования магнитных жидкостей и наночастиц

Продолжен анализ эффекта неподвижных точек (изоточек) в малоугловом рассеянии нейтронов на феррожидкостях. Рассмотрен общий подход для объяснения наблюдения изоточек в формфакторах неоднородных сферических частиц типа «ядро-оболочка» при изменении контраста в эксперименте по малоугловому рассеянию на основе базисных функций рассеяния при вариации контраста [4]. Расширены критерии наблюдения истинных изоточек путем рассмотрения экспериментальных изоточек как каустических узлов концентрирования кривых рассеяния. Такой подход позволяет универсальным образом проследить влияние на изоточки различных факторов, таких как экспериментальное разрешение, остаточный фон, полидисперсность частиц и др. Рассмотрены возможные типы изоточек и связанные с ними эффекты, включая смещение, «размывание» и исчезновение изоточек. Все это позволяет предсказывать практические интервалы по контрасту и переданному импульсу, в которых можно ожидать наблюдения изоточек, а также анализировать степень их «размывания».

Исследование слоистых наноструктур

Проведено исследование электромагнитного эффекта близости в наноструктурах Al_2O_3/Nb(1000 Å)/Gd(30,60,120 Å)/V(700 Å)/Nb(150 Å), состоящих из сверхпроводящих слоев ниобия и ванадия с критическими температурами ~ 8,5 и ~ 4,5 K соответственно и находящегося между ними слоя ферромагнитного гадолиния. Образцы были изготовлены методом магнетронного напыления с различной толщиной слоя гадолиния (30, 60, 120 Å), чтобы определить зависимость эффекта от толщины ферромагнитного слоя. Проведены измерения по рефлектометрии поляризованных нейтронов на рефлектометре РЕМУР в ЛНФ при различных значениях внешне-

9 октября. Семинар-презентация книги-альбома «Федор Львович Шапиро. К 110-летию со дня рождения»

го магнитного поля и температуры с целью определения структурного и магнитного профилей для разных состояний сверхпроводников.

Исследование биологических наносистем, липидных мембран и липидных комплексов

Проведен анализ данных малоуглового рассеяния нейтронов на фосфолипидной транспортной наносистеме (ФТНС) производства Научно-исследовательского института биомедицинской химии им. В. Н. Ореховича (Россия), а также на лекарственных препаратах арбидол-НФ и индометацин-НФ, включенных в ФТНС [5]. Экспериментальные данные были получены на малоугловой установке YS-SANS на стационарном исследовательском реакторе в Будапеште (Венгрия). Рассматривались образцы на основе двух типов соевых фосфолипидов с разным содержанием фосфатидилхолина — 75 % (S80) и 94 % (S100) — при двух концентрациях липидных растворов 5 и 25 % (рис. 1).

Обнаружено, что образцы везикулярных нанолекарств, включенных в систему на основе соевого фосфолипида S100, демонстрируют уменьшение радиуса системы с увеличением концентрации растворов. В случае препаратов на основе S80 наблюдается постоянство радиуса везикул при увеличении концентрации. Такая тенденция в поведении радиуса наблюдается и для ФТНС, и для ФТНС + индометацин-НФ. Но в случае ФТНС + арбидол-НФ на основе S100 наблюдались ультрамалые везикулы: внутренний радиус R составляет около 50 Å, что сопоставимо с толщиной липидного бислоя $d \approx 33$ Å.

Исследование полимерных и полимероподобных материалов и пленок

Методами малоуглового рентгеновского рассеяния (МУРР) и нейтронного рассеяния (МУРН) изучались свойства червеобразных мицелл гемини (димерного) ПАВ (C18-C4-C18) [6]. На нейтронных кривых рассеяния, полученных на установке ЮМО реактора ИБР-2 ЛНФ, наблюдается классический формфактор цилиндра с потенциальной возможностью контрастирования как ядра, так и оболочки, что делает данный метод более простым и перспективным в контексте исследования червеобразных мицелл. В случае данных МУРР с установки БиоМУР Курчатовского источника синхротронного излучения контраст достигается за счет многослойной структуры мицеллы, что не допускает простого анализа строения в таких системах.

Проведен анализ данных МУРР, полученных на установке Xeuss 3.0 XENOCS в ЛНФ, по исследованию влияния нефтеподобного агента на

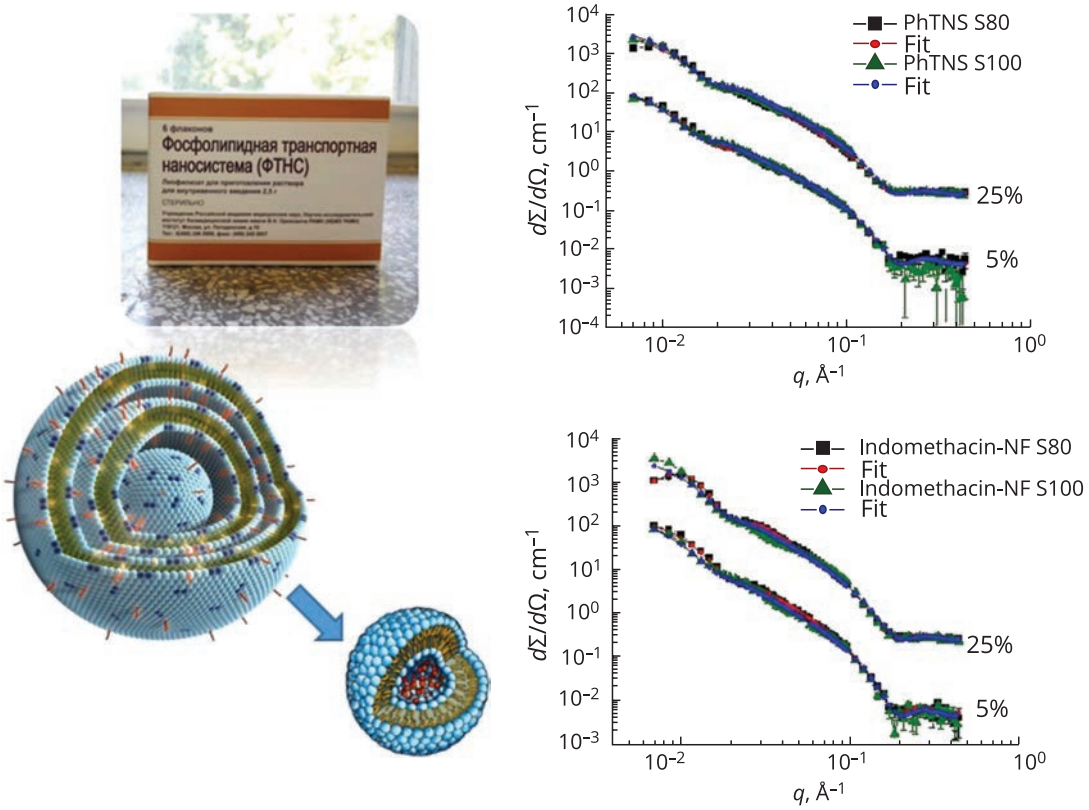


Рис. 1. Фосфолипидная транспортная наносистема (ФТНС) с лекарственными препаратами и кривые малоуглового рассеяния нейтронов (YS, BNC) на ФТНС и ФТНС + индометацин-НФ

строение сетки червеобразных мицелл димерного ПАВ. Прослежена эволюция формфактора мицелл при добавлении н-декана, и подтверждено превращение мицеллярной сетки в систему микроэмульсий, что согласуется с реологическими данными. При добавлении соли в систему микроэмульсий возникает структурный переход, вызванный экранировкой электростатических взаимодействий между молекулами ПАВ. Моделирование говорит о значительном изменении толщины оболочки мицелл при изменении их формы до дискообразных оболочечных структур.

Атомная и молекулярная динамика

Выполнено исследование молекулярной динамики рацематов ибупрофена и его натриевой соли с использованием комбинации методов неупругого рассеяния нейтронов и молекулярного моделирования. Показано, что при переходе от молекулярной формы к солевой существенно изменяется характер колебательного спектра в области передач энергий 40–400 $см^{-1}$, что обусловлено изменением характера невалентных взаимодействий, а также значительным влиянием ближнего окружения на молекулярную динамику метильных групп, связанных с хиральным центром ибупрофена и соответствующего карбоксилат-аниона. С использованием одночастичных и кластерных моделей ибупрофена [7] и ибупрофената натрия выполнен расчет гармонических колебательных частот.

Ядерно-физическое материаловедение и ионно-имплантационные нанотехнологии

Изучено влияние имплантации ионов He+ с энергией 2,4 МэВ при различных флюенсах в тонкие пленки оксидов олова на их структурные свойства и величину электропроводности σ. Установлено, что имплантация ионов He+ при флюенсе $3{,}75 \cdot 10^{14}$ $см^{-2}$ приводит к несущественным структурным изменениям пленки оксидов олова, однако величина σ при этом увеличивается примерно на порядок (с 0,11 до 1,1 $Ом^{-1} \cdot см^{-1}$). Это объясняется повышением в результате имплантации концентрации кислородных вакансий и междоузельного олова, являющихся донорами электронов. При имплантации ионов He+ в пленки оксидов олова при более высоких флюенсах ($1{,}1 \cdot 10^{15}$ и $1{,}1 \cdot 10^{16}$ $см^{-2}$) на изменение электропроводности σ пленок наряду с введением дополнительных донорных центров оказывает влияние разупорядочение структуры пленок, следствием чего является менее существенное повышение величины σ.

Прикладные работы

В рамках сотрудничества с Омским государственным университетом путей сообщения был изучен процесс накопления усталостных дефектов в узлах и деталях подвижного состава по мере увеличения времени их эксплуатации. На дифрактометре ФСД проведено исследование микроструктуры образцов роликов буксовых подшипников из закаленной подшипниковой стали ШХ15СГ. Максимальное превышение среднего значения твердости роликов после эксплуатации по сравнению с твердостью нового ролика составило 2,41 %. По анализу особенностей макроструктуры поверхности на торцах роликов после травления сделаны предположения о характере контактного взаимодействия торцевой поверхности ролика с поверхностью бурта наружного кольца буксового подшипника. Исследование микроструктуры позволило установить происходящие в процессе эксплуатации изменения.

В ходе экспериментов на ФСД детектором обратного рассеяния измерены дифракционные спектры от исходного материала стали ШХ15СГ, анализ которых показал наличие двух фаз в исследуемом образце: феррита и аустенита. Анализ ширин дифракционных пиков выявил их характерное анизотропное уширение в зависимости от межплоскостного расстояния, существенно превышающее ширину пиков для эталонного образца. Это свидетельствует о высоком уровне микродеформации и высокой плотности дислокаций в материале. Кроме того, на ФСД были проведены эксперименты по изучению распределения микродеформаций по радиусу образцов. При этом образцы роликов, бывшие в эксплуатации, ожидаемо демонстрируют больший уровень микродеформаций из-за упрочнения стали марки ШХ15СГ в результате холодной пластической деформации по сравнению с новым роликом.

Проведены измерения образцов из сплава Al–3,8Gd–0,2Cr–0,2Ti методом нейтронной дифракции на установке СКАТ реактора ИБР-2. Результаты показывают, что изученный сплав рассеивает нейтроны примерно в 100 раз хуже, чем почти чистый алюминиевый сплав, что делает его перспективным материалом для использования в качестве защиты от нейтронов.

На облучательной установке канала № 3 реактора ИБР-2 проводились следующие исследования:

— совместно с Национальной лабораторией им. А. И. Алиханяна изучалось влияние дозы нейтронного облучения на электрические параметры полупроводниковых кристаллов кремния *n*- и *p*-типа;
— изучалось влияние нейтронного и гамма-излучения на физико-механические свойства нанокомпозита на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена со степенью наполнения бором до 75 масс. %.
— совместно с ЛЯП проводились эксперименты по изучению микробиома и микроорганизмов, способных выживать в условиях постоянного повышенного радиационного фона;

— совместно с ЛФВЭ изучалась радиационная стойкость образцов детекторных систем коллайдера NICA.

В облучательных каналах реактора ВВР-К в Институте ядерной физики Республики Казахстан (ИЯФ РК) проводились исследования:

— влияния нейтронов на электронные свойства структур с квантовой ямой InAlGaAs/$In_yGa_{1-y}As$ с высокой подвижностью и концентрацией электронов с различными функциональными нанослоями;

— радиационной стойкости фторированных наноалмазов — эффективного материала для отражения очень холодных нейтронов.

Максимальный флюенс нейтронов, который был достигнут при облучении образцов, составил 10^{20} см$^{-2}$.

При изучении свойств фторированных наноалмазов после облучения было показано, что размеры наночастиц и их рассеивающие свойства не изменились, но произошли заметные изменения во фторированной оболочке наночастиц, указывающие на появление в обоих образцах фторполимерных структур. Элементный анализ образцов с помощью метода мгновенных гамма-квантов показал, что произошло почти полное обратное замещение фтора водородом. Это говорит о том, что исследуемые образцы наноалмазов имеют неудовлетворительную радиационную стойкость при достигнутом флюенсе.

Совместно с ЛЯП на облучательной установке канала № 3 ИБР-2 продолжаются эксперименты по изучению микробиома и микроорганизмов, способных выживать в условиях постоянного повышенного радиационного фона во время технической остановки реактора. Совместно с ЛФВЭ проведены облучения двух ферм для детекторов NICA, образцов клея для детекторов, а также пластин из сплава АД1 и углепластика с целью оценки радиационной стойкости и подтверждения расчетных данных.

ОПТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ИССЛЕДОВАНИЯХ КОНДЕНСИРОВАННЫХ СРЕД И ПРОЕКТ «НАНОБИОФОТОНИКА»

Проект «Нанобиофотоника» представляет собой междисциплинарный исследовательский проект на стыке таких научных направлений, как колебательная (рамановская и ИК) спектроскопия и микроскопия, нанофотоника, фотобиология, флуоресцентная микроскопия. Работы осуществлялись в тесном международном сотрудничестве, прежде всего с партнерами из Беларуси, России, Вьетнама, Египта, Узбекистана, Казахстана и Армении. Выполнен договор с БГУИР по научно-исследовательской работе на тему «Дифференциация нейтрофилов и бета-амилоидов по их рамановским спектрам методами иерархической кластеризации и главных компонент». В 2025 г. расширено сотрудничество с организациями из Вьетнама и Египта.

Исследование конформационных преобразований и стабильности бета-амилоида под влиянием зеленых наночастиц оксида железа (GIONP)

Рамановская спектроскопия была использована для изучения взаимодействия между GIONP и агрегатами бета-амилоида Aβ(1–42). Продемонстрированы значительные изменения в динамике вторичной структуры полипептида Aβ(1–42). Инфракрасная спектроскопия с преобразованием Фурье помогла изучить химическое взаимодействие между GIONP и куркумином — капсулирующим агентом. Рентгеновский дифракционный анализ был проведен для определения кристаллической структуры и фазовой чистоты синтезированных GIONP, что позволило понять их стабильность и структурную целостность. Исследования распределения частиц GIONP по размерам и структуре мембран вокруг GIONP проводились для определения их влияния на целостность и стабильность мембраны. Морфология GIONP, формирование липосомальных структур, имитирующих мембраны, и их целостность были изучены с помощью просвечивающей электронной микроскопии и энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии, которая показала распределение элементов внутри каждой из структур [8].

Полученные результаты свидетельствуют о двойной роли GIONP в дестабилизации и последующей стабилизации вторичной структуры бета-амилоида. Первоначально комплекс GIONP способствует формированию β-поворотов и β-листов, что указывает на дестабилизацию α-спиральной структуры Aβ, характеризующуюся повышенной склонностью к образованию водородных связей и перекрестных связей, что может привести к фибрилляции. Однако, начиная с четвертого дня измерений, наночастицы способствуют возвращению к α-спиральной структуре, что свидетельствует о стабилизирующем эффекте, который предотвращает агрегацию Aβ в токсичные фибриллы. Данное исследование вносит вклад в понимание механизмов воздействия GIONP в отношении различных молекулярных систем.

Влияние pH на конформационные изменения Aβ42 в липидных мембранах

Изучалось влияние pH на конформацию Aβ42 в мембранах из 1,2-дипальмитоил-sn-глицеро-3-фосфохолина (DPPC) с использованием методов рамановской спектроскопии, кругового дихроизма и молекулярно-динамического (МД) моделирования. Было установлено, что в кислой среде (pH 5,5) Aβ42 преимущественно формировал α-спиральные структуры (~ 75–80 %), тогда как в нейтральных (pH 7,4) и щелочных (pH 9,5) условиях содержание α-спиралей снижалось до ~ 48–58 и ~ 44–47 % соответственно, с увеличением доли произвольных (рандомных) витков (~ 20–36 %).

При всех исследуемых условиях количество β-структур оставалось незначительным. Проведенный МД-анализ также показал слабое влияние pH на толщину липидного бислоя и упорядоченность липидов. Согласованность экспериментальных и расчетных данных подтверждает, что pH является одним из критических модуляторов структурной динамики Aβ42 в мембранах, что углубляет понимание механизмов его нейротоксичности и открывает перспективы для разработки терапевтических стратегий.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

В рамках госпрограммы «Научно-технологическое развитие Российской Федерации» по развитию синхротронных и нейтронных исследований и исследовательской инфраструктуры на период до 2030 г. и далее выигран грант с проектом «Развитие аппаратно-методической базы для решения научных и прикладных задач на источниках нейтронов разного типа» в течение 2025–2027 гг. В качестве партнеров-соисполнителей гранта выступают коллективы из научных и образовательных организаций России, в частности, НИЦ КИ ПИЯФ, ИЯИ РАН, ИФМ УрО РАН и др.

Развитие детекторных систем на установках ФДВР, СКАТ

В начале 2025 г. на фурье-дифрактометре высокого разрешения (ФДВР) завершены работы по тестированию и запуску уникального многоэлементного широкоапертурного детектора обратного рассеяния. Новые технические решения позволили увеличить телесный угол детектора с 0,16 до 2,0 ср. Точная подгонка модулей и соблюдение пространственно-временной фокусировки позволяют суммировать спектры от элементов внутри одного кольца без введения дополнительных поправок. Была оптимизирована система накопления данных в связи с ростом нагрузки из-за увеличения количества модулей детектора. Для улучшения фоновых условий была разработана, изготовлена и установлена защита детектора. Проведенные измерения показали ее высокую эффективность. В тестовых экспериментах при вращении фурье-прерывателя на скорости 6000 об./мин было достигнуто разрешение до $\Delta d/d \approx 0{,}001$ в широком диапазоне межплоскостных расстояний.

Выполненная модернизация детекторной системы на установке ФДВР позволила улучшить разрешающую способность до 2 раз, а светосилу — до 5 раз. Таким образом, по совокупности характеристик ФДВР становится одним из лучших нейтронных дифрактометров высокого разрешения в мире. Его включение в программу пользовательских экспериментов на ИБР-2 планируется осенью 2026 г.

На дифрактометре СКАТ ИБР-2 создано второе кольцо детекторной системы под углом рассеяния $2\theta = 90°$ и установлен второй гониометрический модуль образца. Проведенная модернизация дает возможность более эффективно использовать прямоугольную форму большого сечения нейтроновода, что позволит вдвое увеличить количество измеряемых образцов.

Модернизация различных систем установок ДРВ, ФСД, ФСС, РЕМУР, ЮМО и ДН-12

На дифрактометре ДРВ произведена замена зеркал изогнутой части нейтроновода с параметром $m = 1$ на суперзеркала с $m = 2$. В результате вдвое увеличен поток нейтронов на образце.

На дифрактометре ФСД продолжены работы по внедрению новой системы сбора и накопления данных на основе дигитайзера CAEN DT5560SE в режиме list-mode. По сравнению с предыдущей системой на базе блоков МПД дигитайзер CAEN обеспечивает более высокую точность регистрации сигналов за счет уменьшенного времени дискретизации и большей емкости нового формата «сырых» данных. Тестовые эксперименты показали, что использование дигитайзера для накопления данных позволило увеличить интенсивность дифракционных спектров примерно в 1,5 раза за счет совершенствования алгоритма обработки сигналов и оптимизации параметров.

На дифрактометре ФСС модернизирован фурье-прерыватель, который представляет собой систему ротор–статор с радиальными щелями, покрытыми Gd_2O_3. От его контрастности зависит интенсивность дифракционного спектра высокого разрешения и уровень корреляционного фона. Она определяется степенью параллельности щелей на роторе и статоре, которая обеспечивается юстировкой положения статора с помощью двух механических эксцентриков. Ранее

юстировка выполнялась вручную с помощью эксцентриков. В ходе модернизации на эксцентрики установили шаговые двигатели, позволяющие дистанционно управлять их положением. Экспериментальный подбор углов поворота эксцентриков позволил точно определить их оптимальные позиции, обеспечивающие максимальные контрастность фурье-прерывателя и амплитуды дифракционного пика высокого разрешения.

На рефлектометре поляризованных нейтронов РЕМУР проведены установка и отладка оборудования для экспериментов в статическом и осциллирующем магнитном поле. Применение как стационарного, так и осциллирующего магнитного поля в нейтронной рефлектометрии позволяет определять профиль стационарного магнитного поля при толщине структуры, превышающей 100 нм. Таким образом, данный метод расширяет диапазон толщин магнитных слоев, доступных для измерений. Он также дополняет классический метод рассеяния в статическом поле и при изучении тонких магнитно-коллинеарных структур толщиной менее 1 нм.

На спектрометре ЮМО проводились работы по модернизации и проверке детектора прямого пучка, в качестве которого с 2011 г. использовался газовый пропорциональный детектор с борным конвертером. Был изготовлен новый конвертер большей площади в форме круга, напыленного на входной алюминиевой подложке. Произведена замена конвертера и оптимизация рабочего напряжения детектора прямого пучка с учетом опыта предыдущего использования, проведены тестовые измерения. В итоге скорость набора данных на детекторе была увеличена минимум в два раза.

На дифрактометре ДН-12 модернизирован криостат для работы с камерами высокого давления. Целью работы являлась замена устаревшей и выработавшей свой ресурс холодной головки криокулера на современную головку от криокулера SRDK415D (SUMITOMO).

Разработка детекторов тепловых и холодных нейтронов

В рамках поиска альтернатив детекторам на основе ^{3}He, а также для повышения достоверности регистрируемой картины рассеяния и разрешающей способности нейтронных спектрометров ведутся исследования и разработки детекторов тепловых нейтронов на основе плоскопараллельной резистивной камеры. В качестве конвертера медленных нейтронов в плоскопараллельной резистивной камере выступает пленка карбида бора (^{10}B-ППРК). Для определения места взаимодействия нейтрона с материалом конвертера реализован метод линии задержки. К настоящему времени определена оптимальная архитектура ^{10}B-ППРК для формирования однородного электрического поля в детекторе и выполнено Монте-Карло моделирование процесса переноса пучка нейтронов с различными длинами волн через материалы детектора. Изготовлены два однокоординатных детектора и один двухкоординатный с узким (249 мкм) газовым промежутком. Для этих детекторов проведены измерения счетных характеристик с лабораторными источниками ^{252}Cf, ^{60}Co и космическим излучением. На основе полученных данных определен рабочий режим, временно́е и пространственное разрешение, а также эффективность регистрации тепловых нейтронов. Для созданных детекторных систем ^{10}B-ППРК ведется работа по реализации метода времени пролета.

В 2025 г. была завершена разработка базы данных для импорта, хранения и экспорта информации обо всех этапах инструментального нейтронно-активационного анализа на установке «Регата» ИБР-2. Верификация разработанного программного обеспечения проведена на примере анализа образца донных отложений в рамках межлабораторного теста МАГАТЭ IAEA-MESL-2024-PT-TE-Sediment. Показана хорошая сходимость полученных результатов и целевых значений концентраций элементов в образце [9].

Проект нового спектрометра неупругого рассеяния в обратной геометрии BJN

Продолжены работы по созданию нового спектрометра в обратной геометрии BJN [10] для исследований методом неупругого рассеяния нейтронов с максимально возможной светосилой. Его отличительной особенностью является наличие анализатора энергии на основе кристаллов высокоориентированного пиролитического графита (ВОПГ) большой площади, удовлетворяющего условиям постоянства двух параметров: угла Брэгга (постоянство конечной энергии) и суммы расстояний между образцом и ВОПГ-кристаллом и ВОПГ-кристаллом и детектором (временна́я фокусировка). Для экспериментальной проверки принципа работы подобного анализатора был создан прототип с одним набором ВОПГ-пластин. Экспериментальные измерения с использованием прототипа были проведены на канале № 13 ИБР-2. Полученные результаты хорошо согласуются с данными моделирования. Так, для отражения (002) численные расчеты дали величину разрешения на упругой линии, равную 0,75(2) мэВ, а экспериментально определенная ширина составила 0,672(4) мэВ, т. е. немного лучше, чем предсказанная Монте-Карло моделированием. Экспериментальные и расчетные значения конечной энергии детектируемых нейтронов составили 4,47 и 4,65 мэВ соответственно.

Комплекс криогенных замедлителей КЗ-201 и КЗ-202

В 2025 г. продолжалась штатная эксплуатация комплекса криогенных замедлителей КЗ-201 и КЗ-202 при номинальной мощности реактора ИБР-2 в 1,4 МВт. В I и II циклах работы реакто-

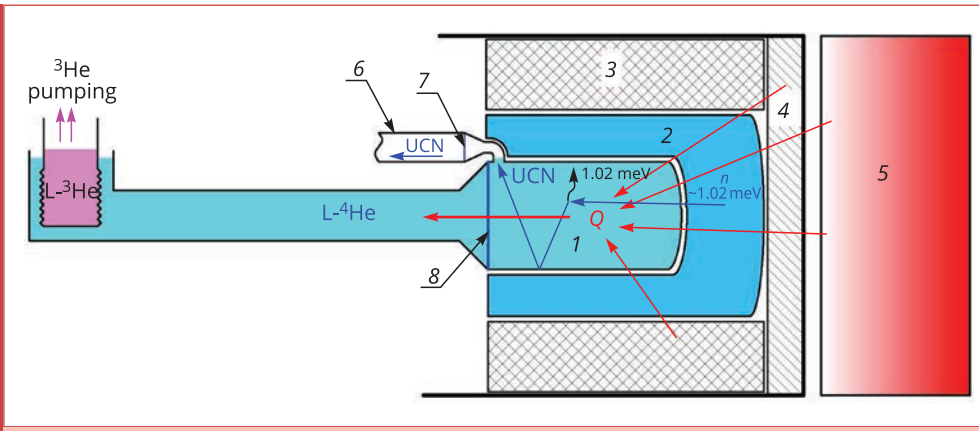


Рис. 2. Схема источника УХН на реакторе ВВР-К: *1* — бак с жидким ^{4}He температурой $T < 1$ K; *2* — жидкий дейтерий, $T \sim 20$ K; *3* — графит, $T \sim 300$ K; *4* — свинец; *5* — активная зона реактора; *6* — нейтроновод; *7* — разделительная фольга; *8* — теплопроводящая стенка

ра замедлители эксплуатировались в тепловом режиме, а в III–VII циклах — в криогенном режиме. В полном объеме выполнены работы по комплексной настройке и оптимизации рабочих режимов рефрижератора Linde 1800 для его эксплуатации в составе криогенных замедлителей КЗ-201 и КЗ-202. На КЗ-201 внедрена новая промышленная система управления и контроля технологическими параметрами замедлителя. Начато проектирование и изготовление такой же системы управления для КЗ-202.

Новые установки в государствах-членах ОИЯИ

В рамках международного сотрудничества выполнены работы по развитию нейтронного рефлектометра на научно-исследовательском реакторе ВВР-К Института ядерной физики Республики Казахстан. Рефлектометр оснащен разработанным в ЛНФ одномерным позиционно-чувствительным детектором. Была проведена настройка детектора и его интеграция в программный комплекс управления спектрометром.

Начата разработка концептуального проекта источника ультрахолодных нейтронов (УХН) на реакторе ВВР-К в ИЯФ РК. В источнике планируется разделить поток тепла и поток УХН (рис. 2). Для этого тепло будет отведено через теплопроводящую стенку источника, а УХН будут выводиться через небольшое отверстие и транспортироваться к экспериментальной установке по специальному фокусирующему нейтроноводу, на выходе из которого будет примерно такая же плотность УХН, как и на входе. Это обеспечит возможность накопления УХН до одних из самых высоких плотностей в мире, как в самом источнике, так и в экспериментальной установке [11].

НЕЙТРОННАЯ ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА

В 2025 г. в области ядерной физики работы велись в направлениях изучения процессов нарушения пространственной и временно́й четности при взаимодействии нейтронов с ядрами, изучения процесса деления, исследований фундаментальных свойств нейтрона, гамма-спектроскопии нейтронно-ядерных взаимодействий, изучения структуры атомного ядра, получения новых данных для реакторных приложений и для ядерной астрофизики, экспериментов с ультрахолодными нейтронами, прикладных работ, связанных с применением нейтронно-активационного анализа, резонансного анализа, инфракрасной спектроскопии и других методов. Успешно реализуется научная программа проекта TANGRA по исследованию неупругого рассеяния быстрых нейтронов. Продолжалось развитие источника резонансных нейтронов (ИРЕН) на базе линейного ускорителя.

В соответствии с протоколом о выполнении совместных исследований механизма взаимодействия нейтронов с ядрами и свойств высоковозбужденных ядер между ОИЯИ и Пекинским университетом был получен доступ к проведению измерений на установках в Китае, в частности, на тандем-ускорителе HI-13 Института атомной энергии, реакторе XAPR Северо-западного института ядерной технологии и китайском источнике нейтронов расщепления (CSNS). Ведется сотрудничество с научными центрами в Беларуси, Вьетнаме, Грузии, Египте, Индии, Италии, Казахстане, Мексике, Молдове, ОАЭ, России, Румынии, Сербии, ЮАР и др.

9 декабря. Участники одной из секций научных докладов на конференции молодых ученых и специалистов ЛНФ ОИЯИ

Работа и развитие установки ИРЕН

В 2025 г. ускоритель ЛУЭ-200 — драйвер источника нейтронов ИРЕН — регулярно работал на частоте циклов 50 Гц с энергией пучка в области 100–115 МэВ. Ускоритель отработал на эксперимент более 1500 ч. С целью повышения надежности и удобства обслуживания была произведена реконструкция электронной пушки на ускорителе ЛУЭ-200, а также проведены измерения нагрузочных характеристик, и выявлено незначительное влияние размера пучка на захват в ускорение и, соответственно, на энергетический спектр и выход нейтронов. Был определен оптимальный диапазон тока пучка с учетом снижения энергии, ухудшения монохромности пучка и деградации катода с ростом тока, получаемого с пушки. В результате точной настройки улучшена проходимость пучка электронов. Продолжено исследование энергетических характеристик пучка электронов при изменении частоты задающего генератора источника СВЧ-мощности и подборе собственных частот у резонаторов систем компрессии СВЧ-мощности типа SLED.

В течение 2025 г. на установке ИРЕН велись проектирование и разработка системы мониторинга и диагностики, обеспечивающей сбор, хранение, визуализацию и анализ данных в режиме реального времени. Было разработано программное обеспечение для измерения мощности пучка электронов калориметрическим методом, и восстановлена аппаратная часть. Создана система по оцифровке сигналов с поясов Роговского для получения параметров тока. Проведено тестирование автоматического анализа данных с установки ИРЕН.

Получено положительное санитарно-эпидемиологическое заключение для работ на ИРЕН.

Исследования с использованием метода меченых нейтронов — проект TANGRA

В 2025 г. были измерены дифференциальные сечения эмиссии характеристического гамма-излучения, индуцированного нейтронами с энергией 14,1 МэВ, а также получены коэффициенты разложения на полиномы Лежандра и определены интегральные сечения эмиссии для элементов из следующего списка: Ga, Ge, As, Se, Br, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Pd, Ag, Cd, In, Sb, Te, I, Ba, La, Ce, Nd, Hf, Ta, W, Hg, Pb, Bi, U, Sm, Eu, Pr, Er и Rh [12]. Абсолютные сечения реакций для ряда элементов были получены впервые в диапазоне значений энергии выше 10 МэВ.

Создан стенд для тестирования метода улучшения пространственного разрешения для позиционно-чувствительного элементного анализа с помощью пучков меченых нейтронов с энергией 14,1 МэВ. Разработанный алгоритм для улучшения пространственного разрешения был протестирован на реальных экспериментальных данных и позволил улучшить пространственное разрешение в 1,5 раза. Создана база экспериментальных данных.

Геометрия установки была оптимизирована для измерения сечений с целью уменьшения систематической неопределенности из-за неполного попадания пучков меченых нейтронов на образец, а также для улучшения дискриминации фона от рассеянных в образце нейтронов, попадающих в детекторы, которые, в свою очередь, при взаимодействии с веществом детекторов генерируют множество низкоэнергетических гамма-линий.

Исследования реакций (*n*, *p*) и (*n*, *α*) с быстрыми нейтронами

На установке ЭГ-5 продолжалась программа исследований (*n*, *p*) и (*n*, *α*) реакций с быстрыми нейтронами на ряде стабильных изотопов ядер. Впервые были получены данные о сечении ^{148}Sm(*n*, *α*)^{145}Nd в диапазоне значений энергии нейтронов от 4,8 до 5,3 МэВ. Проведены измерения сечения реакции ^{6}Li(*n*, *t*)^{4}He в диапазоне значений энергии нейтронов от 3,3 до 5,3 МэВ.

В рамках международного сотрудничества с Пекинскими университетом были измерены сечения реакции ^{16}O(*n*, α_0)^{13}C в диапазоне значений энергии нейтронов от 6,8 до 11,7 МэВ на тандемном ускорителе HI-13 Китайского института атомной энергии (CIAE). Для регистрации заряженных частиц использовалась сеточная ионизационная камера, разработанная в ЛНФ ОИЯИ. В качестве газовой мишени, содержащей атомы кислорода, применялся CO_2.

В рамках международного сотрудничества на установке Back-n CSNS (Китай) начаты эксперименты по измерению коэффициента асимметрии вперед-назад в реакции ^{35}Cl(*n*, *p*)^{35}S на резонансных нейтронах. Протестирована новая ионизационная камера, созданная в ЛНФ ОИЯИ, получены времяпролетные и двумерные спектры на пролетной базе 55 м, а также временны́е спектры с различными фильтрами.

Разработка концепции источника УХН на импульсном реакторе

Была продолжена работа над концепцией источника УХН с их импульсным накоплением в материальной ловушке. Источник УХН планируется создать на канале № 3 реактора ИБР-2. Для того чтобы не было прямой видимости активной зоны, но при этом сохранялось направление вдоль оси канала, предполагается использовать нейтроновод *S*-образной формы, соединяющий конвертер очень холодных нейтронов (ОХН) с флиппером-замедлителем и ловушкой [13]. Было изучено влияние геометрии и качества внутренней поверхности нейтроновода на конечную длительность импульса ОХН. В случае изогнутого идеального нейтроновода при радиусе кривизны 24–30 м разброс времен пролета для 75 % нейтронов находится в пределах около 2 мс. Использование *S*-образного сегментированного нейтроновода приводит к дополнительному временно́му размытию, а также снижению пропускания нейтроновода. Оптимальное число его сегментов равно 24, а дальнейшее увеличение числа сегментов приводит к непропорциональному уменьшению разброса времен пролета нейтронов.

Проанализировано влияние микрошероховатостей и волнистости внутренней поверхности нейтроновода на конечное временно́е размытие. Расчеты показали, что наличие микрошероховатостей приводит только к падению пропускания, а на разброс времени пролета влияет именно наличие волнистости. Основное влияние на разброс времени пролета все же оказывает геометрия нейтроновода.

Исследования с ОХН и УХН

В рамках развития научной программы для источника ОХН и УХН на реакторе ИБР-2 начата теоретическая работа по исследованию особенностей закона дисперсии длинноволновых нейтронов в веществе. Был получен вид волновой функции при рассеянии на одиночном ускоряющемся ядре. Данное решение будет использовано при расчете суммарной рассеянной волны при когерентном взаимодействии нейтрона со множеством ускоряющихся ядер.

Также было проведено численное теоретическое исследование задачи движения УХН в гравитационно-магнитной ловушке, образованной гравитационным полем Земли и магнитным полем, создаваемым зеркалом Владимирского. Нейтроны в такой системе образуют квантовые состояния с дискретным энергетическим спектром. Теоретически проанализировано влияние различных внешних нестационарных возмущений на эволюцию волновой функции нейтронов в такой системе. Показан резонансный и необратимый характер взаимодействия эволюции волновой функции в зависимости от частоты нестационарного возмущения.

С появлением источников УХН на основе сверхтекучего ^{4}He стало возможным применение зеркальных фокусирующих нейтроноводов УХН. Численные расчеты показали, что фокусирующие нейтроноводы позволяют достичь плотности потока УХН на выходе из нейтроновода в десятки раз больше, чем для стандартных нейтроноводов с постоянным сечением. Выигрыш в коэффициенте пропускания фокусирующих нейтроноводов при ненулевых потерях достигается за счет уменьшения (примерно в 5 раз) числа ударов УХН о стенки нейтроноводов. Сужение нейтроновода для увеличения плотности потока УХН на его выходе может на порядок повысить плотность УХН в ловушке, расположенной в конце нейтроновода.

Прикладные исследования

В 2025 г. в рамках международной программы «Атмосферные выпадения тяжелых металлов в Европе — оценки на основе анализа мхов-биомониторов» были выполнены работы по оценке уровня загрязнения воздуха в Италии и Вьетнаме. Результат показал, что мхи остаются эффективными биомониторами осаждения азота и фосфора и могут обеспечивать надежный пространственный и временной мониторинг на больших территориях. Кроме того, впервые была выполнена комплексная работа по оценке влияния факторов окружающей среды на

Сотрудники ЛНФ ОИЯИ И. Зиньковская, Д. С. Гроздов и А. В. Кравцова, удостоенные золотой медали на 17-й Европейской выставке изобретений «Euroinvent-2025», проходившей 8–10 мая в г. Яссы (Румыния), за исследование биосовместимости и физиологического воздействия наночастиц серебра, функционализированных экстрактом белка спирулины, с помощью лабораторных крыс

элементный состав мхов *Hypnum cupressiforme*, отобранных в Грузии и Республике Молдова. Полученные результаты выявили значительную пространственную и климатическую изменчивость в накоплении элементов мхами, обусловленную естественными геохимическими процессами и антропогенной деятельностью.

Биомониторинг с помощью мхов был применен для оценки загрязнения воздуха в условиях, связанных с COVID-19 в Московской области. Кроме того, с использованием метода активного биомониторинга было оценено влияние выбросов потенциально токсичных элементов (ПТЭ), связанных с автотранспортом на трех магистралях в Центральной России. Результаты исследования показывают, что интенсивность автомобильных потоков является важным антропогенным фактором, определяющим уровень загрязнения придорожных территорий ПТЭ [14]. Также изучено влияние стронция на накопление элементов в различных компонентах окружающей среды в трех ключевых зонах охраняемой территории Тульской области. Были продолжены работы по мониторингу состояния водных объектов с использованием в качестве биомониторов мидий, водорослей и кораллов, отобранных в ЮАР, Египте, Йемене, ОАЭ.

Совместно с коллегами из Университета Белграда завершена работа по определению содержания редкоземельных элементов (РЗЭ) в образцах дорожной пыли, собранной в окрестностях теплоэлектростанции (ТЭС). Результаты показали, что содержание РЗЭ не зависело от расстояния до ТЭС. Отсутствие статистически значимых различий в образцах, отобранных у главных и второстепенных дорог, указывает на геологическое происхождение определенных РЗЭ в исследуемом районе.

В сотрудничестве с коллегами из ЛЯР ОИЯИ и Технического университета Молдовы была выполнена работа по получению биомассы цианобактерии *Arthrospira platensis*, обогащенной наночастицами серебра. Данное исследование показало, что наночастицы серебра оказывают разное воздействие на цианобактерию, зависящее как от концентрации, так и от химии поверхности. Эти результаты открывают многообещающие возможности для разработки функциональных продуктов питания на основе биомассы цианобактерии, обогащенной серебром, при тщательной оценке аспектов безопасности. Также было продолжено изучение влияния наночастиц меди и золота на медицинские растения.

БАЗОВАЯ УСТАНОВКА ИБР-2

В 2025 г. после длительного перерыва начал работу реактор ИБР-2М. Был проведен контрольный вывод реактора на мощность, и разрешена эксплуатация исследовательской ядерной установки (ИЯУ) ИБР-2 на мощности в штатном режиме. К настоящему времени проведено 7 циклов

Работа ИЯУ ИБР-2 в 2025 г.

№ цикла	Мощность реактора, МВт	Время работы на физический эксперимент, ч	Количество срабатываний АЗ
1	0,5–1,5	428	—
2	1,4–1,5	167	1
3	1,4	265	—
4	1,45	267	—
5	1,45	245	2
6	1,45	217	—
7	1,45	259	1

работы ИБР-2 на физический эксперимент с плановой работой криогенных замедлителей КЗ-201 и КЗ-202.

Была проведена предпусковая подготовка и проверка детекторных систем, использующихся на экспериментальных пучках реактора. Проверены все позиционно-чувствительные детекторы (ПЧД), а также кольцевые детекторы на каналах № 4, 6а, 6б и 12. Проведено дозаполнение газовой смесью 96-канального секционированного кольцевого детектора с общим газовым объемом на дифрактометре ДН-12. Продолжаются работы по вводу в эксплуатацию ПЧД на канале № 4 ИБР-2.

Было разработано удаленное управление вакуумной системой, которое находится в стадии отладки и адаптации к спектрометрам СКАТ, НЕРА, ЭПСИЛОН на канале № 7.

Проведены техническое освидетельствование грузоподъемных кранов и оборудования, работающего под избыточным давлением, и экспертиза промышленной безопасности мостового крана экспериментального зала № 1 ИЯУ ИБР-2, а также заключен договор с ЗПТО им. С. М. Кирова на его модернизацию. Мостовой кран экспериментального зала № 2 ИЯУ ИБР-2 был модернизирован с целью приведения к требованиям нормативных правил для объектов использования атомной энергии. Закончены работы по продлению ресурса мостового крана реакторного зала ИЯУ ИБР-2. Резервный подвижный отражатель ИБР-2 подготовлен к предварительному пуску для центровки и выверки основных зазоров. Завершен первый этап по модернизации градирни, зд. 123, включая замену клапанов подпитки градирни. Выполнен демонтаж диафрагмы, врезка участка трубопровода и установка нового датчика расходомера на системе оборотного водоснабжения ИЯУ ИБР-2.

НОВЫЙ ИСТОЧНИК НЕЙТРОНОВ

Сформулированы и обоснованы основные научные исследования на перспективном импульсном источнике нейтронов в ЛНФ ОИЯИ [15]. Продолжаются работы по анализу вариантов альтернативной концепции нового источника нейтронов для дальнейшего проектирования с учетом уже проработанных вариантов. В рамках заключенного договора АО НИКИЭТ были представлены результаты и подготовлен отчет о НИР.

Разрабатывается конструкторская документация с проведением прочностных и теплофизических расчетов на камеру-имитатор криогенного замедлителя на основе мезитилена с системой быстрой смены рабочего материала. Разработан макет высокопроизводительной установки для изготовления твердых мезитиленовых шариков со скоростью изготовления 1,3 л/ч [16]. В настоящее время он проходит испытания по программе и методике. Разработан эскизный проект макета установки для изготовления твердых метановых шариков. Сформулированы физико-технические требования к его конструкции. Разработан план экспериментов на имеющемся устройстве для изготовления твердых метановых шариков в жидком азоте в поддержку разработки технического проекта макета. При поддержке ИФТТ РАН проведена независимая экспертиза эскизного проекта. Расчеты эффективностей водородосодержащих замедлителей различной геометрии будут продолжены после более детальной проработки конструкции активной зоны нового источника нейтронов.

Для уточнения параметров модели динамики пульсирующего реактора были проведены теоретические и численные расчеты, а также экспериментальные исследования основных процессов в активной зоне, оказывающих влияние на реактивность обратной связи. Так, было рассчитано удлинение столба таблеток в точной геометрии твэла после импульса мощности. Изучена поперечная деформация тепловыделяющих сборок (ТВС) после импульса и ее влияние на реактивность. Для изучения вопроса о реакции поперечного смещения топливных таблеток на единичный импульс мощности был проведен расчет нестационарной деформации ТВС. Установлено, что на форму и направление изгиба оказывает существенное влияние дистанцирующая проволока. Как результат, появляется поперечная градиенту компонента изгиба ТВС. Расчет статической деформации металлических элементов модели показал, что периферийные твэлы смещаются к стенке ТВС вплоть до полного прилегания в нижней части топливного столба. При этом в сечении оболочки твэла остается ненулевой изгибающий момент. Центральный твэл не испытывает заметных смещений вследствие симметрии задачи.

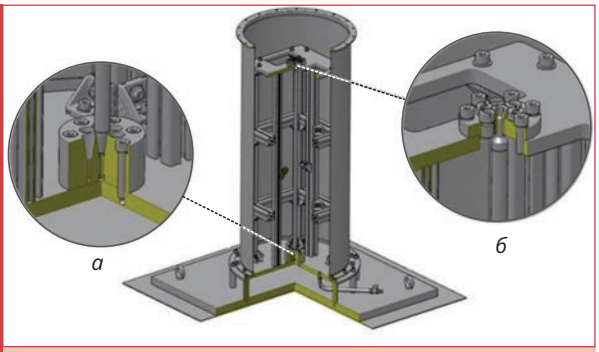


Рис. 3. Эскиз стенда вибродиагностики твэлов: нижний (*а*) и верхний (*б*) узлы крепления

Предполагается, что в процессе выгорания топлива снижается отрицательная обратная связь по расширению топлива, так как изменение структуры материала топлива и его теплофизических свойств сказывается на удлинении столба топливных таблеток после импульса мощности. Были проведены расчеты динамики реактора ИБР-2М с использованием указанных зависимостей мощностной обратной связи. Сравнение рассчитанной зависимости реактивности обратной связи с данными, полученными при измерениях в 2021 г. на реакторе ИБР-2М, говорит о качественном сходстве этих зависимостей, что позволяет оценивать влияние отдельных физических процессов в активной зоне реактора ИБР-2М на устойчивость импульсов.

Для учета явления динамического изгиба твэлов при моделировании динамики пульсирующего реактора были измерены значения собственных частот и времени затухания модельных твэлов на стенде вибродиагностики (рис. 3) [17]. Использование экспериментальных данных в модели динамики позволило выявить негативное влияние динамического изгиба на стабильность реактора и указать на возможные причины флуктуаций энергии импульсов.

По результатам перечисленных работ даны ограничения на конструкцию активной зоны, предложены рекомендации по проектированию и указаны пути технического поиска при выборе компоновки активной зоны нового источника.

МЕЖДУНАРОДНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

В 2025 г. сотрудники ЛНФ приняли участие в 102 научных мероприятиях, проходивших в 24 странах и на базе ОИЯИ. Из них 75 состоялись в странах-участницах ОИЯИ, 6 — в государствах — ассоциированных членах и 6 — в государствах-партнерах ОИЯИ. Для участия в них 146 сотрудников ЛНФ были направлены в командировки по России, а 164 сотрудника — в зарубежные командировки. Лаборатория выступила организатором 4 международных конференций, а также представители ЛНФ входили в состав программных и организационных комитетов других конференций. Это способствовало укреплению существующих и установлению новых научных связей, положительно влияя на рост востребованности международной программы пользовательских экспериментов на ИБР-2 ЛНФ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Lis O. N., Kozlenko D. P., Lukin E. V., Kichanov S. E., Zel I. Yu., Belushkin A. V., Agafonov S. S., Borisova P. A., Savenko B. N.* Pressure Induced Ferromagnetism and Structural Phase Transition in the Van der Waals Material $CrCl_3$ // Phys. Rev. B. 2025. V. 112. 104105.
2. *Kozlenko D. P., Lis O. N., Dang N. T., Kichanov S. E., Lukin E. V., Zel I. Yu., Golosova N. O., Savenko B. N., Phan T. L., Dinh T. K., Tran T. A.* Pressure Induced Crossover From 2D-like to 3D Structural Arrangement in Van der Waals Magnet $CrBr_3$ // Chem. Phys. Mater. 2025. V. 4. P. 280–288.
3. *Balagurov A. M., Sohatsky A. S., Sumnikov S. V., Yerzhanov B., Chang H. W., Golovin I. S.* First Comprehansive Structural Study of the *E*21 Carbide Phase in Fe-Ga(Al) Alloys // J. Alloys and Comp. 2025 (submitted).
4. *Avdeev M. V.* Isopoints in small-angle scattering. I. Form-Factors of Inhomogeneous Spherical Particles at Contrast Variation // J. Appl. Cryst. 2025 (submitted).
5. *Zemlyanaya E. V., Kiselev M. A., Chausova V. A., Tereshkina Yu. A., Tikhonova E. G.* Analysis of Structure of the PhTNS Vesicles Based on Small-Angle Neutron Scattering Data Obtained at the "Yellow Submarine" Spectrometer // Int. J. Mod. Phys. E. 2026 (accepted).
6. *Avdeev M. M., Molchanov V. S., Shulenina A. V., Peters G. S., Kozlov S. V., Kharitonova E. P., Filippova O. E.* Effects of Assembling of SiO_2 Nanoparticles in Mixed Solutions with Worm-Like Micelles of a Gemini Surfactant // Molecules. 2025 (submitted).
7. *Gergelezhiu P., Raksha E., Savostina L., Arzumanyan G., Eresko A., Malakhov S., Mamatkulov K., Ponomareva O., Belushkin A., Chudoba D.* Structure and Dynamics Investigation of Ibuprofen Dimers by DFT Method // Phys. Part. Nucl. Lett. 2025. V. 22(5). P. 1102–1105.
8. *Esawii H. A., Mamatkulov K. Z., Mahran H. A., Arzumanyan G. M., Mohamed N.* Investigation into Alzheimer's-Related Amyloid-β Conformational Transformations and Stability Influenced by Green Iron

Oxide Nanoparticles (GIONP) // Intern. J. Biol. Macromol. 2025. V. 298.
9. *Grozdov D., Galustov V., Zinicovscaia I.* Software for the INAA Automation on Regata Facility at the IBR-2 Reactor // J. Rad. Nucl. Chem. 2025. V. 334. P. 7351–7366.
10. *Klepacka M., Belushkin A., Goremychkin E., Chudoba D.* High luminosity Inverse Geometry Inelastic Neutron Scattering Spectrometer at Pulsed Fast Reactor // Rev. Sci. Instrum. 2025. V. 96(3). 033902.
11. *Sakhiyev S., Turlybekuly K., Shaimerdenov A., Sairanbayev D., Sabidolda A., Kurmanaliyev Z., Almukhametov A., Bayakhmetov O., Kiryanov R., Korobkina E., Lychagin E., Muzychka A., Nesvizhevsky V. , Teander C. G., Pham Khac Tuyen.* Concept of the UCN Source at the WWR-K Reactor (AlSUN) // Physics. 2025. V. 7(4). P. 64.
12. *Kopatch Y. N., Grozdanov D. N., Fedorov N. A. et al.* Measurement of the *γ*-Quanta Emission Cross Sections in Reactions (*n*, *Xγ*) for ^{28}Si and ^{16}O Using the Method of Tagged Neutrons with E_n = 14.1 MeV // Phys. Part. Nucl. Lett. 2025. V. 22. P. 276–279.
13. *Popov A. A., Osipenko K. S., Scherbakov V. I., Frank A. I., Kulin G. V., Zakharov M. A., Kurylev V. A., D.A. Kolomentseva.* The Concept of a Superconducting Spin Flipper — Neutron Decelerator for a UCN Source at a Pulsed Reactor // Natural Sci. Rev. 2025. 2. 100305.
14. *Zinicovscaia I., Chaligava O., Yushin N., Grozdov D., Vergel K., Nekhoroshkov P.* Impact of Traffic-Related Emissions on Air Quality Assessed Via Moss Bags Technique // J. Hazardous Mater. 2025. V. 494. 138588.
15. *Vasin R. V., Goremychkin E. A., Zhaketov V. D. et al.* Direcons of Scienfic Research at the Advanced Pulsed Neutron Source at FLNP JINR. V. I. / Eds.: S. A. Kulikov, N. Kučerka. Dubna: JINR, 2025. 128 p.
16. *Bulavin M. V., Litvak I. L.* Using Frozen Beads from a Mixture of Mesitylene and Metaxylene with Rupert's Drop Properties in Cryogenic Neutron Moderators // J. Nucl. Eng. 2025. V. 6. P. 9.
17. *Верхоглядов А. Е.* Измерения механических свойств твэла импульсного реактора на стенде вибродиагностики. Препринт ОИЯИ Р13-2025-30. Дубна, 2025.

ЛАБОРАТОРИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ им. М. Г. МЕЩЕРЯКОВА

Деятельность Лаборатории информационных технологий им. М. Г. Мещерякова в 2025 г. была сосредоточена на обеспечении надежного функционирования и развития сетевой и информационно-вычислительной инфраструктуры в рамках крупного инфраструктурного проекта 06-6-1118-1-2014/2030 «Многофункциональный информационно-вычислительный комплекс (МИВК)», а также развитии математического и программного обеспечения (ПО) научно-производственной деятельности Института и государств-членов ОИЯИ (проект 06-6-1119-1-2014/2026 «Математические методы, алгоритмы и программное обеспечение для моделирования физических процессов и экспериментальных установок, обработки и анализа экспериментальных данных» и проект 06-6-1119-2-2024/2026 «Методы вычислительной физики для исследования сложных систем»). Отличительной особенностью направлений проводимых исследований является тесное сотрудничество со всеми лабораториями Института, институтами государств-членов ОИЯИ и других стран.

В 2025 г. сотрудниками ЛИТ было опубликовано свыше 200 научных работ, 4 монографии, более 150 статей в рамках международных коллабораций, представлено более 150 докладов на международных и российских конференциях.

ЛИТ провела два важных мероприятия, посвященных памятным датам основателей лаборатории: 115-летию со дня рождения М. Г. Мещерякова, а также 95-летию со дня рождения Н. Н. Говоруна, к этому событию был приурочен выпуск книги-альбома о Н. Н. Говоруне. Также прошли 11-я Международная конференция «Распределенные вычисления и грид-технологии в науке

17 сентября. Заместитель научного руководителя ЛИТ Т. А. Стриж выступает с докладом на мемориальном семинаре в честь 115-летия со дня рождения М. Г. Мещерякова

и образовании» (GRID'2025), рабочее совещание по квантовым вычислениям и машинному обучению (QCML), научно-практический семинар HybriLIT-2025 «На пути к эффективным научным вычислениям» и традиционная IT-школа ОИЯИ, при участии ЛИТ прошла Международная конференция по физике высоких энергий (CHEP-Yerevan'2025).

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ИНФОРМАЦИОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ОИЯИ

Многофункциональный информационно-вычислительный комплекс является ключевым звеном вычислительной инфраструктуры и играет определяющую роль в научных исследованиях, требующих значительных вычислительных мощностей и системы хранения данных. МИВК представляет собой сложный аппаратно-программный комплекс, основными элементами которого являются инженерные системы энергообеспечения и климат-контроля, сетевая инфраструктура, система передачи и хранения данных, грид-центры обработки данных уровней Tier-1 и Tier-2, облачная инфраструктура, платформа HybriLIT, в состав которой входит суперкомпьютер (СК) «Говорун», и система мониторинга всех компонентов комплекса. Для достижения главных целей ведущих проектов ОИЯИ в 2025 г. обеспечивались высокая производительность, надежность и доступность в режиме 24 × 7 × 365 всех компонентов МИВК.

Грид-сайт Tier-1, предназначенный для экспериментов CMS на LHC, занял второе место среди семи аналогичных мировых центров. Tier-2/ЦИВК обеспечивал комплексную обработку и анализ данных, полученных в ходе экспериментов на LHC, NICA и в других крупномасштабных научно-исследовательских проектах. Особое внимание уделялось поддержке пользователей из лабораторий ОИЯИ и стран-участниц: им предоставлялись необходимые вычислительные ресурсы и инструментарий для работы с данными. Облачная инфраструктура ОИЯИ и стран-участниц была преимущественно задействована для проведения вычислительных задач в рамках нейтринной программы ОИЯИ, что позволяло эффективно решать сложные задачи, связанные с анализом нейтринных данных. Суперкомпьютер «Говорун» был задействован как для проведения массивно-параллельных и ресурсоемких расчетов, так и для вычислений, в которых используются методы искусственного интеллекта в рамках экосистемы ML/DL/HPC.

Сетевая инфраструктура ОИЯИ

Сетевая инфраструктура, развернутая в рамках проекта МИВК, является ключевым элементом, обеспечивающим внешние телекоммуникационные каналы связи, взаимодействие пользователей МИВК посредством локальной сети ОИЯИ, а также обмен данными в рамках локальной сети МИВК.

В 2025 г. обеспечена надежная работа резервированного канала до Москвы с пропускной способностью 4 × 100 Гбит/с. Для функционирования грид-сайта уровня Tier-1, соответствующего самым высоким стандартам производительности и надежности, требуется полноценное участие в сети LHCOPN (Large Hadron Collider Optical Private Network) для бесперебойной коммуникации с Tier-0 (ЦЕРН) и другими сайтами Tier-1. Данная связь обеспечивается высокоскоростным прямым каналом связи ОИЯИ–ЦЕРН пропускной способностью 100 Гбит/с, а также резервным каналом 100 Гбит/с, проходящим через Москву и Амстердам, обеспечивающим отказоустойчивость и непрерывность передачи данных. Связность Tier-2 ОИЯИ эффективно поддерживается внешней наложенной сетью LHCONE (LHC Open Network Environment), специально разработанной для грид-сайтов второго уровня и оптимизированной для их потребностей в передаче данных. Связь с научными и образовательными организациями Российской Федерации, а также в интеграции с отдельными зарубежными научно-образовательными сетями NRENs (National Research and Education Networks) и глобальной сетью Интернет осуществляется через национальную исследовательскую компьютерную сеть (НИКС) России.

В 2025 г. общий входящий трафик составил 64,14 ПБ, что на 51% больше трафика 2024 г., исходящий трафик увеличился на 13 % по сравнению с прошлым годом. Это увеличение связано с ростом передачи данных на обработку и хранение данных на Tier-1. Трафик с научно-образовательными сетями является основным и составляет 88 % от общего. Распределение входящего и исходящего трафика по подразделениям в 2025 г. (превышающего по входящему трафику 25 ТБ) приведено в табл. 1.

Локальная вычислительная сеть (ЛВС) построена на базе магистральной опорной сети ОИЯИ (2 × 100 Гбит/с) и распределенной многоузловой кластерной сети между площадками ЛЯП и ЛФВЭ (4 × 100 Гбит/с). Это обеспечивает надежную передачу физических данных от комплекса NICA для их последующей обработки и анализа на компонентах МИВК.

За год почтовой службой обработано 4,7 млн входящих и 950 тыс. исходящих сообщений. Среднее время обработки одного сообщения составляет 3,4 с.

Таблица 1

Подразделение	Входящий трафик, ТБ	Исходящий трафик, ТБ
ЛИТ	1070,0	180,46
ЛФВЭ	558,29	223,37
ГРК	520,92	145,28
ЛЯП	353,25	120,38
Управление	190,1	89,69
ЛНФ	187,27	59,71
ЛЯР	185,47	35,43
Университет «Дубна»	160,59	55,93
МСЧ-9	20,28	18,7
Серверы общего доступа	95,52	94,89
Узел удаленного доступа	78,64	11,56
УНЦ	75,93	10,48
ЛТФ	44,85	29,85
УСИ	39,71	8,06
ЛРБ	39,16	3,33
ОГЭ	29,42	2,62

В 2025 г. обработано более 1600 заявок пользователей ОИЯИ, касающихся работы сети и сервисов. Значительно усилена проверка безопасности входящей электронной почты домена @jinr.ru, добавлены сотни новых фильтров. Велись поддержка работоспособности ~ 30 серверов и виртуальных машин, мониторинг свыше 820 сетевых устройств. Выявлено и обработано порядка 50 инцидентов с нарушением сетевой безопасности.

ЛВС ОИЯИ содержит 14 328 сетевых элементов, 23 746 IP адресов ipv4, 1490 IP адресов ipv6, 5933 пользователя (из них 5376 — сотрудники ОИЯИ), 5083 адреса электронной почты @jinr.ru, 1151 пользователя электронных библиотек, 1021 пользователя сервиса удаленного доступа и 171 пользователя сервиса EDUROAM. В процедуры регистрации добавлена поддержка новых категорий пользователей — ассоциированный персонал и студенты.

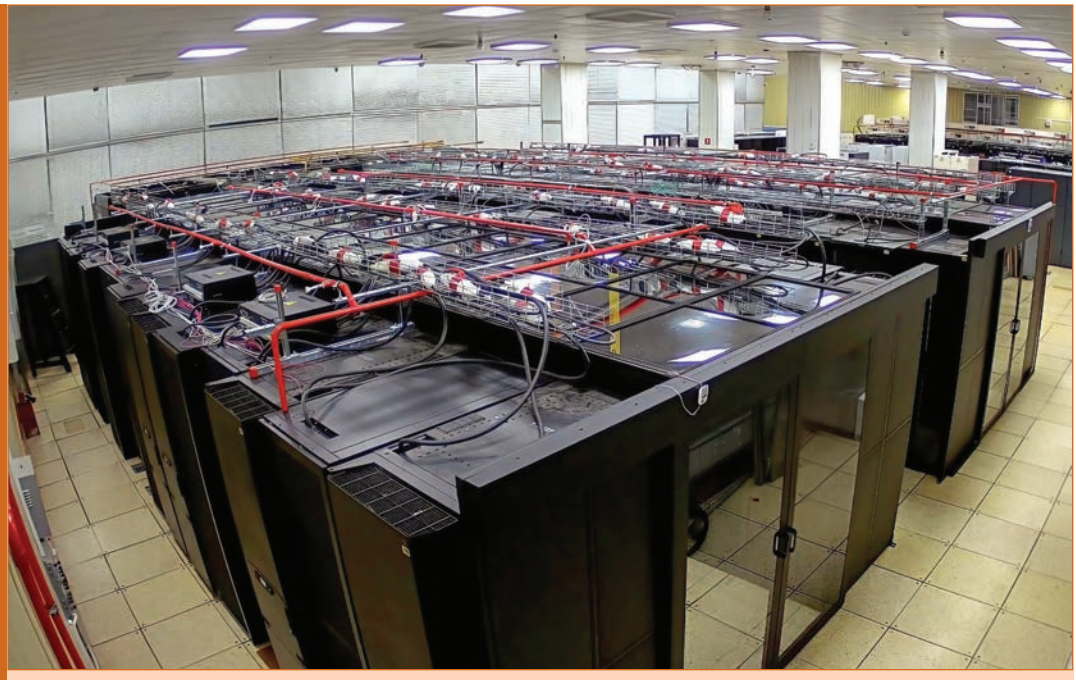
Инженерная инфраструктура МИВК

В 2025 г. продолжены работы по замене и совершенствованию инженерной инфраструктуры МИВК, предназначенной для обеспечения надежной, бесперебойной и отказоустойчивой работы информационно-вычислительных систем и ресурсов хранения данных. На протяжении года выполнялись работы по установке новых серверов различных конфигураций и сетевых коммутаторов.

В настоящее время вычислительные мощности МИВК размещены в единственном вычислительном зале площадью 900 м^2 на 2-м этаже здания ЛИТ. В 2025 г. была проведена существенная модернизация инженерной инфраструктуры двух модулей, связанная с переходом в них на охлаждение холодного коридора межрядными кондиционерами.

Грид-среда ОИЯИ (сайты Tier-1 и Tier-2)

В 2025 г. продолжалось успешное функционирование грид-сайтов ОИЯИ. Оба грид-сайта обеспечивали как обработку и анализ данных в рамках участия ОИЯИ в проектах LHC в ЦЕРН, так и решение задач по моделированию, обработке и хранению данных экспериментов BM@N, MPD и SPD на ускорительном комплексе NICA.



Вид сверху на модернизированные модули 1 и 2, переведенные на охлаждение холодного коридора межрядными кондиционерами, в машинном зале МИВК

Грид-среда ОИЯИ в составе грид-сайтов Tier-1 (T1_RU_JINR) и Tier-2 (JINR-LCG2) обеспечивает функционирование вычислительного комплекса, системы хранения данных, сервисов грид, сервиса передачи данных и информационного сервиса (мониторинг серверов, хранилищ, передачи данных, информационных сайтов).

Ключевой задачей стала миграция вычислительных ресурсов Tier-1 и Tier-2 на операционную систему (ОС) AlmaLinux 9.6 в связи с окончанием жизненного цикла ОС CentOS 7. Для массового перевода счетных узлов был разработан и внедрен полностью автоматизированный конвейер переустановки. За октябрь-ноябрь успешно переведено 629 из 920 узлов. Дополнительно создан инструмент для выгрузки и валидации конфигураций узлов.

В 2025 г. производительность Tier-1 была увеличена на 32 %, и в настоящее время он содержит 468 вычислительных узлов (23 360 ядер) производительностью 427,92 kHS23. Хранение данных обеспечивается системой dCache емкостью 15,0 ПБ и роботизированным ленточным хранилищем общей емкостью 100 ПБ. Для работы с лентами используется дисковый массив для кэширования данных емкостью 2,24 ПБ.

В 2025 г. сайт Tier-1 ОИЯИ занял второе место по числу обработанных событий (рис. 1) и суммарному нормированному процессорному и фактическому времени, затраченному на обработку данных, в рейтинге мировых сайтов Tier-1, обрабатывающих данные эксперимента CMS на LHC (табл. 2) по статистике на портале https://accounting.egi.eu.

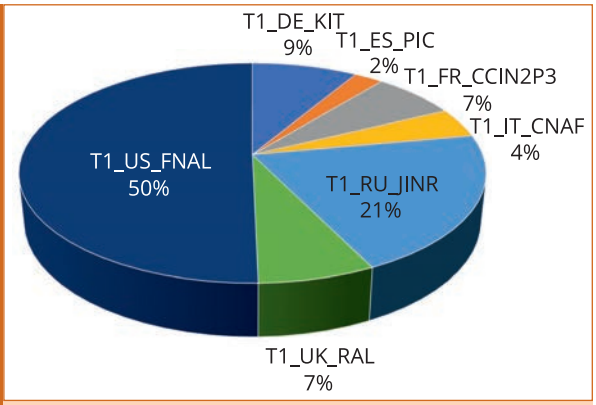


Рис. 1. Распределение обработанных в 2025 г. событий на мировых сайтах Tier-1 эксперимента CMS на LHC

Таблица 2

Tier-1	Суммарное время CPU (kHS23 час)	Суммарное фактическое время (kHS23 час)
T1_US_FNAL	4 089 705,009	4 920 606,964
T1_RU_JINR	2 106 701,086	2 871 833,526
T1_UK_RAL	1 347 308,725	1 671 293,034
T1_DE_KIT	1 247 756,876	1 448 471,493
T1_ES_PIC	1 232 820,775	1 266 032,136
T1_FR_CCIN2P3	943 818,023	1 066 548,004
T1_IT_CNAF	642 358,043	900 642,478

Как и в предыдущие годы, сайт Tier-1 ОИЯИ выполнял задачи моделирования и обработки данных экспериментов BM@N, MPD и SPD на NICA (рис. 2).

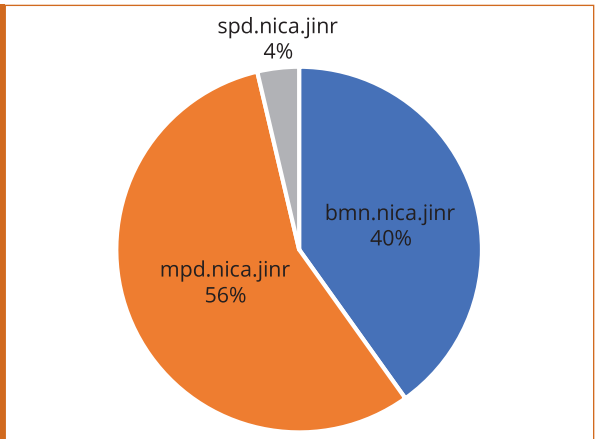


Рис. 2. Распределение нормированного процессорного времени по задачам экспериментов BM@N, MPD и SPD на сайте Tier-1 ОИЯИ

В состав сайта Tier-2 входят 485 вычислительных узлов (10 356 ядер) общей производительностью 166,8 kHS23. Хранение данных обеспечивают система dCache для экспериментов CMS и ATLAS емкостью 4,84 ПБ и система EOS-Alice емкостью 1,5 ПБ.

На сайте Tier-2, который в 2025 г. остался практически единственным, получающим задачи российского грид-сегмента (РДИГ), выполнено более 5 млн заданий, что составило 99,92 % от суммарного процессорного времени РДИГ (рис. 3).

Развивается прототип распределенной среды моделирования, обработки и анализа данных эксперимента SPD на базе ПО PANDA. Основной вклад в обеспечение функционирования распределенной среды хранения и обработки данных эксперимента SPD вносит МИВК ОИЯИ в виде ресурсов Tier-1/Tier-2, удостоверяющего центра, хранилища EOS и машин облачного сервиса, на которых размещены все управляющие сервисы эксперимента [1]. В 2025 г. к вычислениям подключились два новых центра: в СамГУ и СПбГУ. В течение года сгенерировано более 1 млрд Монте-Карло событий общим объемом около 500 ТБ. Для управления формированием централизованных заданий на обработку была разработана и введена в эксплуатацию специализированная система, содержащая интерфейс для отправки заданий в распределенную вычислительную среду. В 2025 г. для эксперимента выделена система хранения EOS объемом 7 ПБ, на которую в течение лета были перенесены все его данные. Введены в эксплуатацию системы мониторинга виртуальных машин, системы обработ-

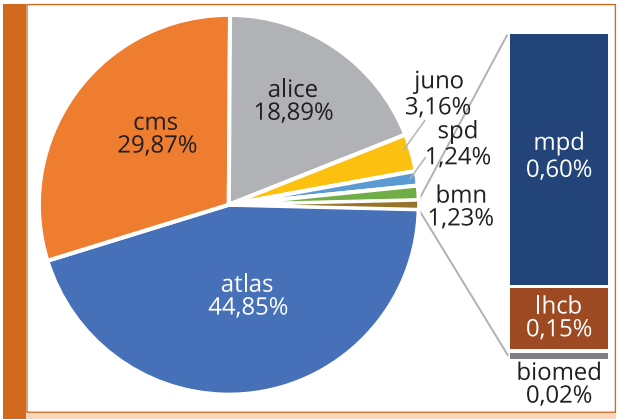


Рис. 3. Распределение нормированного процессорного времени по экспериментам, зарегистрированным на сайте Tier-2 ОИЯИ

ки и управления данными, произведена интеграция сервиса авторизации IAM (Identity and Access Management) с системами хранения данных, проверена работа нового способа аутентификации пользователей с помощью токенов JWT (JSON Web Token) без использования сертификатов X.509.

Продолжаются работы по созданию специализированной вычислительной системы SPD OnLine Filter [2]. Сформирована и реализована методика интеграционных тестов промежуточного ПО, при которой все системы, входящие в программный комплекс, работают совместно друг с другом. Разработана система, позволяющая достаточно эффективно эмулировать поступление данных от системы сбора данных SPD (SPD DAQ Emulator).

С 2019 г. функционирует распределенная гетерогенная вычислительная среда, основанная на платформе DIRAC. Интеграция ресурсов в рамках данной среды основана на использовании стандартных протоколов доступа к данным (xRootD, GridFTP и др.) и использовании пилотных задач. Благодаря этому пользователю предоставляется единая среда, в которой можно запускать задачи, управлять данными, выстраивать процессы и контролировать их выполнение.

В 2025 г. реализована система массовой передачи данных с помощью задач DIRAC. Разработанный подход позволил достигнуть скорости передачи до 10 ГБ/с и передавать данные на системы хранения, доступные исключительно локально. Проведена интеграция FTS (File Transfer Service) в платформу DIRAC, благодаря чему появилась возможность перемещать большие объемы данных между хранилищами и эффективно копировать данные с лент CTA (CERN Tape Archive) на диски.

Разработан набор инструментов для анализа соответствия между файловым каталогом DIRAC и системами хранения, доступными по протоколу root. Этот инструментарий подразумевает автоматизированное удаление файлов и директорий, информация о которых отсутствует в файловом каталоге. Также благодаря ему можно приводить в соответствие структуры файлов и директорий между файловым каталогом и локальными системами хранения. Реализован новый подход к визуализации структуры директорий и файлов экспериментов, использующих файловый каталог DIRAC.

Всего за 2025 г. было выполнено 600 тыс. вычислительных задач общей длительностью 408 лет астрономического времени или 3,68 MHS06 дней. Вычислительные ресурсы в 2025 г. в DIRAC в основном использовались для экспериментов BM@N и MPD (рис. 4). С выключением сервиса VOMS для эксперимента SPD в ОИЯИ перестал быть доступным DIRAC.

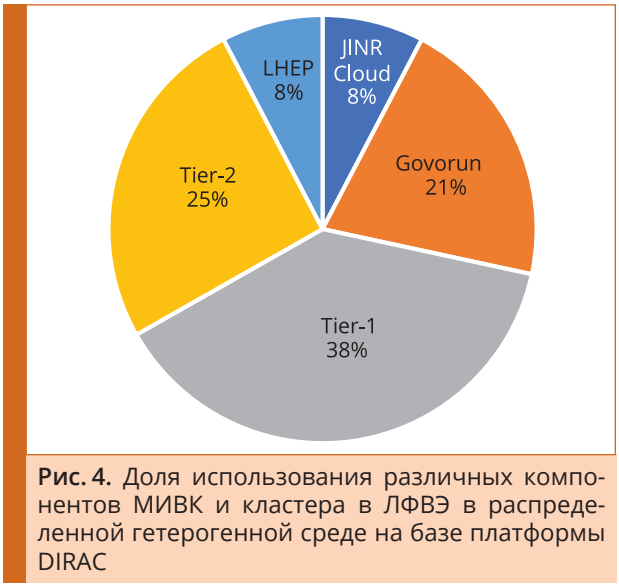


Рис. 4. Доля использования различных компонентов МИВК и кластера в ЛФВЭ в распределенной гетерогенной среде на базе платформы DIRAC

Гетерогенная инфраструктура

В 2025 г. активно развивалась платформа HybriLIT, являющаяся компонентом МИВК ОИЯИ, предназначенным для проведения массивно-параллельных и ресурсоемких расчетов, а также исследований с использованием методов и подходов искусственного интеллекта [3]. Был проведен очередной этап модернизации суперкомпьютера «Говорун». Вычислительные ресурсы GPU-компонента суперкомпьютера были расширены за счет интеграции двух новых вычислительных узлов на основе уникального серверного решения «РСК Экзастрим ИИ» на жидкостном охлаждении. Эти узлы были созданы специально для СК «Говорун» с учетом его архитектурных особенностей. Каждый узел содержит восемь графических ускорителей NVIDIA H100. В результате пиковая производительность компонента СК «Говорун» на графических ускорителях (GPU) выросла на 36 %, достигнув 1,4 Пфлопс для операций с двойной точностью, а совокупная мощность всего СК «Говорун» составила 2,2 Пфлопс для вычислений

17 сентября. Визит делегации кафедры ИЯФиТ МИФИ в ОИЯИ для обсуждения подготовки кадров в интересах лабораторий и научных проектов Института

с двойной точностью и 58 Пфлопс для вычислений с половинной точностью для задач искусственного интеллекта.

В 2025 г. программно-информационная среда платформы HybriLIT пополнилась новым сервисом, предназначенным для оценки эффективности использования вычислительных ресурсов суперкомпьютера (http://hlit.jinr.ru/accounting_and_statistics_processing_systems/). Сервис позволяет осуществлять мониторинг производительности, накопление и анализ статистики использования вычислительных ресурсов различными группами пользователей, а также выявлять тенденции в использовании ресурсов. Для управления сортировкой в элементах системы доступны селекторы, которые позволяют сортировать данные по годам и счетным очередям или одновременно по обоим параметрам (рис. 5). Новый сервис разработан на основе Business Intelligence системы Yandex DataLens. Источником данных для сервиса является база данных планировщика задач SLURM.

В рамках совместного проекта ЛИТ, ЛТФ ОИЯИ и ФБУЗ МСЧ № 9 ФМБА России на базе экосистемы ML/DL/HPC развернут полигон для работы с медицинскими данными компьютерной, магнитно-резонансной и функциональной магнитно-резонансной томографии для форматов DICOM и Nifti в среде JupyterLab (http://hlit.jinr.ru/polygon-ct-mri/). Для визуализации медицинских данных на полигоне установлены библиотеки PyDicom, Nipype, PySurfer, позволяющие строить 3D-изображения человеческого мозга. Полигон развернут для апробации различных программных пакетов визуализации и разработки программного обеспечения для внедрения нового математического подхода реконструкции изображений.

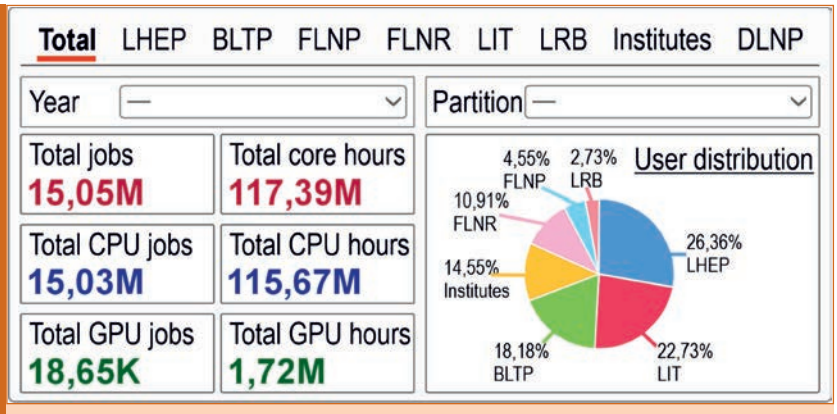


Рис. 5. Система аккаунтинга суперкомпьютера «Говорун». Элемент главной страницы

25–26 ноября. Рабочее совещание HybriLIT

Проводилось регулярное техническое обслуживание всех компонентов платформы HybriLIT, включая суперкомпьютер «Говорун». Для счетных очередей СК «Говорун» для различных групп пользователей осуществлялись переконфигурирование очередей под текущие нужды пользователей, создание и изменение систем хранения данных Storage-on-Demand, поддержание очередей в рабочем состоянии, т. е. проверка и оперативное восстановление работы вычислительных узлов и сервисов. Также в рамках перехода платформы на ОС AlmaLinux 9.6 выполнены работы по установке и конфигурированию программного продукта XCAT, предназначенного для быстрого разворачивания и настройки операционной системы на вычислительном узле, и подготовлены настройки для виртуальных машин (пользовательских интерфейсов платформы). Общее число пользователей СК «Говорун» к настоящему времени составляет 357 человек. В течение 2025 г. было выполнено порядка 6,8 млн задач, что соответствует 34 млн ядро-часов.

Облачная инфраструктура

В 2025 г. продолжались работы по развитию облачной инфраструктуры ОИЯИ, являющейся универсальным компонентом МИВК, предназначенным для предоставления вычислительных ресурсов и размещения информационных и вычислительных сервисов. Основными и наиболее ресурсоемкими потребителями этих ресурсов являлись научные проекты Института, в частности нейтринный эксперимент Baikal-GVD, а также эксперименты проекта NICA (рис. 6). В течение

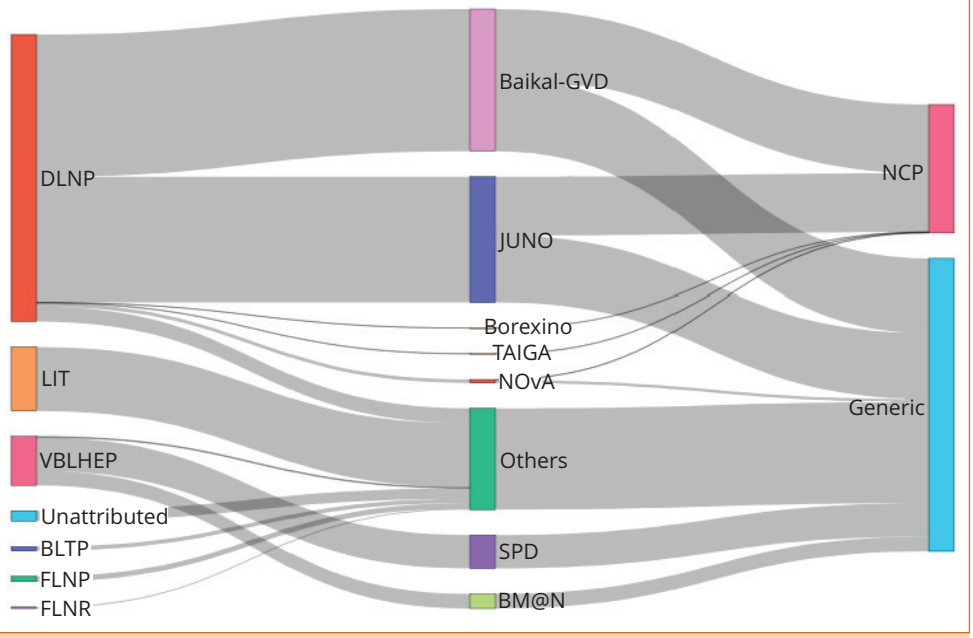


Рис. 6. Структура использования ресурсов облака ОИЯИ

года ресурсы предоставлялись более чем ста активным пользователям и обеспечивали функционирование 857 виртуальных машин, суммарно использующих 5472 процессорных ядра. В облачной инфраструктуре эксплуатировались и сопровождались батч-кластер HTCondor с рядом грид-сервисов, составляющих нейтринную вычислительную платформу (NCP), сервис коллективной разработки программного обеспечения git.jinr.ru, среда интерактивного программирования jupyter.jinr.ru, а также информационные и прикладные веб-сервисы newdle.jinr.ru, webanalytics.jinr.ru и docs.jinr.ru.

Одним из важнейших направлений работ в отчетном периоде стала модернизация системы мониторинга облачной инфраструктуры. Начат переход к использованию штатных средств мониторинга, входящих в состав облачной платформы. В рамках этих работ развернуты штатные сборщики метрик и интегрированы соответствующие панели визуализации в сервис мониторинга mon-service.jinr.ru. Для текущего периода тестовой эксплуатации развернут отдельный экземпляр СУБД временных рядов VictoriaMetrics, и сбор метрик осуществляется параллельно в ранее используемой и новой базах данных.

В рамках распределенной информационно-вычислительной среды (РИВС) на базе облачных ресурсов организаций из стран-участниц ОИЯИ основная деятельность была связана с поддержанием работоспособности и доступности этих ресурсов.

Системы хранения данных МИВК

Одним из важнейших элементов МИВК является система хранения данных (СХД). В качестве основных СХД используются системы dCache и EOS для дисковых хранилищ, а для ленточных — Enstore и CTA.

В 2025 г. значительные работы были проведены по доработке, модификации, поддержке и сопровождению системы хранения и транспортировки данных на магнитных лентах на базе системы Enstore, связанные с переходом на ОС AlmaLinux 9.6. Проведена существенная работа по оптимизации записи на ленты, продиктованная увеличившимся потоком данных в 2025 г. В результате оптимизации кода время передачи сократилось примерно на 25 %, а с введением в эксплуатацию дистрибутива системы на python3 скорость записи/чтения приблизилась к теоретически возможной: 400 МБ/с на одно ленточное устройство.

В рамках работ по организации на базе МИВК регионального центра обработки и хранения данных эксперимента JUNO разработана СХД, архитектура которой основана на ПО dCache [4].

В дополнение к выделенным для экспериментов MPD и SPD системам EOS, емкостью по 7 ПБ каждая, в МИВК организована общая система хранения на базе EOS, которая рассматривается как общая распределенная система хранения данных для всех пользователей МИВК и имеет емкость 20,5 ПБ. В общей системе EOS зарегистрированы как одиночные пользователи, так и группы пользователей/экспериментов. Распределение по объему данных, хранящихся в системе на декабрь 2025 г. (превышающему 50 ТБ), приведено на рис. 7.

Система мониторинга

В 2025 г. осуществлялись поддержка в актуальном состоянии и развитие системы мониторинга LITmon, которая является основным инструментом для дежурных операторов МИВК и позволяет

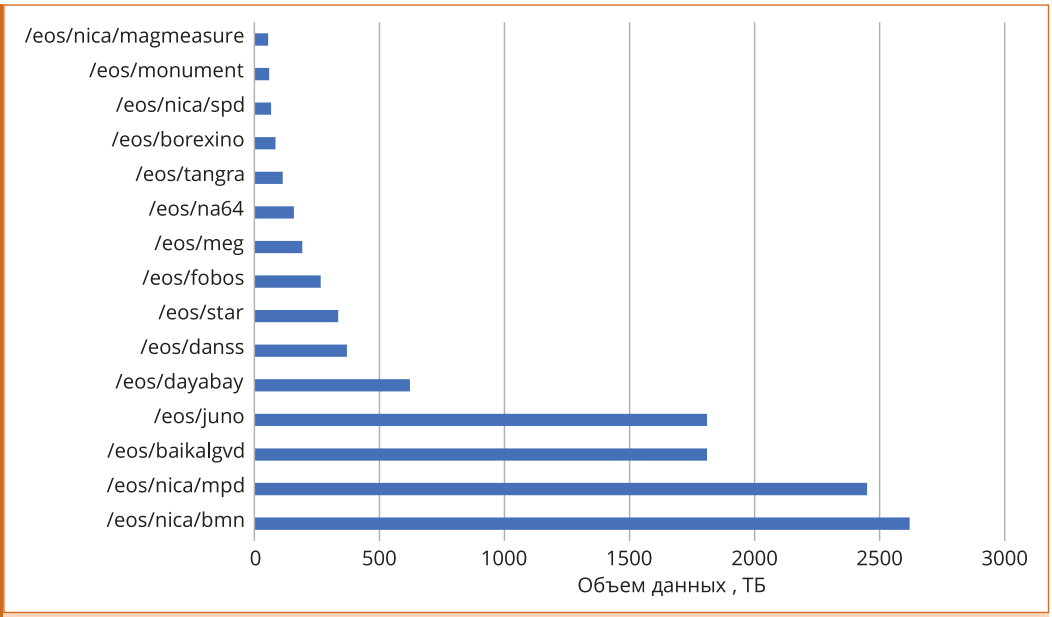


Рис. 7. Распределение по объему данных, хранящихся в системе на декабрь 2025 г. (превышающему 50 ТБ)

Рис. 8. Общий информационный экран системы аккаунтинга задач CMS грид-сайта Tier-1

получать актуальную информацию о состоянии всех инженерных систем комплекса. В общую систему мониторинга включена система аккаунтинга (рис. 8), благодаря которой можно получить статистические данные по применению ресурсов для задач пользователей. Система позволяет осуществлять учет ресурсов и их использование как в рамках распределенной системы обработки данных, так и локально.

Для повышения уровня надежности МИВК путем заблаговременных предупреждений о возможных аварийных ситуациях в рамках развития системы мониторинга предложена концепция нейромодели LSTM (Long Short-Term Memory) для автоматизации процедуры классификации сообщений системных журналов, необходимой для последующего предсказания появления возможных аппаратно-программных сбоев важных составляющих вычислительного комплекса. Разработаны программы сбора и обработки данных, а также интерфейс их анализа.

МНОГОЦЕЛЕВАЯ ПРОГРАММНО-АППАРАТНАЯ ПЛАТФОРМА АНАЛИТИКИ БОЛЬШИХ ДАННЫХ

В рамках задачи создания пользовательской инфраструктуры Больших данных на базе вычислительных ресурсов CPU и аппаратных ускорителей GPU с использованием программных средств организации вычислений, библиотек инструментов анализа, моделирования и визуализации с открытым исходным кодом был создан пул серверов с локально установленными и настроенными различными моделями искусственного интеллекта, доступными пользователям посредством веб-сервера Open WebUI через API или как ассистент в средах разработки ПО (таких как Visual Studio Code).

Выполнена разработка механизма мониторинга и анализа безопасности сетевых подключений к ресурсам, размещенным в облачной среде ЛИТ ОИЯИ. Реализована нейросетевая модель, обеспечивающая реконструкцию нормальных паттернов URL-структур, где значительное отклонение между исходным и реконструированным запросом служит индикатором потенциальной угрозы. В отличие от традиционных методов нейросетевые модели, обученные на нормальном трафике, могут обнаруживать неизвестные кибератаки без предварительного изучения вредоносных образцов. Данный подход актуален в задаче обнаружения аномальных запросов к веб-сервисам, размещенным в сети ОИЯИ. Экспериментальные результаты демонстрируют эффективность предложенной нейросетевой архитектуры: достигнута точность реконструкции нормального трафика 98 %, точность детектирования аномалий составила 97,6 %. Полученные результаты и модели планируется использовать в программных средствах обеспечения безопасности сайтов и цифровых сервисов ОИЯИ (Web Applications Firewall).

ЦИФРОВАЯ ЭКОСИСТЕМА ОИЯИ

В 2025 г. продолжались работы по сопровождению и развитию общеинститутских научных и административных сервисов, их интеграция между собой и в цифровую экосистему ОИЯИ.

Запущена в эксплуатацию система ПИН-2, выполнена ее доработка по результатам опытной эксплуатации. Введена в тестовую эксплуатацию электронная система обучения персонала, первоначальной задачей которой является организация дистанционного тестирования по радиационной безопасности для сотрудников Института. Сервис разработки и управления документами DocMS полностью введен в эксплуатацию и используется как подразделениями Института, так и коллаборациями (свидетельство № 22025690887 о государственной регистрации программы для ЭВМ «Платформа управления документами DocMS»).

В рамках поддержки административных сервисов в зоне ответственности ЛИТ развивались СЭД «Дубна», ИСНА, оболочка ЦЭС, HR JINR, ГИС ОИЯИ, «База документов», СЭД «Авансовые отчеты», «Сотрудники ОИЯИ в ЦЕРН», ADB2, NICA EVM, шлюз обмена данными. Выполнен перенос перечисленных сервисов на новые серверы, введен мониторинг их функционирования и повышена защищенность от атак.

В СЭД «Дубна» для обеспечения параллельно-последовательного согласования документов модернизировано ядро системы, в результате чего среднее время согласования прямых закупок по статьям 5 и 6 для ЛФВЭ и ЛЯП сократилось примерно в 2,5 раза. Интерфейс пользователя СЭД «Дубна» модернизирован с учетом современных представлений об эргономике и дизайне. Проведена подготовка к поэтапному переносу функционала системы «База документов» в СЭД «Дубна», разработан ряд модулей для перевода согласования приказов по ОИЯИ в СЭД.

Продолжено развитие репозитория публикаций ОИЯИ (свидетельство № 202569021 о государственной регистрации программы для ЭВМ «Программный комплекс для управления цифровыми объектами репозитория научных публикаций ОИЯИ»). Модернизирована программная база, выполнены улучшения пользовательского интерфейса и визуализации данных (в частности, математических формул). Реализованы автоматизация и интеграция метаданных публикаций из eLIBRARY (в том числе ранее не привязанных к ОИЯИ), а также специализированного списка публикаций ЛНФ ОИЯИ. Выполнены работы по повышению качества метаданных, разработаны алгоритмы исправления аннотаций и привязки авторов к статьям. С целью повышения скорости и безопасности работы системы переработана архитектура сервисов.

В рамках геоинформационной системы ОИЯИ реализованы механизмы импорта и редактирования данных для ввода внешних контуров и поэтажных планов зданий. В ГИС введена информация о различных корпусах, помещениях и рабочих местах в них для ЛФВЭ, ЛРБ и ЛИТ. Введена в эксплуатацию подсистема для анализа и отчетности по размещению сотрудников ОИЯИ по корпусам, комнатам и подразделениям. Разработан и введен в эксплуатацию функционал резервирования рабочих мест и помещений для сотрудников и подразделений.

МЕТОДЫ, АЛГОРИТМЫ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ СИСТЕМ, МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ И АНАЛИЗА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ

Обеспечение математической, алгоритмической и программной поддержки экспериментальных и теоретических исследований, проводимых в ОИЯИ, является одним из основных направлений деятельности ЛИТ. В 2025 г. в рамках темы 1119 был проведен ряд работ и исследований, направленных на разработку и развитие математических методов и ПО для моделирования физических процессов и экспериментальных установок, обработки и анализа данных экспериментов в области физики элементарных частиц, ядерной физики, физики нейтрино, радиобиологии и др. Особо стоит подчеркнуть весомый вклад в программу исследований проектов BM@N, MPD и SPD, разработку программного обеспечения системы обработки данных и реконструкции физических объектов для проектов Baikal-GVD, JUNO, ATLAS, CMS. Продолжено активное участие в физическом анализе данных эксперимента CMS.

Ниже приведена краткая информация о некоторых из полученных результатов.

Разработка систем обработки данных, создание и развитие информационно-вычислительных систем для поддержки исследовательских проектов ОИЯИ

В рамках развития систем обработки и анализа данных эксперимента Baikal-GVD проведены рефакторинг и распараллеливание ключевых C++ программ [5].

В 2025 г. завершена работа по поиску и устранению узких мест в программном пакете SpdRoot [6]. Предложенные исправления, такие как оптимизация работы с памятью и устранение неопределенного поведения функций, привели к сокращению среднего времени реконструкции событий в SPD.

В рамках участия сотрудников ЛИТ в эксперименте ATLAS в ЦЕРН были продолжены работы по развитию системы TDAQ ATLAS и сервиса Event Picking системы EventIndex [7]. Полученный опыт и знания в разработке баз данных для эксперимента ATLAS были применены для экспериментов ускорительного комплекса NICA. На основе анализа соответствующих систем в четырех экспериментах LHC разработан дизайн системы мониторинга данных (DQM) эксперимента BM@N [8].

В веб-приложение FITTER_WEB, разработанное для обработки данных, полученных с малоуглового спектрометра ЮМО в ЛНФ, интегрирован AI-ассистент, использующий большую языковую модель LLM DeepSeek. Показана корректность автоматической генерации C++ кода для ряда функций, применяемых при фитировании данных в нейтронной физике [9].

Разработка и развитие алгоритмов реконструкции физических событий и методов идентификации частиц

Разработана и реализована детальная геометрия трековых детекторов (CSC, GEM, FSD, VSP, SiBT, SiProf) для актуальной конфигурации физической установки предстоящего сеанса (Run 9) эксперимента BM@N, которая используется для моделирования в среде BMNROOT [10]. Геометрические модели значительно проработаны на основании обновленных схем и чертежей.

Начата разработка модели нейронной сети для разделения восстановленных треков заряженных частиц по событиям в отдельных временны́х срезах для эксперимента SPD. За основу взята графовая нейронная сеть с механизмом внимания (GANN), которая была использована для кластеризации треков частиц по событиям во временны́х срезах SPD. Анализ результатов модели показывает, что GANN демонстрирует высокую эффективность кластеризации, достигая 98,5 % точности и более 95 % полноты.

Исследована проблема влияния сдвига данных в задаче идентификации частиц методами машинного обучения в эксперименте MPD [11]. Сформирована и апробирована методология оценки сдвига данных.

Разработана инновационная модель графовой нейронной сети GATNN с механизмом внимания и двухэтапной агрегацией для восстановления траекторий частиц после обучения на данных Монте-Карло, моделирующих измерения детектора TPC эксперимента MPD. Модель продемонстрировала высокую производительность, достигнув точности в 96,2 %, при этом метрики чистота и эффективность достигли 92,6 %. Эффективность восстановления треков составила более 90 % при 80%-м пороге для целостности треков. Модель продемонстрировала беспрецедентную скорость обработки событий (~ 80 мс/событие) в сравнении с классическими методами (~ 10 мс/событие) [12].

Разработана архитектура сетей Колмогорова–Арнольда (Enhanced KAN) для анализа и реконструкции данных физических экспериментов [13]. Решена проблема неустойчивого обучения KAN методами семейства Adam путем установления весов предложенных базисных функций, близких к нулю. Показана эффективность KAN в задаче разрешения мультигауссовых сигналов. Также был реализован метод быстрой аппроксимации магнитного поля в детекторной установке, использующий Enhanced KAN, и продемонстрирована его эффективность на примере магнитного поля в BM@N.

В рамках работы по реконструкции мюонов в калориметре высокой гранулярности (HGCal) эксперимента CMS смоделирован пролет космических мюонов через тестовую установку, предназначенную для тестирования слоев детектора. Процедура реконструкции была реализована на основании аппроксимации откликов на одном слое прямой линией и поиска кластеров, а затем треков в HGCal.

Создана рабочая Монте-Карло модель прототипа орбитального детектора OLVE-HERO, реализованы процедуры генерации первичного пучка и обработки событий, сформирован набор данных для анализа отклика детектора. Отдельно расширена и улучшена упрощенная Монте-Карло модель калориметра, используемая для расчета фоновых условий [14].

Разработка и развитие методов моделирования физических процессов и анализа данных

Завершена работа по исследованию превышения числа событий, обнаруженных в эксперименте CMS на данных Run 2 в спектре масс димюонов в области инвариантных масс 28 ГэВ в классе событий с присутствием хотя бы одной *b*-струи [15].

На данных Run 3 (2022 и 2023 гг.) эксперимента CMS выполнены исследования по поиску бозона Хиггса, рожденного в процессе слияния векторных бозонов. Использовалась мода распада на два *b*-кварка. Вычислены коррекционные коэффициенты для триггера высокого уровня, сформулированы требования, и оптимизированы критерии отбора процесса слияния векторных бозонов и событий с двумя *b*-струями.

Завершено исследование по поиску темной материи в рамках инертной дублетной модели на данных полной статистики Run 2 и первых

данных Run 3 эксперимента CMS, соответствующих интегральной светимости 136 и 36 фб$^{-1}$.

Проведено исследование многочастичных корреляций методом факториальных моментов в *pp*-взаимодействиях при энергии 13 ТэВ LHC (Run 2). Разработан метод восстановления зависимости факториальных моментов по множественности в интервалах псевдобыстроты от размера этого интервала с учетом аппаратной функции детектора.

В качестве альтернативного подхода к моделированию откликов на считывающих элементах GEM-детектора эксперимента BM@N предложена и реализована идея применения алгоритмов машинного обучения, в частности, условной генеративно-состязательной сети (Conditional Generative-Adversarial Network, C-GAN) [16].

Развитие методов вычислительной физики

Для решения уравнений в рамках метода связанных каналов с комплексными потенциалами, описывающих ядерные реакции с массивными ядрами, разработаны комплексы программ, реализующие метод конечных элементов (МКЭ) высокого порядка. Показано, что МКЭ и метод *R*-матрицы более стабильны, чем часто используемый модифицированный метод Нумерова, и позволяют включать больше колебательных и вращательных связей. Расчеты реакций ^{48}Ti + ^{208}Pb и ^{51}V + ^{248}Cm показали, что многофононные и высокоспиновые состояния значительно сглаживают распределения барьеров, улучшая согласие с экспериментальными данными [17]. Разработаны новые схемы МКЭ третьего и четвертого порядков с многомерными интерполяционными полиномами Эрмита *d*-мерного гиперкуба для решения краевых задач (КЗ) для эллиптического уравнения со смешанными частными производными на гиперпараллелепипедальных сетках. Тестовые расчеты КЗ подтверждают заявленный порядок точности разработанных схем МКЭ [18].

В сотрудничестве с ЛЯР и ЛТФ проведено исследование реакции рассеяния ^{7}Li + ^{10}B и реакции ^{7}Li + ^{10}B $\rightarrow$ ^{6}Li + ^{11}B при энергии пучка E_{LAB} = 58 МэВ на основе экспериментальных данных, полученных в ЛЯР ОИЯИ. Результаты указывают на наличие протон-нейтронного гало в структуре возбужденного состояния ^{6}Li$_{0+}$ (3,56 МэВ) [19]. На основе транспортно-статистического подхода исследовано отношение выходов изотопов, полученных в реакциях с налетающим ионом ^{18}O при энергии 35 МэВ с тяжелой (^{181}Ta) и легкой (^{9}Be) мишенями.

Программный пакет TANGELO для моделирования квантовых вычислений дополнен с учетом релятивистских поправок к кулоновским взаимодействиям при расчетах химических соединений с участием сверхтяжелых элементов. Вычислительный алгоритм основан на гибридной квантово-классической схеме adapt-VQE и реализован с целью квантово-химического вычисления волновых функций и энергий основного состояния монооксидов тяжелого свинца и сверхтяжелого флеровия [20].

В сотрудничестве с Университетом Кейптауна проведено численное исследование влияния параметров частоты и радиуса на структуру и свойства стоячих волн в шаре конечного радиуса, аппроксимирующих 3D-осциллоны в модели φ^4 [21].

В сотрудничестве с Софийским университетом разработан численный метод высокой точности для поиска новых решений задачи трех тел равных масс в условиях отсутствия столкновений и наличия центральной симметрии. Метод основан на ньютоновской итерационной схеме, дополненной процедурой вычисления начальных приближений путем сеточного поиска [22].

В сотрудничестве с ЛНФ и ИБМХ РАН проведено исследование структуры везикул фосфолипидной транспортной наносистемы и лекарств на ее основе по данным малоуглового рассеяния нейтронов. Проанализировано влияние наличия примесей и других факторов на размеры везикул и их структуру [23].

В сотрудничестве с ЛФВЭ и ЛЯП выполнены работы по трехмерному компьютерному моделированию магнитной системы циклотрона МСЦ-230 с токовой обмоткой на 4,5 кА, учитывающему новый вариант ее намотки [24].

Рассмотрен операторный подход для стохастических систем, в рамках которого основное кинетическое уравнение представляется в форме уравнения шредингеровского типа с гамильтонианом, зависящим от операторов рождения и уничтожения. Для процесса чистого рождения получены приближенные значения вероятностей нахождения в первом и втором состояниях [25].

Развита потенциальная модель с нелокальным взаимодействием, в рамках которой сформулирована система уравнений для описания спектра векторных мезонов. Используемый феноменологический выбор вершины векторного мезона будет достаточным для описания процессов рождения и диссоциации тяжелых кваркониев J/ψ (Υ) при энергиях соударения тяжелых ионов в эксперименте NICA [26].

Предложен метод эффективного описания запутанности двухкубитной системы с использованием специально выбранной системы координат в заданном сечении пространства запутанности, упрощающий расчеты нелокальных характеристик. Метод позволяет описать класс сепарабельных состояний в виде полуалгебраического множества [27]. Проведено сравнение четырехмерной квантовой системы и системы двух кубитов в рамках обобщенного формализма соответствия Стратоновича–Вейля. На основе численного анализа показано, как информация о возможной реализации виртуальной двухуровневой подсистемы кодируется в свойствах функ-

ции Вигнера состояний соответствующей четырехуровневой системы.

Метод углов Тэйта–Брайана, являющийся модификацией известного метода углов Эйлера, описывающего вращение ортогонального репера в трехмерном евклидовом пространстве, обобщен на случай пространств произвольной конечной размерности. Разработанная система элементарных унитарных вращений позволяет ввести удобную параметризацию грассманианов и параметризацию алгебраически открытых подмножеств классов сопряжения эрмитовых матриц [28].

Построены регуляризующие корреляционные функции для квантовых статистических систем, состоящих из атомов или молекул и взаимодействующих друг с другом посредством сингулярных неинтегрируемых потенциалов [29].

Проведено компьютерное моделирование контролируемого переворота намагниченности в цепочке φ_0-переходов, вызванного переменным напряжением. Показано, что, приложив переменный внешний импульс напряжения с частотой, совпадающей с собственной частотой LCR-контура, можно реализовать переворот намагниченности в выбранном φ_0-переходе, т. е. продемонстрирована возможность управляемого переворота намагниченности [30].

ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

В рамках образовательной деятельности в 2025 г. проведены Весенняя и Осенняя школы по информационным технологиям (IT-школы) ОИЯИ, в которых приняли участие 86 студентов из разных вузов России, Беларуси, Казахстана и Узбекистана. По результатам проведения серии IT-школ, начиная с 2022 г., сотрудниками ОИЯИ стали 28 человек. Под руководством и при научном консультировании сотрудников ЛИТ в 2025 г. подготовлено и защищено более 50 квалификационных работ аспирантов, магистров и бакалавров, более 70 студентов не выпускных курсов ведут работы над проектами ОИЯИ и приезжали на практики. Учебно-тестовый полигон платформы HybriLIT в 2025 г. активно использовался как для проведения учебных семестровых курсов, так и в рамках школ и рабочих совещаний. В семестровых учебных курсах по IT-дисциплинам, проводимых в университете «Дубна» и филиале МГУ им. М. В. Ломоносова в Дубне, приняли участие более 400 студентов. Также на базе платформы HybriLIT было подготовлено 11 бакалаврских работ и 1 магистерская диссертация. В 2025 г. состоялся первый набор студентов в магистратуру филиала МГУ в Дубне по направлению 01.04.02 «Прикладная математика и информатика». 13 человек успешно прошли вступительные испытания и приступили к освоению образовательной программы «Методы и технологии обработки данных в гетерогенных вычислительных средах».

6–10 октября. Осенняя школа по информационным технологиям ОИЯИ

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Petrosyan A., Oleynik D., Zhemchugov A. et al.* Production System of the SPD Experiment // Phys. Part. Nucl. 2025. V. 56. P. 1576–1580; https://doi.org/10.1134/S1063779625700893.
2. *Greben N., Oleynik D., Romanychev L.* Workload Management System for SPD Online Filter // Phys. Part. Nucl. Lett. 2025. V. 22. P. 1044–1047; https://doi.org/10.1134/S1547477125701067.
3. *Anikina A., Belyakov D., Bezhanyan T. et al.* Structure and Features of the Software and Information Environment of the HybriLIT Heterogeneous Platform // Lect. Notes Comput. Sci. 2025. V. 15460. P. 444-457; https://doi.org/10.1007/978-3-031-80853-1_33.
4. *Баранов А. В., Балашов Н. А., Махалкин А. Н. и др.* GitOps-управляемое распределенное хранилище данных dCache для нейтринного эксперимента JUNO в инфраструктуре ОИЯИ // ЭЧАЯ. 2026. Т. 57, вып. 4.
5. *Соловьев А. Г. (от имени коллаб. Baikal-GVD).* Многопоточность для базового программного фреймворка Baikal-GVD // Там же.
6. *Didorenko A., Voytishin N.* Search for Bottlenecks in SpdRoot Code // Phys. Part. Nucl. 2026. V. 57, No. 4.
7. *Александров Е. И., Александров И. Н., Барберис Д., Яковлев А. В.* Методы автоматизации обработки ошибок в Event Picking Service эксперимента ATLAS // ЭЧАЯ. 2026. Т. 57, вып. 4.
8. *Александров Е. И., Александров И. Н., Чеботов А. И., Герценбергер К. В.* Проектирование системы мониторинга качества данных для эксперимента BM@N // Там же.
9. *Соловьев А. Г., Соловьева Т. М., Лукьянов К. В.* Генерация C++ кода моделей фитирования в FITTER_WEB на основе ИИ // Там же.
10. *Afanasiev S. et al. (BM@N Collab.).* Production of Protons, Deuterons and Tritons in Argon-Nucleus Interactions at 3.2 *A* GeV // JHEP. 2025. V. 2025. P.95; https://doi.org/10.1007/JHEP08(2025)095.
11. *Papoyan V.* Data Shift Problem in Particle Identification // Phys. Part. Nucl. 2026. V. 57, No. 4.
12. *Talochka Y., Ososkov G., Voytishin N.* Graph Neural Network with Attention and Two-Stage Aggregation for Particle Track Reconstruction in the TPC MPD of the NICA Accelerator Complex // Comp. Soft. Big. Sci. 2025. V. 9. P. 22; https://doi.org/10.1007/s41781-025-00153-4.
13. *Talochka Y., Ososkov G., Voytishin N.* Enhanced KAN Architecture for Experimental Data Processing in High-Energy Physics // Comp. Phys. Com. 2025. V. 316. P. 109801; https://doi.org/10.1016/j.cpc.2025.109801.
14. *Kalikulov O., Saduyev N., Mukhamejanov Y. et al.* Monte Carlo Simulation of the HERO Orbital Detector Calorimeter // Symmetry. 2025. V. 17(9). P. 1449; https://doi.org/10.3390/sym17091449.
15. *Hayrapetyan A. et al.* Dark Sector Searches with the CMS Experiment // Phys. Rep. 2025. V. 1115. P. 448–569.
16. *Baranov D.* GAN-based Simulation of Triple GEM Detector in the BM@N Experiment // Phys. Part. Nucl. 2026. V. 57, No. 4.
17. *Wen P. W., Chuluunbaatar O., Gusev A. A. et al.* Role of Multi-Phonon and High-Spin States on the Quasi-Elastic Barrier Distributions of Massive Systems // Phys. Lett. B. 2025. V. 863. P. 139383; https://doi.org/10.1016/j.physletb.2025.139383.
18. *Kovalev O. O., Batgerel B., Gusev A. A. et al.* Symbolic-Numerical Algorithms for Solving Multidimensional Boundary Value Problems by Finite Element Method on Hypercubes // Lect. Notes Comput. Sci. 2025. V. 16235. P. 210–222; doi.org/10.1007/978-3-032-09645-6_12.
19. *Земляная Е. В., Лукьянов К. В., Лукьянов В. К. и др.* Микроскопический анализ упругого рассеяния и реакции передачи при столкновении ^{7}Li + ^{10}B при энергии пучка 58 МэВ // Изв. РАН. Сер. физ. 2025. Т. 89, № 8. С. 1222–1226.
20. *Yushankhai V. Yu., Siurakshina L. A.* Variational Quantum Algorithm for Computational Problems of Quantum Chemistry: From UCCSD-VQA to ADAPT-VQA // Phys. Part. Nucl. 2025. V. 56. P. 1004–1008.
21. *Zemlyanaya E. V., Bogolubskaya A. A., Alexeeva N. V., Bashashin M. V.* φ^4 Oscillons as Standing Waves in a Ball: A Numerical Study // Ibid. P. 1655–1659.
22. *Hristov I., Hristova R., Puzynina T. et al.* Numerical Search for Three-Body Periodic Free-Fall Orbits with Central Symmetry // Commun. Nonlinear Sci. Numer. Simul. 2025. V. 51. P. 109066.
23. *Zemlyanaya E., Kiselev M., Chausova V. et al.* Analysis of Structure of the PhTNS Vesicles Based on Small-Angle Neutron Scattering Data Obtained at the "Yellow Submarine" Spectrometer //. Int. J. Mod. Phys. E. 2025; https://doi.org/10.1142/S021830132641003X.
24. *Akishin P. G., Vesenkov V. A., Vlasov A. I. et al.* Medical Superconducting Cyclotron MSC-230. Status of the Project // Phys. Part. Nucl. Lett. 2025. V. 22, No. 4. P. 847–851.
25. *Ayryan E., Buša J., Hnatič M. et al.* Approximate Calculation of Functional Integrals Arising from the Operator Approach // Physica A: Stat. Mech. Appl. 2025. V. 670. P. 130616.
26. *Tawfik A. N., Ahmadov A. I., Friesen A. et al.* Derivation of Meson Masses in *SU*(3) and *SU*(4) Extended Linear Sigma Model at Finite Temperature // Particles. 2025. V. 8, No. 1. P. 9; https://doi.org/10.3390/particles8010009.
27. *Khvedelidze A., Mladenov D., Torosyan A.* Towards Parameterizing the Entanglement Body of a Qubit Pair // Phys. Part. Nucl. 2025. V. 56. P. 1493–1497.
28. *Babich M. V., Bordag L. A., Khvedelidze A. M., Mladenov D. M.* On Multidimensional Analogs of Euler (Tait-Bryan) Angles and Grassmannians // Zap. Nauchn. Sem. POMI. 2025. V. 543. P. 43–55.
29. *Yukalov V. I., Yukalova E. P.* Quantum Systems of Atoms with highly singular interaction potentials // Laser Phys. 2025. V. 35. 045501.
30. *Rahmonova A., Streltsova O., Rahmonov I., Zuev M.* Simulation of a Controllable Magnetization Reversal in a Chain of φ_0 Junctions by an Alternating Voltage pulse // Phys. Part. Nucl. 2025. V. 56. P. 1592–1598.

ЛАБОРАТОРИЯ РАДИАЦИОННОЙ БИОЛОГИИ

В 2025 г. в лаборатории продолжались исследования по теме 05-7-1077-2009 «Исследования биологического действия ионизирующих излучений с разными физическими характеристиками». Сотрудниками ЛРБ проводились эксперименты на источниках ионизирующих излучений CellRad, SARRP, ИРЕН в ОИЯИ, а также в партнерских организациях: МРНЦ им. А. Ф. Цыба (Обнинск), ФМБЦ им. А. М. Бурназяна ФМБА, ФТЦ ФИАН (Протвино), CENTIS (Гавана, Куба). Для участия в исследованиях на инфраструктуре ЛРБ в 2025 г. были совершены визиты сотрудников научных организаций Беларуси, Вьетнама, Египта, Кубы, Монголии, Сербии и ЮАР.

Лаборатории радиационной биологии ОИЯИ — 20 лет!

ЛАБОРАТОРИЯ
РАДИАЦИОННОЙ БИОЛОГИИ

Дубна, 17 июня. Юбилейный семинар Лаборатории радиационной биологии ОИЯИ «Радиационная биология — на стыке фундаментальных наук. 20 лет в фокусе»

Исследовано модифицирующее действие арабинозидцитозина (АраЦ) в комплексе с ингибиторами различных этапов репарации ДНК: бензамидом (ингибитор PARP1), вортманнином (ингибитор PI3K-подобных киназ, включая DNA-PK), NU7026 (ингибитор DNA-PKcs и Ku70/Ku80) при облучении рентгеновскими лучами лимфоцитов периферической крови человека с целью усиления радиосенсибилизирующего влияния. Установлено, что все комбинации АраЦ с ингибиторами достоверно повышают уровень радиационно-индуцированных двунитевых разрывов (ДР) ДНК по сравнению с действием АраЦ (рис. 1). Кинетика репарации в условиях комбинированного воздействия существенно отличается от контроля: к 6 часам наблюдается возрастание количества ДР ДНК с последующим снижением к 24 часам. Максимальный эффект наблюдается при сочетании АраЦ с NU7026 — уровень ДР ДНК увеличивается в 1,73 раза, что достигается за счет одновременного нарушения механизмов синтез-зависимой и синтез-независимой репарации. Это открывает перспективы для оптимизации радиосенсибилизации опухолевых клеток при использовании редкоионизирующих излучений в лучевой терапии [1, 2].

Получены дозовые зависимости выживаемости клеток меланомы B16 при действии рентгеновского излучения в условиях модифицирующего влияния АраЦ (рис. 2). Показано, что в присутствии АраЦ (20 мкмоль) радиочувствительность клеток возрастает (ФИД = 1,3 ± 0,3).

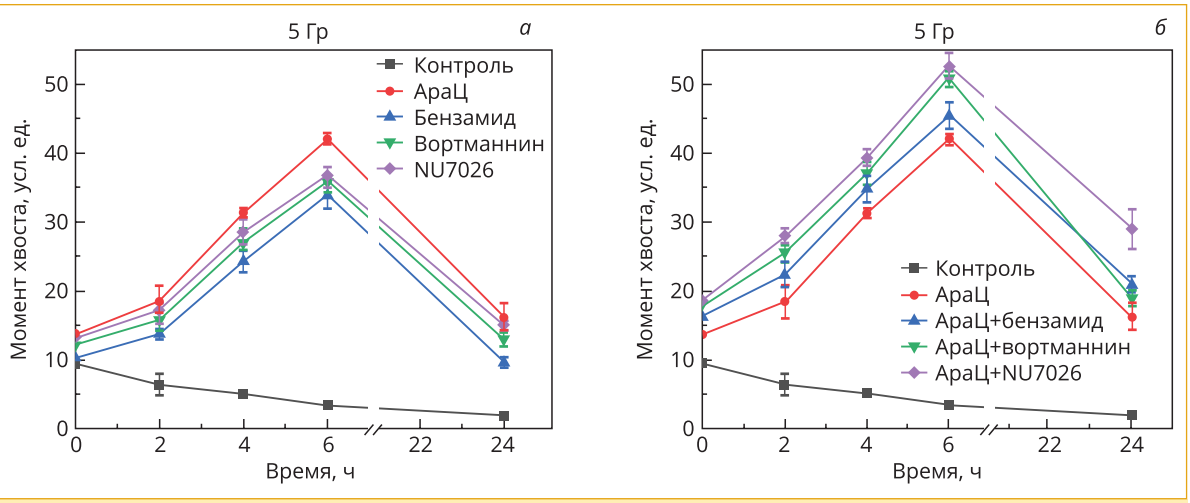


Рис. 1. Кинетика репарации ДР ДНК в лимфоцитах крови человека при действии рентгеновского излучения в дозе 5 Гр в условиях влияния отдельных модификаторов: АраЦ (20 мкмоль), бензамида (1 ммоль), вортманнина (10 нмоль) и NU7026 (20 мкмоль) (*а*) и комплексов модификаторов (*б*)

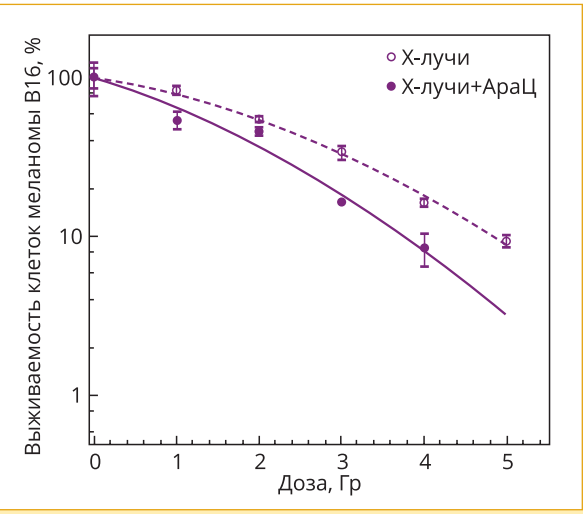


Рис. 2. Дозовая зависимость выживаемости клеток меланомы B16 при действии рентгеновского излучения в условиях влияния АраЦ (20 мкмоль)

При облучении в условиях модифицирующего действия АраЦ количество сформированных γH2AX фокусов, являющихся маркерами двунитевых разрывов ДНК, достоверно увеличивается, начиная с 4 ч пострадиационной инкубации в 1,4 раза, и продолжает расти с увеличением времени пострадиационной инкубации до 24 ч, где наблюдается максимальная разница в 4,2 раза. Показано, что через 24 ч в облученных образцах с АраЦ наблюдается достоверное увеличение (p = 0,021) площади сформированных γH2AX фокусов в 1,3 раза (рис. 3, *б*), что свидетельствует о росте кластерности повреждений ДНК.

Продолжается разработка подходов на основе машинного обучения для анализа флуоресцентных изображений ядер клеток млекопитающих и количественного анализа белковых маркеров ДР ДНК. В приложение MOSTLIT добавлен новый функционал, позволяющий оценивать количество колокализованных γH2AX/53BP1 фокусов. Алгоритм колокализации первоначально рас-

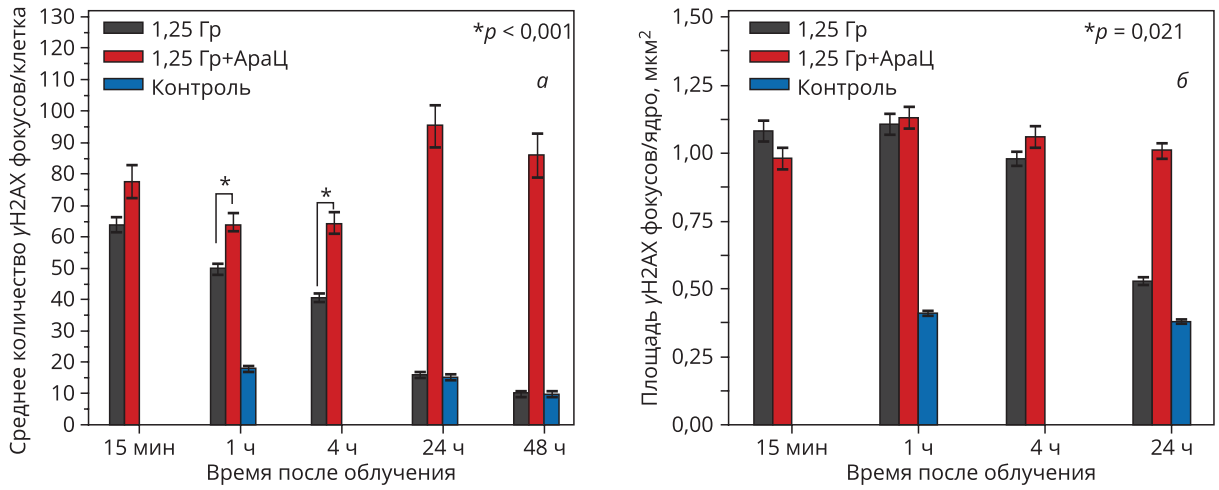


Рис. 3. *а*) Кинетика формирования и элиминации γH2AX фокусов, указаны средние значения количества γH2AX фокусов ± стандартные ошибки среднего; *б*) кинетика изменений площади γH2AX фокусов в ядрах клеток меланомы B16 при действии рентгеновского облучения (1,25 Гр) в условиях влияния АраЦ, указаны медианные значения площади γH2AX фокусов ± стандартная ошибка среднего. Статистическая значимость различий показана тестами Крускала–Уоллиса и Двасса–Стила–Кричлоу–Флиннера для попарного сравнения групп при $p < 0,001$ (*а*) и при $p = 0,021$ (*б*)

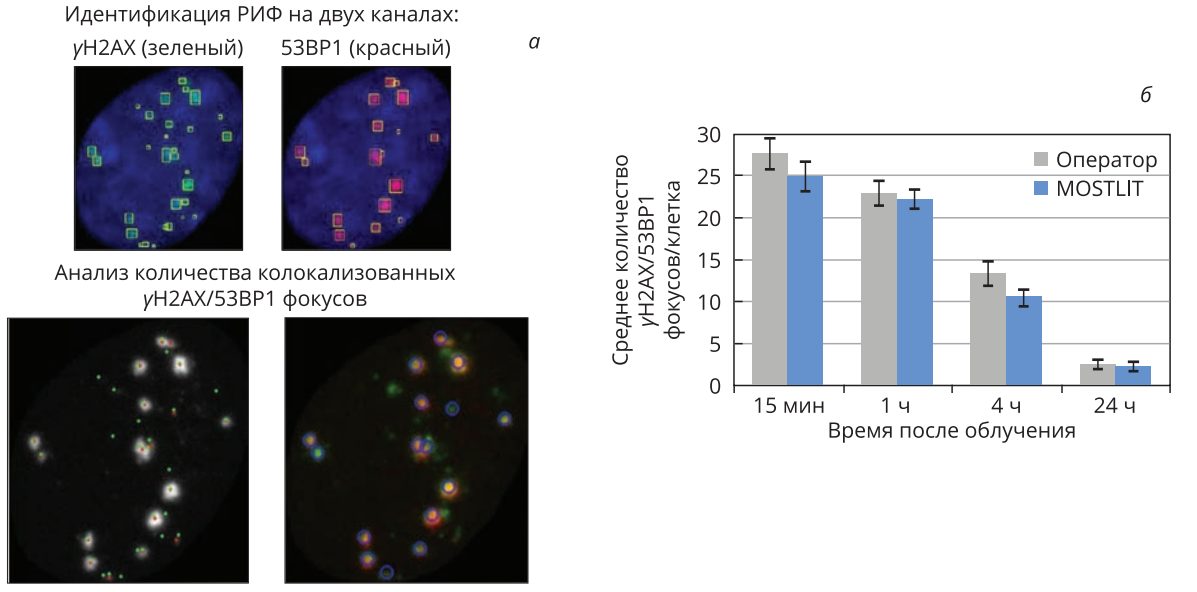


Рис. 4. *а*) Пример работы алгоритма MOSTLIT на основе машинного обучения для анализа флуоресцентных изображений ядер клеток (синий сигнал), содержащих белки-маркеры ДР ДНК: γH2AX (зеленый сигнал) и 53BP1 (красный сигнал). Анализ колокализации выполнен при расстоянии между центроидами в 4 пикселя. *б*) Анализ кинетики формирования и элиминации радиационно-индуцированных γH2AX/53BP1 фокусов в ядрах клеток нормальных фибробластов кожи человека при действии γ-квантов ^{60}Co (1,25 Гр), выполненный группой операторов и алгоритмом колокализации MOSTLIT. На графике указаны средние значения количества γH2AX/53BP1 ± стандартные ошибки среднего

познает на изображении (2D) отдельно γH2AX и 53BP1 фокусы в пределах ядра клетки. Затем на основе расстояния между центроидами γH2AX и 53BP1 фокусов определяется колокализация и производится количественный анализ (рис. 4, *а*).

На основе данного подхода выполнен анализ кинетики формирования и элиминации γH2AX/53BP1 фокусов в ядрах фибробластов после γ-облучения в дозе 1,25 Гр (рис. 4, *б*). Автоматический анализ показывает хорошее соответствие с анализом оператора в двумерном пространстве и дополнительно позволяет оценить площадь ядра и общую площадь всех сформированных γH2AX и 53BP1 фокусов на ядро, а также сделать выводы о степени колокализации двух маркеров и сложности формируемых кластеров повреждений ДНК [3, 4].

Дубна, 27 марта. Государственный секретарь Министерства науки, технологического развития и инноваций Сербии М. Траянович (в центре) на экскурсии в ЛРБ в ходе визита в ОИЯИ

РАДИАЦИОННАЯ ГЕНЕТИКА И ЦИТОГЕНЕТИКА

Предложено применение нейросетевой архитектуры YOLOv8 для автоматизации процесса анализа хромосомных аберраций в лимфоцитах крови обезьян *Macaca Mulata*. Проведена оценка качества автоматического анализа путем сравнения экспериментальных кривых доза–эффект и кривых, построенных на основе предложенного алгоритма. Зависимость выхода дицентрических хромосом от дозы входит в 95%-й доверительный интервал кривой, построенной по данным исследователя, что демонстрирует хороший потенциал данного подхода в обнаружении хромосомных повреждений такого типа (рис. 5).

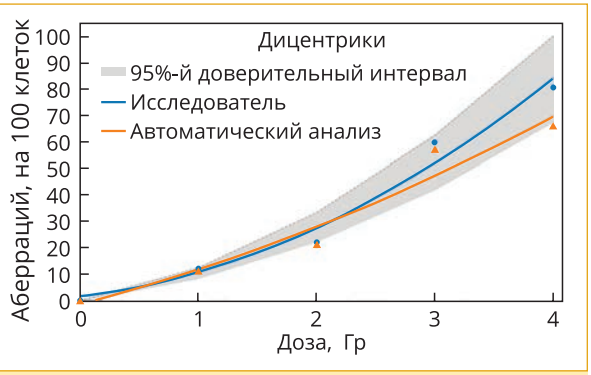


Рис. 5. Зависимость выхода количества дицентриков от дозы излучения при ручном (•) и автоматическом (▲) анализе

Для дальнейшего повышения точности классификации планируется расширить обучающий набор данных за счет увеличения изображений клеток с редко встречающимися типами аберраций и реализации постобработки результатов детекции с применением морфометрических критериев. Применение подобного рода подходов позволит значительно повысить скорость анализа хромосомных аберраций, минимизируя влияние человеческого фактора и вероятность субъективных ошибок [5].

Проведен цитогенетический анализ HPRT-мутантных субклонов, выделенных в начальные (3-и сутки) и отдаленные (40-е сутки) сроки после облучения γ-квантами ^{60}Co и ускоренными ионами ^{11}B, клеток китайского хомячка линии V79. Обнаружено, что закономерность проявления хромосомной нестабильности у полученных жизнеспособных мутантных субклонов зависит от вида исследуемого излучения.

Показано, что γ-кванты ^{60}Co вызывают продолжительную хромосомную нестабильность у мутантных клонов, тогда как ионы ^{11}B в аналогичных дозах, несмотря на более высокий начальный цитогенетический эффект, в отдаленные сроки приводят к стабилизации клонов и даже формированию субпопуляций с пониженным уровнем хромосомных аберраций (рис. 6) [6].

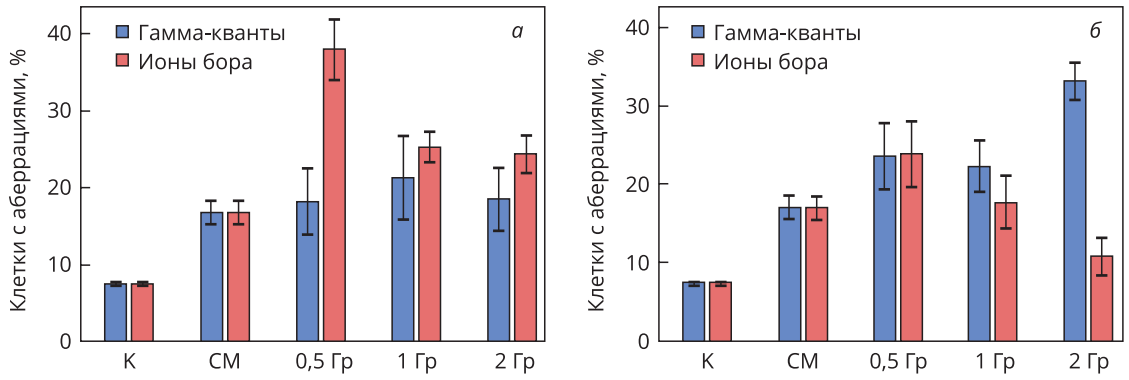


Рис. 6. Частота образования клеток с хромосомными аберрациями в HPRT-мутантных субклонах после облучения γ-квантами ^{60}Co и ионами ^{11}B в зависимости от дозы на 3-и сутки (*а*) и 40-е сутки (*б*) после облучения

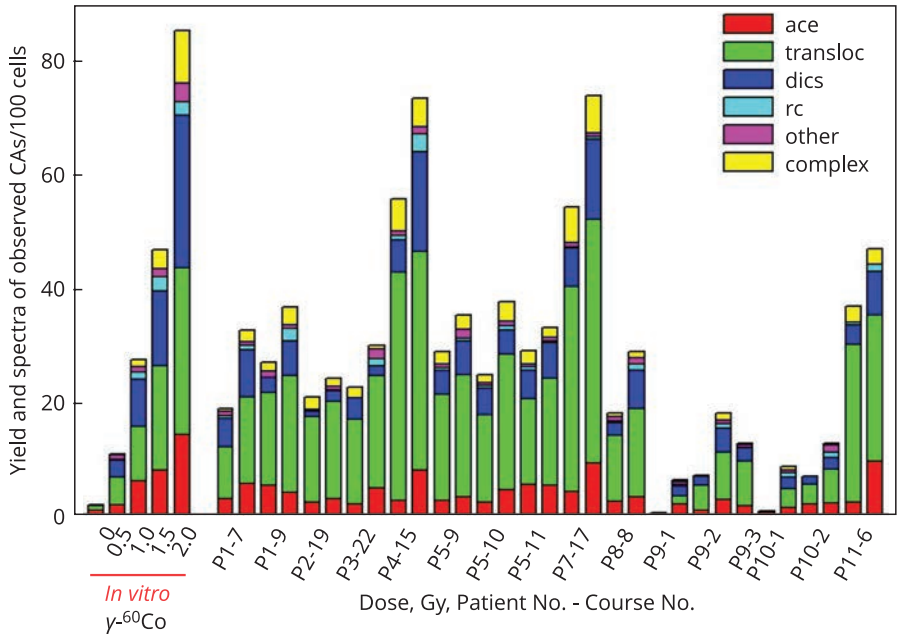


Рис. 7. Частота и спектр зарегистрированных методом mFISH аберраций в лимфоцитах крови обследованных пациентов до и после курса РЙТ (код пациента — № курса РЙТ), а также аберраций, полученных в результате облучения донорской крови *in vitro* (на 100 клеток). ace — ацентрические фрагменты, transloc — транслокации, dics — дицентрики, rc — центрические кольца, other — ацентрические кольца и инверсии, complex — комплексные аберрации

Методом полногеномного окрашивания хромосом mFISH исследованы хромосомные аберрации (ХА) в лимфоцитах периферической крови пациентов с дифференцированным раком щитовидной железы, которые получили многократные курсы радиойодтерапии (РЙТ) в Медицинском радиологическом научном центре им. А. Ф. Цыба (Обнинск, Россия). Продемонстрировано увеличение частоты ХА в результате РЙТ, и проанализированы спектры индуцированных аберраций (рис. 7). Проведенная биологическая дозиметрия подтверждает вывод о том, что однократное введение радиойода было безопасным, поскольку общепринятый порог в 2 Гр для общей дозы побочного облучения не был превышен [7].

Исследована стрессовая устойчивость пробиотических лактобактерий *Lactiplantibacillus plantarum* и нескольких штаммов дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* (Sc) и *Saccharomyces boulardii* (Sb) в лабораторных условиях и при полете на биоспутнике «Бион-М» № 2 на околоземной орбите. В лабораторных условиях активно метаболизирующие дрожжевые культуры облучали рентгеновским излучением в дозах до 30 Гр на уста-

Практические занятия по цитогенетике для студентов кафедры биофизики университета «Дубна» ведет руководитель сектора радиационной цитологии кандидат биологических наук И. В. Кошлань

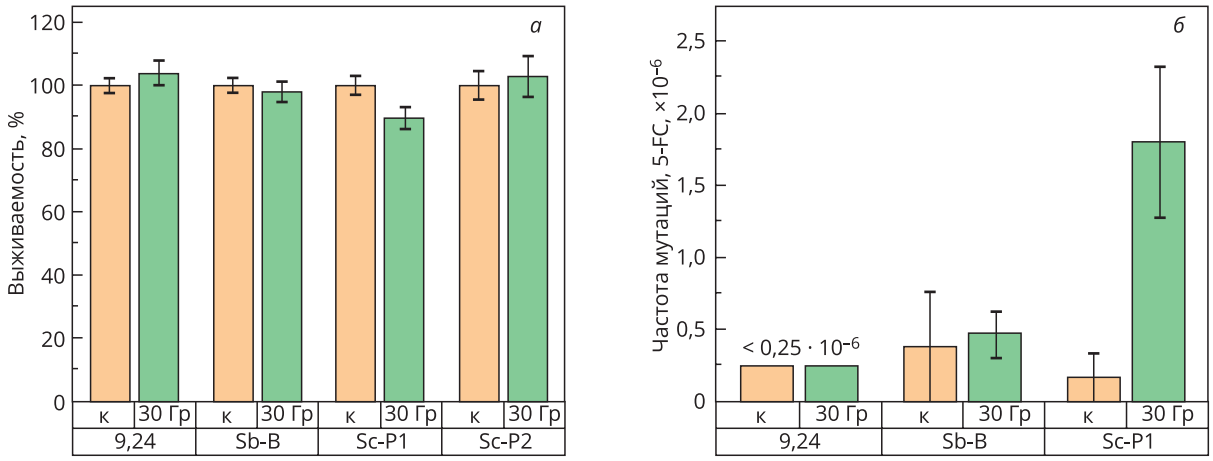


Рис. 8. Выживаемость (*а*) и индукция мутаций устойчивости к 5-фторцитозину (*б*) Х-лучами (SARRP, Xstrahl) в клетках дрожжевых штаммов Sc-9/24 (лабораторный), Sb-B (выделен из Enterol (Biocodex, Франция)), Sc-P1 и Sc-P2 (выделены из Cosm-O-tentic® (Puratos, Бельгия))

новке SARRP (130 кВ, 3 Гр/мин) и ускоренными протонами с энергией 170 МэВ. Облучение не вызывало изменений чувствительности к тестируемым антибиотикам (рис. 8). Радиорезистентность и низкая мутабильность делают тестируемые штаммы перспективными для использования в длительных космических полетах [8].

МЕДИЦИНСКАЯ РАДИОБИОЛОГИЯ

Предложен новый подход к повышению эффективности таргетной радионуклидной терапии с использованием бета-эмиттеров. Исследования *in vitro* на клетках мышиной меланомы B16 показали, что метиленовый синий, меченный йодом-131 (с/без АраЦ), быстро проникает в клетки, и около 70 % усваивается в течение 3 ч. Период полувыведения составляет 3,5 сут. В экспериментах показано, что при действии [^{131}I]I-меченного метиленового синего в условиях влияния

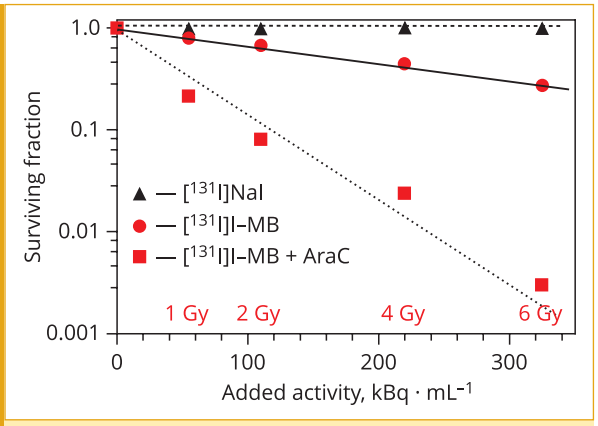


Рис. 9. Зависимость выживаемости клеток меланомы B16 от добавленной активности йода-131 в составе меченного метиленового синего (без и в сочетании с АраЦ, красные символы) или ионной формы (черные символы)

арабинозидцитозина фактор изменения дозы по критерию выживаемости клеток составил ~ 5 (рис. 9). Таким образом, избирательное накопление радионуклида в опухолевой ткани и одновременное повышение радиочувствительности злокачественных клеток позволяет уменьшить активность используемого терапевтического радиофармпрепарата, что открывает перспективы для клинического применения данного подхода [9].

РАДИАЦИОННАЯ ФИЗИОЛОГИЯ И НЕЙРОРАДИОБИОЛОГИЯ

Проведена оценка электрофизиологических показателей коры головного мозга крыс и поведенческих реакций в ранние и отдаленные сроки после краниального рентгеновского облучения (SARRP) (рис. 10). Установлено снижение двигательной активности в тест-системе «открытое поле» на 1-е и 30-е сутки после локального облучения мозга в дозе 10 Гр. Данные поведенческие изменения наблюдаются на фоне снижения спектральной мощности альфа-, бета- и тета-ритмов мозга.

Исследование корреляционной зависимости между ритмами показывает устойчивую аномальную корреляцию альфа- и бета-ритмов ЭЭГ

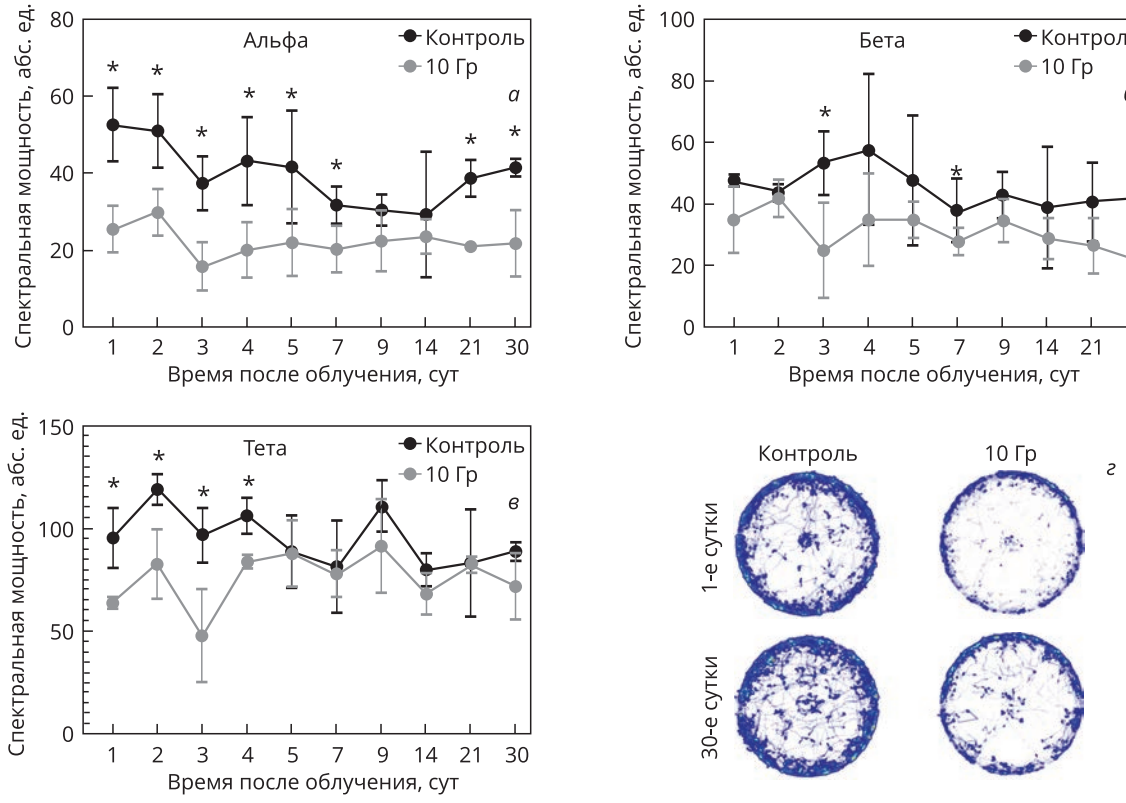


Рис. 10. Спектральная мощность альфа- (*а*), бета- (*б*), тета- (*в*) волн ЭЭГ и тепловые карты двигательной активности крыс в «открытом поле» на 1-е и 30-е сутки после рентгеновского облучения в дозе 10 Гр (*г*)

у облученных животных. Проведенные исследования помогают лучше оценить риски и побочные эффекты профилактического краниального облучения, конвенциональной дистанционной радиотерапии злокачественных новообразований ЦНС и оптимизировать методы оценки состояния пациентов в пострадиационный период [10].

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАДИАЦИОННО-ИНДУЦИРОВАННЫХ ЭФФЕКТОВ

Разработана математическая модель репарации двунитевых разрывов ДНК в клетках млекопитающих и человека при действии тяжелых заряженных частиц в широком диапазоне линейной передачи энергии (ЛПЭ). Определен выход начальных повреждений ДНК, возникающих в результате облучения клеток тяжелыми заряженными частицами. При построении модели учитывается наличие ДР ДНК различной степени сложности. Описаны ключевые этапы механизма негомологичного и микрогомологичного соединения концов. Результаты моделирования корректно описывают кинетику основных регуляторных механизмов, контролирующих репарационные процессы в G1 и ранней S фазах клеточного цикла. Предложенная модель позволяет соотнести теоретические данные по кинетике репарации ДР ДНК с экспериментальными результатами, полученными методами γH2AX-фокусов, ДНК-комет и преждевременной конденсации хроматина (PCC) (рис. 11) [11].

Разработана математическая модель, описывающая кинетику репарации повреждений ДНК, индуцированных ионизирующим излучением с разной линейной передачей энергии, с учетом влияния ингибиторов репарации ДНК. Модель включает кинетику двух типов двунитевых разрывов ДНК: прямых (ПДР) и энзиматических (ЭДР). Предложенная модель позволяет провести количественную интерпретацию экспериментальных данных по кинетике репарации ДР ДНК (рис. 12) [12].

Разработана модель, описывающая динамику морфологически разнородных популяций нервных стволовых клеток (НСК) α- и β-типа в ответ на облучение. Проведено сравнение результатов моделирования с упрощенной моделью гетерогенности популяции НСК по скоростям деления. В обе модели был добавлен учет количества астроцитов, продуцируемых из НСК, для воспроизведения процесса глиогенеза в зубчатой извилине гиппокампа мышей. Выживаемость НСК и астроцитов после облучения рентгеновскими лучами рассчитана для доз 0,1 и 2 Гр. Модель гетерогенности по скорости деления точнее воспроизводит экспериментальные данные по изменению количества НСК, чем модель морфологической гетерогенности. Напротив, количество астроцитов лучше описывается моделью морфологической гетерогенности, поскольку β-НСК более устойчивы к облучению и генерируют значительно больше астроцитов, чем α-НСК. Эти результаты указывают на то, что оптимальная прогностическая модель должна сочетать динамику популяции НСК, полученную с помощью модели гетерогенности по скорости деления, с динамикой количества астроцитов, полученной с помощью модели морфологической гетерогенности (рис. 13) [13].

Проведен анализ закономерностей пространственного распределения поглощенной дозы и вероятности попадания частиц в различные части клетки (тело, аксон, дендриты, шипики) при действии заряженных частиц — от протонов до ионов железа с энергией от 10 до 1000 МэВ/ну-

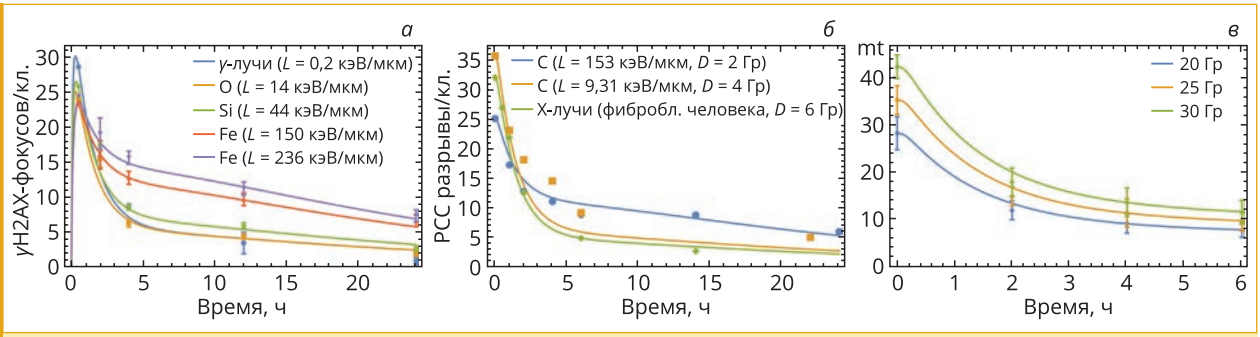


Рис. 11. Кинетика радиационно-индуцированных повреждений в клетках млекопитающего и человека: *а*) γH2AX-фокусы в фибробластах кожи человека при действии ионизирующих излучений с разными физическими характеристиками в дозе 1 Гр; *б*) PCC-разрывы в клетках фибробластов кожи человека при действии ионов ^{12}C и X-лучей; *в*) момент хвоста (mt) в лимфоцитах периферической крови человека при действии ионов ^{11}B (L = 89 кэВ/мкм) при различных дозах. Соответствующие экспериментальные данные (*Asaithamby A. et al.* (2008); *Ritter S. et al.* (1999); *Чаусов В. Н. и др.* (2018)) указаны символами различной формы

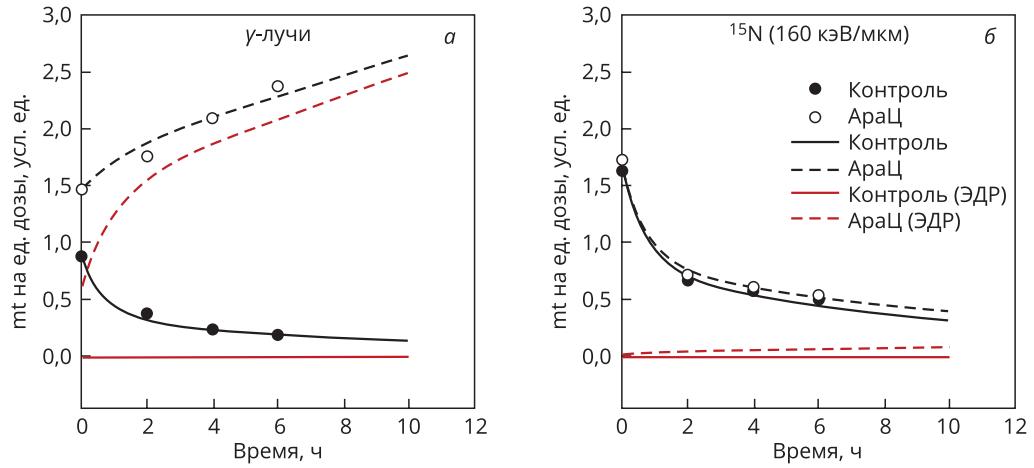


Рис. 12. Результаты расчета выхода повреждений ДНК, выраженного как момент хвоста (mt) кометы на единицу дозы: *а*) *γ*-лучами и *б*) ускоренными ионами ^{15}N (160 кэВ/мкм) в обычных условиях и в присутствии АраЦ. Экспериментальные данные (*Чаусов В. Н. и др.* (2018)): светлые кружки — в присутствии АраЦ, темные кружки — контрольные данные, сплошная линия — расчетные данные без АраЦ, штриховая — в присутствии АраЦ, красный цвет показывает соответствующие выходы по ЭДР

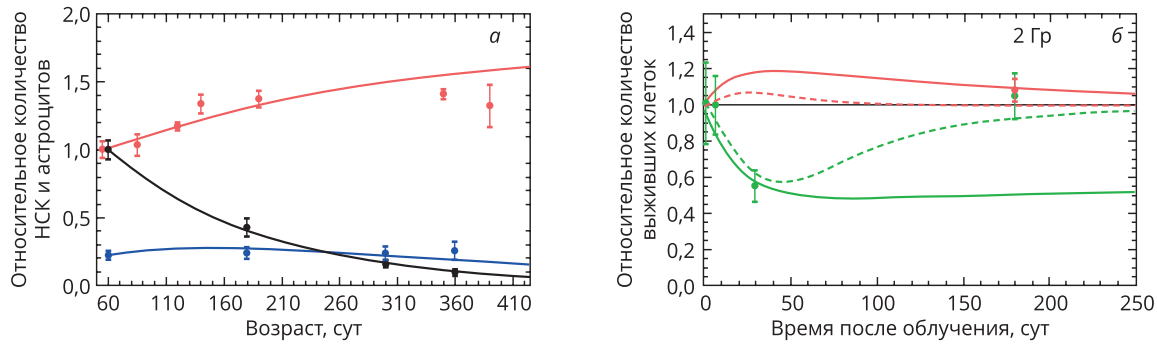


Рис. 13. *а*) Относительное количество *α*-НСК (черный), *β*-НСК (синий) и астроцитов (красный), рассчитанное по модели морфологической гетерогенности НСК. *б*) Относительное количество НСК и астроцитов после облучения рентгеновскими лучами 70-дневных мышей дозой 2 Гр (*Casciati A. et al.* // Oncotarget. 2016. V. 7(19)). Количество НСК (зеленый) и астроцитов (красный) рассчитано в рамках модели морфологической гетерогенности НСК (сплошная линия) и упрощенной модели гетерогенности по скорости самообновления (штриховая линия). Все кривые нормализованы по соответствующим кривым возрастной динамики

клон (рис. 14). Рассмотрены механизмы формирования прямых и непрямых молекулярных повреждений в генетическом аппарате и синапсах нервных клеток за счет физических процессов, ведущих к разрывам связей, и химических реакций с продуктами радиолиза воды. Также обсуждаются ключевые параметры моделирования, необходимые для верификации расчетов с результатами экспериментов. Данные могут быть использованы для дальнейшего анализа радиационных рисков в межпланетных полетах и для оценки побочных эффектов адронной терапии [14].

Проведен анализ структурных особенностей липидного бислоя POPC при взаимодействии с борсодержащими лигандами борфенилаланина (BPA) и борокаптата (BSH) (рис. 15). Детальный анализ структурных особенностей бислоя POPC при взаимодействии с лигандами показал изменения структурных параметров в зависимости от их концентрации на поверхности мембраны. Результаты демонстрируют сохранение структурной целостности мембраны при контакте с изучаемыми соединениями. Установлено, что данные лиганды способны спонтанно связываться с поверхностными компонентами мембраны, включая глицериновый фрагмент, холиновую группу и фосфатные остатки. Анализ полученных результатов показал, что в рассмотренной концентрации молекулы борфенилаланина в меньшей степени (~ 15 %) связываются с мембраной клетки. При этом препараты данного типа актив-

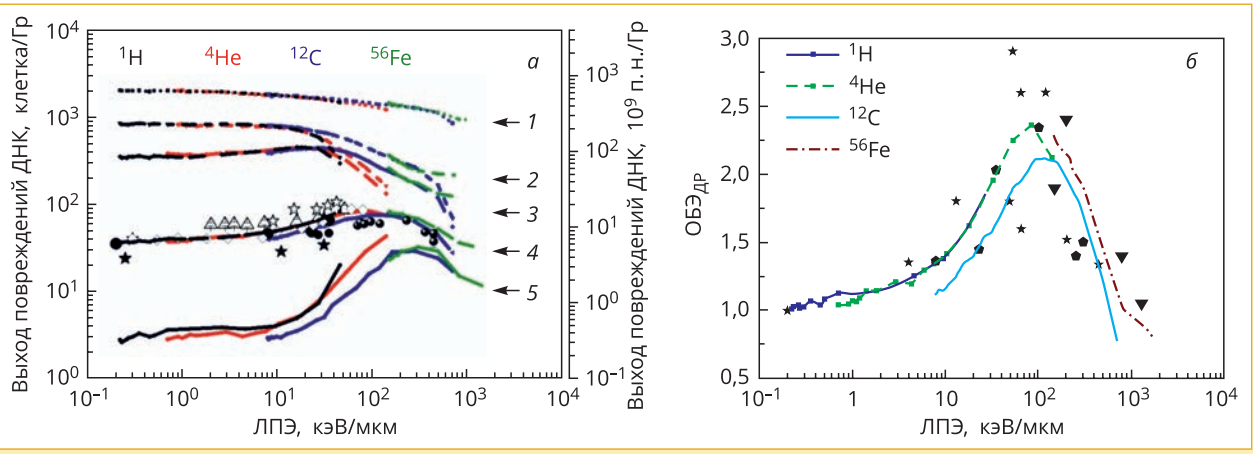


Рис. 14. *а*) Выход первичных повреждений ДНК в ядрах нервных клеток гиппокампа крыс в зависимости от ЛПЭ. Основные типы повреждений ДНК: повреждения оснований (*1*), однонитевые разрывы (ОР) (*2*), кластерные ОР (*3*), двунитевые разрывы (ДР) (*4*) и кластерные ДР (*5*). Символы представляют экспериментальные данные ДР ДНК (*Буланова Т. С. и др.* // Письма в ЭЧАЯ. 2019). *б*) Зависимость ОБЭ от ЛПЭ заряженных частиц по критерию индукции ДР ДНК: сравнение результатов моделирования (линии) и экспериментальных данных (символы) (*Frankenberg D. et al.* // Adv. Space Res. 2000)

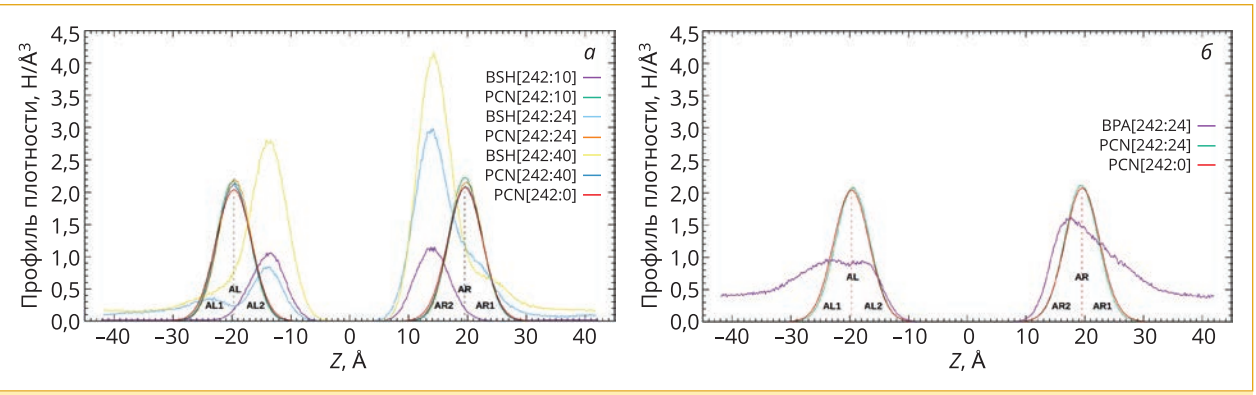


Рис. 15. Профиль плотности мембраны в молекулярной системе с борсодержащими препаратами: *а*) с BSH и *б*) с BPA

но взаимодействуют с фосфатной группой липида. Молекулы борокаптата натрия проникают в структуру липидной мембраны и локализуются рядом с C = O группой ацильной цепочки. С ростом концентрации число связанных молекул растет, при этом место их локализации не меняется [15].

Проведено молекулярно-динамическое моделирование рецепторов NMDA, имеющих в своей структуре единичные модифицированные аминокислотные остатки (Trp607 и Trp752) и содержащих несколько одновременно (Tyr731, Cys765, 819 и Trp607, 752), а также изменения в структуре мембраны (POPC). Выявлено, что повреждение глутаматных рецепторов и молекул POPC приводит преимущественно к снижению проводимости рецепторного ионного канала, за исключением повреждения Cys765 и окисленных липидов формы PazePC. Изучение вольт-амперных характеристик глутаматных рецепторов в большинстве случаев выявило снижение значений макроскопических токов через поврежденные глутаматные рецепторы. В случае повреждения Cys765 наблюдается заметное падение тета-ритма и значительный рост гамма-компоненты по сравнению с нативными формами NMDA-рецептора. При окислении липидного слоя POPC имеет место увеличение тета-частоты и снижение частоты гамма-диапазона. Во всех случаях было отмечено существенное возрастание бета-ритма [16].

Предложена пространственно-распределенная феноменологическая математическая модель динамики роста опухоли, учитывающая нелинейный рост, иммунный контроль, диффузию и радиотерапию [17]. Модель воспроизводит основные биологические особенности роста опухоли и ее взаимодействия с иммунной системой. Качественный анализ выявил критические соотношения между параметрами опухоли (начальная концентрация клеток, иммунный порог) и схемами радиотерапии (доза и число фракций), при которых достигается подавление роста опухоли.

17 сентября. Визит в ОИЯИ представителя посольства Республики Куба в РФ Альберто Турро Бреффа и специалиста в области образования и науки Делис Севилы Родригес

РАДИАЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Проведены совместные с ИХ ДВО РАН исследования возможностей применения металлсодержащих радиосенсибилизаторов для совершенствования лучевой терапии онкологических заболеваний. Исследованы системы Fe_3O_4–SiO_2–Au (рис. 16), содержащие золотые наночастицы (ЗНЧ). С помощью моделирования Монте-Карло в PHITS проанализировано взаимодействие частиц с монохроматическими фотонами 50–150 кэВ и влияние структуры и концентрации ЗНЧ на повышение локального энерговыделения в водном фантоме [18].

Совместно с сотрудниками ЛФВЭ проведено детальное моделирование радиационной обстановки при работе станций и каналов СИМБО и ИСКРА комплекса NICA [19]. С использованием Монте-Карло кода FLUKA определены предельные интенсивности, при которых выполняется требуемое зонирование помещений для персонала. Результаты показывают, что принятые конструктивные решения обеспечивают соблюдение норм радиационной безопасности при эксплуатации станций. На рис. 17 приведены распределения мощности эффективной дозы при работе станций СИМБО и ИСКРА.

Рассчитана функция чувствительности модели высокоэнергетического дозиметра нейтронов с энергией от 10^{-4} МэВ до 5 ГэВ [20]. Дозиметр состоит из гетерогенного замедлителя и ^{3}He-детектора. Расчет конструкции (рис. 18, слева) и

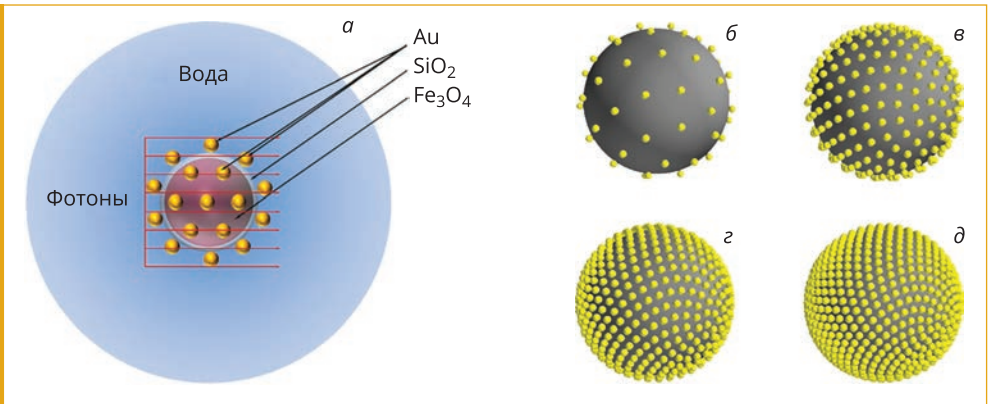


Рис. 16. *а*) Схема геометрии, использованной в моделировании: ядро из Fe_2O_3 (диаметр 83 нм), оболочка из SiO_2 (толщина 2 нм). Наночастицы золота (AuNPs) диаметром 5 нм рассматривались в четырех конфигурациях геометрии «ядро–оболочка–сателлит» с 67 (*б*), 331 (*в*), 661 (*г*) и 921 (*д*) золотыми наночастицами на поверхности SiO_2

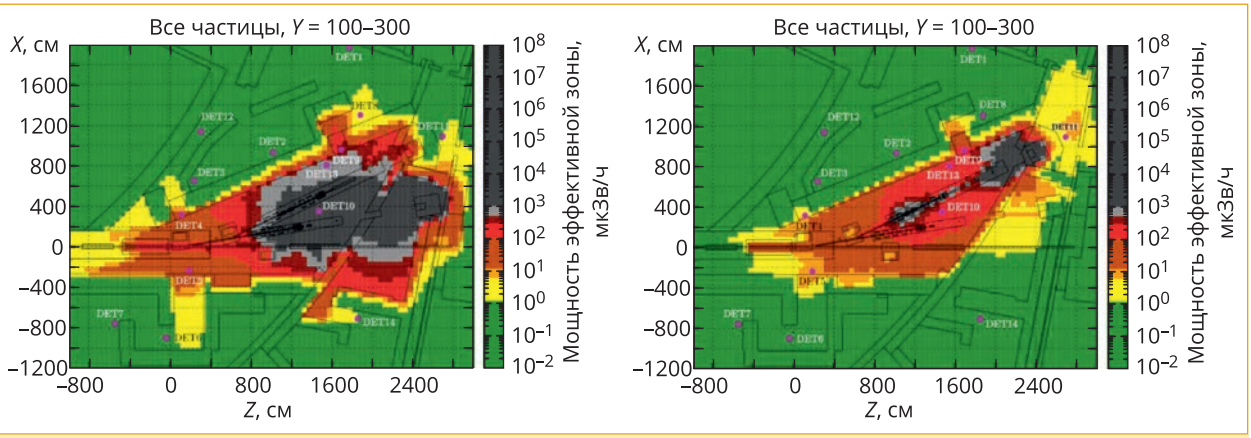


Рис. 17. Двумерные проекции пространственного распределения мощности эффективной дозы при работе станции СИМБО (слева) и ИСКРА (справа)

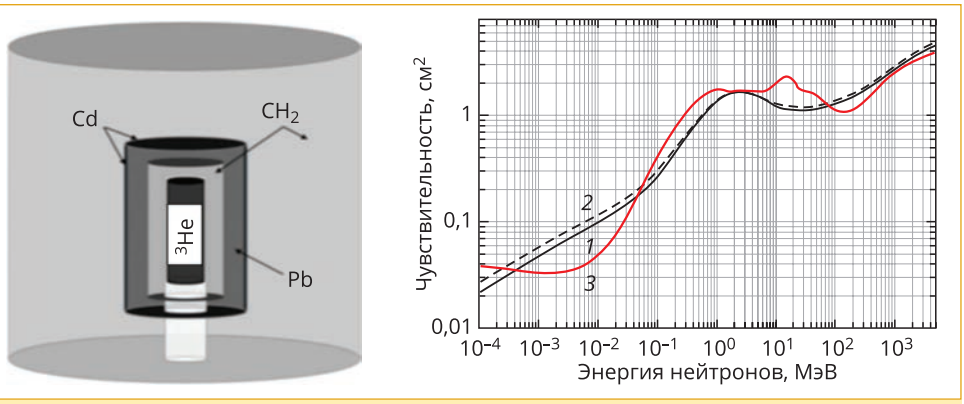


Рис. 18. Схематический вид дозиметра (слева); энергетическая функция чувствительности (ФЧ) дозиметра: *1* — боковое облучение; *2* — изотропное облучение; *3* — функция чувствительности идеального дозиметра (нормировка при 2 МэВ)

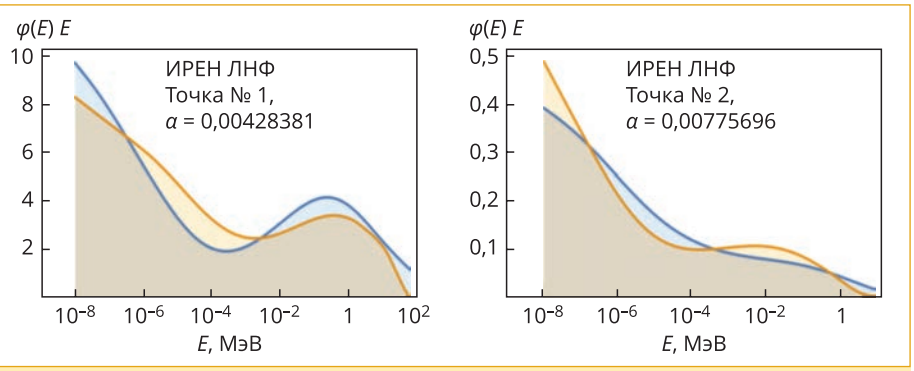


Рис. 19. Сравнение спектров нейтронов за биологической защитой в точках № 1 (слева) и № 2 (справа): синяя линия — по новому методу, оранжевая линия — с использованием программы восстановления спектров «Reconst»

функции чувствительности (рис. 18, справа) проводился с использованием моделирования Монте-Карло при помощи кодов GEANT4 и SHIELD. Данный тип дозиметра актуален в связи с введением в эксплуатацию станций для прикладных исследований СИМБО и ИСКРА комплекса NICA, а также протонного циклотрона МСЦ-230 и установки ИРЕН.

Проведено тестирование нового метода восстановления энергетических спектров нейтронов с использованием разложения спектра нейтронов по смещенным полиномам Лежандра с применением регуляризации Тихонова по показаниям спектрометра Боннера [21] на основе полученных спектров нейтронов в точке № 1 и № 2 (рис. 19) за биологической защитой установки ИРЕН ЛНФ ОИЯИ.

АСТРОБИОЛОГИЯ

Продолжаются микропалеонтологические исследования материала метеоритов и древних земных пород посредством сканирующей электронной микроскопии [22, 23]. В углистых хондритах и астероидах обнаружены хиральные протеиногенные аминокислоты с избытком левых энантиомеров, что указывает на их биогенное происхождение.

Москва, 25 ноября. Награждение начальника сектора астробиологии ЛРБ ОИЯИ академика А. Ю. Розанова орденом Александра Невского за большие заслуги в научной деятельности и многолетнюю добросовестную работу

КОНФЕРЕНЦИИ И ОБРАЗОВАНИЕ

В течение 2025 г. сотрудники лаборатории приняли участие в 25 международных и российских научных конференциях.

20–24 октября в ОИЯИ проводилась международная конференция «Актуальные проблемы радиационной биологии. Ускоренные заряженные частицы и нейтроны в радиобиологии». Опубликован сборник материалов конференции (Дубна: ОИЯИ, 2025. 204 с.). Были заслушаны 2 пленарных и 58 устных докладов, рассмотрены 7 стендовых сообщений, представленных молодыми учеными.

В 2025 г. проведены две международные школы по ядерным методам и прикладным исследованиям в области экологии, материаловедения и наук о жизни: NUMAR-2025 (Гавана, Куба)

Кейптаун (ЮАР), 19–20 марта. Участники 1-го рабочего совещания по радиационной биологии в iThemba LABS

Начальник группы ЛРБ Е. А. Насонова (вторая справа) на Летней студенческой школе ОИЯИ–ЮАР

и NUMAR-Gobi (Улан-Батор, Монголия). Школы были организованны ОИЯИ, Национальным агентством атомной энергетики и передовых технологий Кубы, Комиссией по ядерной энергии при Правительстве Монголии, Монгольским государственным университетом и Монгольской академией наук. В работе приняли участие студенты и молодые ученые из Бразилии, Вьетнама, Доминиканской Республики, Коста-Рики, Кубы, Мексики, Монголии, Китая и Парагвая.

19–20 марта 2025 г. в Кейптауне (ЮАР) состоялось первое международное рабочее совещание по радиационной биологии, организованное ускорительным центром Южно-Африканской Республики NRF iThemba LABS и Объединенным институтом ядерных исследований. Проведены практические курсы по цитогенетическим методам в ходе студенческих школ в iThemba LABS (ЮАР, январь 2025 г.) и ОИЯИ (Дубна, июнь-июль 2025 г.).

Продолжался учебный процесс на кафедре «Биофизика» университета «Дубна». В настоящее время на кафедре обучаются 27 студентов и 4 аспиранта. 3 студента успешно закончили обучение и получили дипломы магистра по направлению «Физика».

Издательским отделом ОИЯИ опубликованы двухтомник избранных трудов и новые издания монографий Е. А. Красавина [24–26].

ИННОВАЦИИ

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации программы для ЭВМ

№ 2025664956

Программа определения характеристик качества пучка рентгеновского излучения по спектру рентгеновской трубки

Правообладатель: Объединенный Институт Ядерных Исследований (RU)

Авторы(ы): Гордеев Иван Сергеевич (RU)

Заявка № 2025663182
Дата поступления 27 мая 2025 г.
Дата государственной регистрации в Реестре программ для ЭВМ 09 июня 2025 г.

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности Ю.С. Зубов

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации программы для ЭВМ

№ 2025690586

Программа автоматизированной обработки аппаратурных спектров многосферного спектрометра нейтронов SPIDER

Правообладатель: Объединенный Институт Ядерных Исследований (RU)

Авторы(ы): Гордеев Иван Сергеевич (RU)

Заявка № 2025689230
Дата поступления 24 октября 2025 г.
Дата государственной регистрации в Реестре программ для ЭВМ 10 ноября 2025 г.

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности Ю.С. Зубов

• Свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ. Программа определения характеристик качества пучка рентгеновского излучения по спектру рентгеновской трубки / Гордеев И. С. Объединенный институт ядерных исследований. № 2025664956; заявл. 27.05.2025; опубл. 09.06.2025, 2025663182 (Российская Федерация)

• Свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ. Программа автоматизированной обработки аппаратурных спектров многосферного спектрометра нейтронов SPIDER / Гордеев И. С. Объединенный институт ядерных исследований. № 2025690586; заявл. 24.10.2025; опубл. 10.11.2025, 2025689230 (Российская Федерация).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Чаусов В. Н.* Влияние ингибиторов синтеза ДНК на формирование двунитевых разрывов в клетках человека при действии излучений с разной линейной передачей энергии. Дис. … канд. биол. наук. Обнинск, 2025. 124 с.
2. *Pham T. D., Kozhina R. A., Kuzmina E. A., Tiounchik S. I., Chausov V. N., Shamina D. D., Boreyko A. V.* Molecular Effect of the Combination of Ionizing Radiation and DNA Repair Inhibitors on B16 Murine Melanoma Cells // Vietnam Conf. on Nucl. Sci. and Techn., Vietnam: Danang, 2025.
3. *Храмко Т. С., Борейко А. В., Крупнова М. Е., Lal M., Нестерова К. В., Пахомова Н. В., Попова М. А., Шаврин И. А., Ясинская А. В.* Новый подход к усилению летального действия редкоионизирующих излучений на опухолевые клетки // Медицинские и экологические эффекты ионизирующего излучения: Материалы VIII Междунар. науч.-практ. конф., Томск, 9–11 сент. 2025 г. Томск: ООО «АлКом», 2025. С. 85–86.
4. *Шадмехри С., Бежанян Т. Ж., Бондарев М. Ю., Стрельцова О. И., Зуев М. И., Борейко А. В., Храмко Т. С., Крупнова М. Е.* Веб-сервис для автоматизированной детекции и анализа радиационно-индуцированных фокусов в ядрах клеток // ЭЧАЯ. 2026. Т. 57, вып. 4.
5. *Беляев Н. А., Кошлань Н. А., Стрельцова О. И., Кошлань И. В., Исакова М. Д., Бежанян Т. Ж., Шадмехри С.* Автоматизация процесса анализа хромосомных аберраций с применением нейросетевого алгоритма // Письма в ЭЧАЯ. 2026. Т. 23, № 1(264). С. 86–109.
6. *Петрова Д. В., Кошлань Н. А., Смекина И. В., Мельникова Ю. В., Кошлань И. В.* Исследование хромосомной нестабильности HPRT-мутантных субклонов клеток китайского хомячка после воздействия γ-облучения ^{60}Co и ускоренных ионов ^{11}B // Актуальные проблемы радиационной биологии. Ускоренные заряженные частицы и нейтроны в радиобиологии: к 20-летию создания Лаборатории радиационной биологии ОИЯИ, памяти Е. А. Красавина: Сб. тр. междунар. конф., Дубна, 20–24 окт. 2025 г. Дубна, 2025.
7. *Хвостунов И. К. и др.* Анализ хромосомных аберраций в лимфоцитах периферической крови пациентов при радиойодтерапии дифференцированного рака щитовидной железы // Там же.
8. *Koltovaya N., Zhuchkina N., Kokoreva A.* Compare of Proton and X-Rays Irradiation Effects on Laboratorie, Probiotic and Bakers's Yeast Strains // Radiat. Appl.: Book of Abstr. Intern. Conf. (RAP2025), May 26–30, 2025, Heraklion, Crete, Greece, 2025. P. 168.
9. *Красавин Е. А., Лунёв А. С., Петросова К. А., Брускин А. Б., Захаркина А. Е., Борейко А. В., Бугай А. Н.* Изучение синергического действия 1-β-D-арабинофуранозилцитозина и радионуклидной терапии метиленовым синим, меченным йодом-131, на выживаемость клеток меланомы линии B16F10 // Письма в ЭЧАЯ. 2026. Т. 23, № 1. С. 110–123.
10. *Vinogradova Y., Volkov V., Kolesnikova I., Frolova A., Steshina E., Pronskikh E., Golikova K., Utina D., Gordeev I., Severiukhin Yu.* Investigation of Electrical Activity of the Brain and Behavioral Reactions of Rats after Local X-Ray Irradiation at the SARRP Facility // 29th Intern. Sci. Conf. of Young Scientists and Specialists (AYSS-2025), 27–31 Oct. 2025.
11. *Dushanov E. B., Vasileva M. A., Parkhomenko A. Yu., Bugay A. N.* The DNA Double Strand Breaks Repair Model of Mammalian Cells in G1 and Early S cell Cycle Phases // Modern Problems of Nuclear Energy and Nuclear Technologies: Book of Abstr. XI Intern. Conf., Tashkent, Uzbekistan, 2025. P. 229–231.
12. *Андрианова Е. И., Садыкова О. Г., Пархоменко А. Ю., Лобачевский П. Н.* Моделирование динамики радиационно-индуцированных повреждений ДНК с учетом ЛПЭ и ингибиторов репарации // Актуальные проблемы радиационной биологии. Ускоренные заряженные частицы и нейтроны в радиобиологии: к 20-летию создания Лаборатории радиационной биологии ОИЯИ, памяти Е. А. Красавина: Сб. тр. междунар. конф., Дубна, 20–24 окт. 2025 г. Дубна, 2025.
13. *Glebov A. A., Kolesnikova E. A., Bugay A. N.* Modeling the Survival Rate of a Heterogeneous Population of Neural Stem Cells in Response to Irradiation with ^{56}Fe Particles // Phys. Part. Nucl. Lett. 2025. V. 22, No. 5. P. 1203–1206.
14. *Батмунх М., Баярчимэг Л., Бугай А. Н.* Математическое моделирование радиационно-индуцированных эффектов в структурах центральной нервной системы при действии тяжелых ускоренных заряженных частиц // ЭЧАЯ. 2025. Т. 56, вып. 4. С. 1698–1749.
15. *Душанов Э. Б., Аксенова С. В., Родригез Я. К. Д., Демидов С. В.* Моделирование взаимодействия борсодержащих препаратов с клеточной мембраной при различных концентрациях // Актуал. вопр. биол. физики и химии. 2025. Т. 10, № 3. С. 186–190.
16. *Dushanov E. B., Aksenova S. V., Batova A. S., Bugay A. N.* Effect of Oxidative Stress on the Structure of Glutamate Receptors and Membranes in Neural Cells // Phys. Part. Nucl. 2025. V. 56, No. 6. P. 1427–1432.
17. *Батова А. С., Бугай А. Н., Устинов Н. В.* Математическое моделирование роста опухолей с учетом иммунного ответа и радиотерапии // Волновые явления: физика и применения: Сб. тр. XXXVI Всерос. школы-семинара им. проф. А. П. Сухорукова, 1–6 июня 2025 г. / Под общ. ред. к. ф.-м. н. А. Н. Калиша. М.: МГУ, 2025. С. 299–302.
18. *Markin N. S., Gordeev I. S. et al.* Secondary Electron Dynamics in Core–Shell–Satellite Nanoparticles: A Computational Strategy for Targeted Cancer Treatment // Nanoscale. 2025. V. 17. P. 11691–11702.
19. *Гордеев И. С., Сливин А. А., Филатов Г. А.* Моделирование радиационной обстановки на станциях и каналах для прикладных исследований СИМБО и ИСКРА комплекса NICA // ЭЧАЯ. 2025. Т. 56, вып. 3. С. 923–966.
20. *Бескровная Л. Г.* Модель дозиметра нейтронов высокой энергии от 10^{-4} до $5 \cdot 10^3$ МэВ // Актуальные проблемы радиационной биологии.

Ускоренные заряженные частицы и нейтроны в радиобиологии: к 20-летию создания Лаборатории радиационной биологии ОИЯИ, памяти Е. А. Красавина: Сб. тр. междунар. конф., Дубна, 20–24 окт. 2025 г. Дубна, 2025. С. 30–32.
21. *Chizhov K., Beskrovnaya L., Chizhov A.* Neutron Spectrum Unfolding Method Based on Shifted Legendre Polynomials, Its Application to the IREN Facility // Phys. Part. Nucl. Lett. 2025. V. 22, No. 2. P. 337–340.
22. *Гувер Р. Б., Розанов А. Ю.* Древние биомолекулы и микрофоссилии на Земле, в углистых хондритах и астероидах // Актуальные проблемы радиационной биологии. Ускоренные заряженные частицы и нейтроны в радиобиологии: к 20-летию создания Лаборатории радиационной биологии ОИЯИ, памяти Е. А. Красавина: Сб. тр. междунар. конф., Дубна, 20–24 окт. 2025 г. Дубна, 2025. С. 45–49.
23. *Саратова В. В.* Микрофоссилии в нижнепротерозойских гнейсах // Геологические, биологические и астрофизические задачи в астробиологии: Тез. докл. 5-й Всерос. конф. по астробиологии. Пущино: ИФХ и БПП РАН, 2025. С. 46–47.
24. *Красавин Е. А.* Избранные труды в двух томах. М.: Перо, 2025.
25. *Красавин Е. А.* Проблемы ОБЭ и репарация ДНК. 2-е изд. Дубна: ОИЯИ, 2025. 196 с.
26. *Красавин Е. А., Козубек С.* Мутагенное действие излучений с разной ЛПЭ. 2-е изд. Дубна: ОИЯИ, 2025. 156 с.

УЧЕБНО-НАУЧНЫЙ ЦЕНТР

В 2025 г. возобновилась работа совета УНЦ. В его состав вошли представители дирекции ОИЯИ, профильные руководители департаментов, ответственные за образовательные направления, руководители ОМУС, филиала МГУ в Дубне и университета «Дубна». Также создана рабочая группа совета УНЦ.

На первом заседании 28 февраля 2025 г. участники совещания познакомились с направлениями деятельности УНЦ в рамках Семилетнего плана развития ОИЯИ на 2024–2030 гг. и Стратегического плана долгосрочного развития ОИЯИ до 2030 г. и далее. Директор Института дал высокую оценку работы коллектива Учебно-научного центра, отметив, что приток и закрепление молодых кадров в инновационные и научные программы ОИЯИ остается приоритетной задачей, и при этом также обратил внимание на стратегическую важность кадровой политики по увеличению числа инженеров и квалифицированного технического персонала.

28 октября состоялось второе заседание совета УНЦ, которое было посвящено результатам работы и перспективам развития базовых кафедр ОИЯИ. Также членам совета и приглашенным участникам была представлена ведущаяся работа по анализу эффективности инструментов УНЦ. Особенный интерес вызвали успешные карьерные траектории участников программы START и возможность придания изучению их профессиональных успехов систематического характера. В качестве гостя дистанционно в работе совета принимала участие проректор МИФИ Н. С. Барбашина, в связи с чем в ходе дискуссии одним из фокусов внимания стало продолжение успешного научно-образовательного взаимодействия МИФИ и ОИЯИ, в частности, путем усиления профориентационной работы со студентами младших курсов.

ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС НА БАЗЕ ОИЯИ

В 2025 г. был организован учебный процесс студентов базовых кафедр МГУ, МИФИ, МФТИ, государственного университета «Дубна», СПбГУ и КФУ.

В стажировках и практиках в ОИЯИ участвовали 607 студентов из ВГУ и ВГМУ (Воронеж), государственного университета «Дубна», ДВФУ (Владивосток), ЕНУ и КазНУ (Казахстан), КФУ (Казань), МГИМО, МГТУ, МГУ, МФТИ, МИФИ (Москва), ОмГТУ (Омск), ПГНИУ (Пермь), РГАУ им. К. А. Тимирязева, РУДН (Москва), СамГУ и СГТУ (Самара), СПбГУ (Санкт-Петербург), СОГУ (Владикавказ), ТвГУ и ТвГТУ (Тверь), ТГУ и ТПУ (Томск), ТулГУ (Тула), УрФУ (Екатеринбург), ЮРГПУ (Новочеркасск). Распределение студентов по лабораториям: ЛФВЭ — 188, ЛЯР — 89, ЛТФ — 86, ЛНФ — 81, ЛЯП — 72, ЛИТ — 62, ЛРБ — 7. УНЦ принял 6 студентов, а общеинститутские службы и департаменты — 16.

УНЦ организовал процесс сдачи кандидатских экзаменов по специальности для четырех сотрудников ОИЯИ, прикрепленных к базовой кафедре МФТИ «Фундаментальные и прикладные проблемы физики микромира».

46 студентов Подмосковного политехнического колледжа, колледжа университета «Дубна», Дмитровского техникума и Московского колледжа связи № 54 прошли практику в ОИЯИ.

Студенческие программы УНЦ

В онлайн-программе INTEREST в 2025 г. принимали участие 63 студента и аспиранта из Беларуси, Болгарии, Бразилии, Доминиканской Республики, Египта, Индии, Ирана, Кубы, Марокко, Мексики, Монголии, Пакистана, России, Сербии, Турции, Узбекистана, Филиппин, ЮАР. За пять лет проведения программы участниками были 479 человек из 42 стран. Программа включает дистанционное выполнение научных проектов, лекции и экскурсии в онлайн-формате.

В зимней и летней сессиях программы START 2025 г. (STudent Advanced Research Training at JINR) 78 представителей Беларуси, Вьетнама,

Дубна, 16 июня – 4 июля. Участники первого этапа международной студенческой практики в УНЦ ОИЯИ

Египта, Индонезии, Испании, Кубы, Мексики, России, Туниса, Турции, Узбекистана, ЮАР в течение 6–8 недель очно выполняли исследовательские проекты под руководством сотрудников ОИЯИ. Количество участников за весь период существования программы, начиная с 2014 г., составило 537 человек, из которых за последние 5 лет — 298 участников из 23 стран.

В двух этапах очной международной практики 2025 г. участвовали 72 студента из Беларуси, Вьетнама, Египта, Сербии, ЮАР. Впервые была организована совместная практика для студентов ЮАР и АРЕ. 12 октября в Академии научных исследований и технологий Египта (ASRT) прошла встреча под председательством полномочного представителя правительства Египта в ОИЯИ, посвященная организации такой практики в ОИЯИ в июне-июле 2026 г., а также расширению в будущем этого формата для привлечения студентов из других африканских стран.

Особенностью осеннего этапа практики стал способ формирования группы студентов из Вьетнама — информационный центр ОИЯИ в Институте физики ВАНТ в Ханое провел первый конкурс по отбору участников. С 2004 г. в практике участвовали 1945 человек, включая 219 за период 2021–2025 гг.

Летняя школа ЮАР–ОИЯИ

С 22 января по 1 февраля сотрудники ОИЯИ принимали участие в работе традиционной студенческой Летней школы ЮАР–ОИЯИ по физике, организованной Южно-Африканским институтом ядерных технологий и наук (SAINTS) в iThemba LABS. Ведущие специалисты ОИЯИ прочитали ряд лекций по различным тематическим направлениям работы Института. Одним из регулярных пунктов программы была работа с виртуальными лабораториями, в которой в этот раз участвовали все студенты. По сравнению с предыдущей школой программа этой включала больше практических занятий, в частности по направлению радиобиология, проводимых совместно сотрудниками ОИЯИ и коллегами из ЮАР. Впервые в рамках работы школы был представлен Русский разговорный клуб.

Информационные центры ОИЯИ

6 июня 2025 г. в Южном федеральном университете (Ростов-на-Дону) открылся 13-й по счету Информационный центр (ИЦ) ОИЯИ — седьмой на территории РФ. В церемонии открытия принимали участие представители руководства ОИЯИ и ЮФУ, правительства Ростовской области, УНЦ, а также молодые ученые ОИЯИ. Торжественное открытие сопровождалось лекциями, круглыми столами, образовательными секциями для школьников, студентов, аспирантов и исследователей с участием ученых и специалистов ОИЯИ, их коллег из ЮФУ и других образовательных и научных организаций.

20–21 июня в Архангельске в Северном (Арктическом) федеральном университете проходил ряд мероприятий «Меридианы ОИЯИ, широта Арктики», включавший встречу руководителей информационных центров ОИЯИ, научные лекции и круглые столы, посвященные развитию международного сотрудничества в партнерской сети ИЦ ОИЯИ, а также школьному образованию в области физики, в которых принимали участие представители дирекции ОИЯИ, УНЦ, руководители правительства Архангельской области и университетов, руководители ИЦ в университетах, институтах и научных центрах в Архангельске, Владивостоке, Иркутске, Каире (Египет), Кейптауне (ЮАР), онлайн присоединялись участ-

Ростов-на-Дону (Россия), 6 июня. Торжественное открытие информационного центра ОИЯИ в Южном федеральном университете и подписание Соглашения о сотрудничестве. *Фото: © Южный федеральный университет*

ники из Владикавказа (Северная Осетия), Ростова-на-Дону, Софии (Болгария), Томска. Вместе с руководителями южноафриканского ИЦ были и представители iThemba LABS (ЮАР).

С 20 по 25 октября в Алматы проходили встречи казахских сотрудников ОИЯИ со школьниками, студентами и педагогами города, организованные по инициативе и при активном участии Информационного центра ОИЯИ в ИЯФ Республики Казахстан. Школьникам и учителям рассказали о современной физике и достижениях в смежных с ней областях науки, о флагманских проектах ОИЯИ, о программах стажировок, об образовательных курсах и новых направлениях исследований Института. Были подняты вопросы школьного образования, повышения уровня заинтересованности школьников естественными и техническими дисциплинами и предложены пути дальнейшего сотрудничества в области подготовки квалифицированных научных и инженерных кадров.

В рамках программы визита делегации ОИЯИ в Ханой 10–16 мая 2025 г. состоялось техническое открытие Информационного центра ОИЯИ в фор-

Дубна, 3 октября. Студенты из Вьетнама, Сербии и ЮАР — участники второго этапа международной практики УНЦ — на экскурсии в ЛЯП

27–31 октября. Педагоги из Архангельской, Ростовской областей и городов Росатома — участники очередной школы для учителей физики

мате семинара в Институте физики Вьетнамской академии наук и технологий (ВАНТ). На открытии присутствовали руководители и научные сотрудники ВАНТ, специалисты и представители исследовательских и университетских центров системы ВАНТ и Винатома. ИЦ ОИЯИ в Ханое будет выполнять образовательные, просветительские, а также научно-организационные функции, в том числе участвовать в решении таких запросов вьетнамской стороны, как возможность доступа к вычислительным мощностям ЛИТ, присоединения к коллаборациям проекта NICA, опыту ОИЯИ в ускорительных технологиях.

Инженерные практикумы для студентов

Участниками инженерных практикумов УНЦ в 2025 г. стали 74 человека из России (государственного университета «Дубна», ОИЯИ, СПбГУ, ТвГУ, ЧГУ), Вьетнама, Египта, Кубы, Сербии. 20 студентов принимали участие в выездном практикуме по дозиметрии в iThemba LABS (ЮАР) в рамках летней школы SAINTS. Выполнение практикумов входило в программы двух этапов международной студенческой практики 2025 г. и научно-практического семинара для студентов СПбГУ «Процессы управления в научных проектах и участие студентов в научных исследованиях». В заключительной стадии подготовки находится новый практикум по ПЛИС.

Встречи, совещания, визиты

Вопросы подготовки кадров, взаимные визиты и возможности для студентов и молодых ученых, развитие партнерской сети обсуждались на встречах и совещаниях:

- круглый стол «Просветительская активность студентов вузов в общеобразовательных организациях региона в области физики», Томск, 2–4 апреля;
- встреча представителей базовой кафедры ОИЯИ «Ядерно-физическое материаловедение» Казанского (Приволжского) федерального университета, УНЦ и ЛЯП с руководителями КФУ для обсуждения дальнейшего развития кафедры и возможных совместных научных исследований, Казань, 8–10 апреля;
- 26-я Международная стажировка (JEMS-26) для представителей научно-образовательных центров из России, Беларуси и Казахстана, Дубна, 14–18 апреля;
- 27-я Международная стажировка (JEMS-27) для представителей 15 национальных научно-образовательных центров и ведомств из Вьетнама, Египта, Сербии, ЮАР и Нигерии, Дубна, 19–23 мая;
- круглые столы в рамках мероприятий, посвященных дням ОИЯИ в Узбекистане, 21–25 апреля;
- встречи по вопросам образования и подготовки кадров с университетами и научными центрами Вьетнама, Ханой, 10–16 мая;
- круглый стол «Стратегии сотрудничества в физике и инженерии. Взгляд в будущее науки и образования» в программе открытия Информационного центра ОИЯИ в ЮФУ, Ростов-на-Дону, 6 июня;
- круглый стол «Проблемы физико-математического образования» в рамках школы для учителей Архангельской и Ростовской областей, городов Росатома, Дубна, 31 октября;
- визиты в университеты ЮАР совместной делегации ЛИТ и УНЦ, ЮАР, 10–21 ноября.

Сотрудничество с университетами

3–4 февраля в Дубне в ходе рабочей встречи представительная делегация Приморского края и руководители ОИЯИ обсудили перспективы сотрудничества в сфере образования и науки.

Одним из вопросов стало обсуждение важности сотрудничества в вопросах подготовки кадров и научного обмена в связи со строительством центра синхротронных исследований на о. Русский (Владивосток). Участники познакомились с экопроектами по изучению биоразнообразия региона, которые разрабатываются при поддержке ОИЯИ и ДВФУ в региональном центре одаренных детей «Сириус. Приморье». По результатам визита стороны выразили намерение оперативно разработать комплексную дорожную карту для дальнейшего развития сотрудничества в рамках четырехстороннего соглашения с ДВФУ, Приморским краем и ДВО РАН.

22 июля ОИЯИ посетила делегация Университета ИТМО для обсуждения развития научного сотрудничества, обмена опытом в области образования, а также формирования новых подходов к вовлечению молодежи в науку. Одной из центральных тем на встрече с представителями дирекции Института, ЛЯП, ЛИТ и УНЦ стал вопрос подготовки исследователей и инженеров для крупных научных проектов. Участники встречи обсудили также такие механизмы вовлечения школьников в науку, как профориентационные программы и работу информационных центров ОИЯИ.

17 сентября ОИЯИ посетила делегация представителей НИЯУ МИФИ для обсуждения направлений сотрудничества, в частности, координацию профориентационной работы в интересах ОИЯИ и учебно-научной активности студентов в проектах Института на основе базовой кафедры ОИЯИ на базе МИФИ. Завершением программы стал круглый стол с участием директоров и руководителей проектов ЛИТ, ЛЯР, ЛНФ и NICA/MPD.

Профориентационные мероприятия

В 2025 г. сотрудниками УНЦ совместно с учеными ОИЯИ было организовано участие Института в следующих профориентационных мероприятиях:

- дни открытых дверей в государственных университетах «Дубна», НИЯУ МИФИ;
- день карьеры в МФТИ, МГУ;
- ярмарка вакансий в ОЭЗ «Дубна»;
- фестиваль «Наука 0+» (Минск, 6 сентября; Петропавловск-Камчатский, 22–28 сентября; Москва, 10–12 октября);
- мастерская физики «105-й элемент», 2–12 июля;
- виртуальная лабораторная работа по ядерной физике (Физико-математический лицей им. В. Г. Кадышевского);
- профориентационные, научно-популярные лекции: школа № 2107 на Гиляровского (Москва); «Зарядье — открытая неделя науки стран БРИКС»; МБОУ школа № 7 (Дубна), подмосковный политехнический колледж «Политех Дубна»;
- онлайн-лекции: смена школы «Наноград — дополнительное образование в Ханты-Мансийском округе», инфоцентр в САФУ (Архангельск);
- в очном и онлайн-режимах 58 экскурсий и 35 лекций для инфоцентров ОИЯИ, групп школьников и студентов из городов Дмитров, Долгопрудный, Дубна, Великий Новгород, Волгоград, Зеленоград, Кимры, Москва, Нижний Тагил, Санкт-Петербург, Тверь.

Дубна, 3–4 февраля. Посещение УНЦ делегацией Приморского края (Россия) во главе с заместителем министра образования региона А. Ю. Меховской (в первом ряду в центре)

Научные школы и семинары для учителей физики в ОИЯИ

В 2025 г. в научных школах для учителей в ОИЯИ участвовал 61 преподаватель из различных регионов России и Казахстана, организована программа для 11 методистов образовательных центров ЮАР. С февраля организована новая программа — школа-семинар «Учителя будущего» для студентов естественно-научных и информационно-технических направлений. В программах были лекции, лабораторные практикумы, знакомство с лабораториями, посещения выставки «Базовые установки ОИЯИ», Физико-математического лицея им. В. Г. Кадышевского и университета «Дубна», круглые столы. При формировании программ школы был учтен растущий интерес учителей к практическим занятиям и учебно-методическому комплексу «Инженеры будущего», разработанному в ОИЯИ.

В течение года проводились:

- первая школа-семинар «Учителя будущего» для студентов физико-математических направлений из университетов России, прошедших отбор при участии информационных центров ОИЯИ в САФУ (Архангельск), ДВФУ (Владивосток), СОГУ (Владикавказ), КамГУ (Петропавловск-Камчатский), ТПУ и ТГПУ (Томск), Дубна, 8–23 февраля;
- краевой научно-образовательный семинар по проектной деятельности и физическому эксперименту в рамках предмета «Физика» для студентов и учителей физики Камчатского края при поддержке Информационного центра ОИЯИ в КамГУ, Петропавловск-Камчатский, 20–25 марта;
- международная научная школа для учителей физики из Алматы, Астрахани, Владикавказа, Донецка, Казани, Нижнего Новгорода, Оренбурга, Ростова-на-Дону, Рязани, Санкт-Петербурга, Хабаровска, а также Иркутской, Новосибирской, Тюменской, Свердловской областей и Ямало-Ненецкого АО, Дубна, 7–11 июля;
- обучающий семинар «Учителя будущего» для студентов физико-математических и информационно-технических направлений вузов Москвы, ИТМО (Санкт-Петербург), ЮФУ (Ростов-на-Дону), СОГУ (Владикавказ), ДВФУ (Владивосток), КамГУ (Петропавловск-Камчатский) и государственного университета «Дубна», а также учителей из городов Ростов-на-Дону, Петропавловск-Камчатский и старшеклассников из Протвино Московской области, Дубна, 1–6 августа (в рамках 37-й МКШ);
- школа для учителей физики из Архангельской и Ростовской областей, городов Росатома, Дубна, 27–31 октября;
- научная школа для методистов региональных образовательных центров науки (Science Centres) из ЮАР, Дубна, 8–17 декабря, впервые рабочий язык — английский.

Дубна, 8–23 февраля. Слушатели и организаторы первой школы-семинара «Учителя будущего» для студентов физико-математических направлений

7–11 июля. Практикум для учителей физики — участников Международной научной школы

РАБОТА СО ШКОЛЬНИКАМИ

Регулярные программы для школьников Дубны и региона

Для школьников в Дубне при поддержке ОИЯИ работают межшкольный физико-математический факультатив, физический практикум УНЦ и Яндекс.Лицей.

18 июня состоялся пятый выпускной в Яндекс. Лицее — полный двухгодичный курс обучения завершили 58 учеников.

Для учащихся 5–10-х классов в межшкольном физико-математический факультативе в 2025/2026 учебном году были организованы занятия по физике и математике.

5 апреля в 10-й раз в Дубне проводился традиционный фестиваль науки «Дни физики». В нем принимали участие более 100 детей из разных школ Дубны. В программу входили демонстрации физических установок и явлений, мастер-классы из различных областей физики. В этом году фестиваль проходил в МОУ СОШ № 5. Организатором выступил УНЦ в сотрудничестве с университетом «Дубна», Физико-математическим лицеем им. В. Г. Кадышевского и Подмосковным политехническим колледжем (филиал «Дубна»).

12 апреля в 14-й раз проходил открытый региональный турнир по робототехнике «CyberDubna-2025». В нем участвовали 15 команд из Долгопрудного, Дмитрова, Дубны, Сергиева Посада и Протвино. Соревнования проходили в Физико-математическом лицее им. В. Г. Кадышевского. Турнир был организован сотрудниками УНЦ, а также студентами Подмосковного политехнического колледжа.

В преддверии 10-го технического хакатона «Дубна-2026» и 15-го турнира «CyberDubna» УНЦ провел отборочные соревнования по робототехнике среди школьников 11–12 октября и 3 ноября. Организатором мероприятий выступил УНЦ при поддержке молодых сотрудников Института, представителей РХТУ им. Д. И. Менделеева и волонтеров из образовательных учреждений Дубны: политехнического колледжа, школы № 5 и Физико-математического лицея им. В. Г. Кадышевского.

Научные школы для учащихся

УНЦ участвует в организации и проводит научные школы для учащихся:

- Научная школа для старшеклассников из Петрозаводска, 3–5 июня;
- Летняя школа для учащихся 7–8-х классов, 9–20 июня;
- 9-я Летняя школа «Физика. Математика. Информатика» в государственном университете «Дубна», 9–29 июля;
- 5-я Научная школа для слушателей школьного университета при Академии научных исследований и технологий Египта, 8–12 сентября.

В программы включаются научно-популярные лекции сотрудников ОИЯИ, экскурсии в лаборатории, выполнение лабораторных работ, посещение Физико-математического лицея им. В. Г. Кадышевского, поездки в Москву.

Дубна, 12 сентября. Школьники из Египта на экскурсии в ЛФВЭ

37-я Межрегиональная компьютерная школа

С 1 по 13 августа в Дубне проводилась 37-я Межрегиональная компьютерная школа (МКШ), направленная на развитие у школьников исследовательских и инженерных навыков. Организатором традиционно выступал ОИЯИ, партнером стал Физико-математический лицей им. В. Г. Кадышевского. В мероприятиях МКШ принимали участие 42 школьника в возрасте от 12 до 16 лет, а также 22 наставника. Делегации были сформированы при поддержке информационных центров ОИЯИ в Камчатском и Приморском краях, в Ростовской области и Республике Северная Осетия-Алания.

Единый учебник и учебно-методический комплекс

24 ноября состоялось заседание по обсуждению создания единого учебника и учебно-методического комплекса по физике и другим естественно-научным дисциплинам (математике, биологии, естествознанию) — совместного проекта федерального уровня с РАН, Министерством науки и высшего образования РФ и издательством «Просвещение». Проект выполняется в соответствии с поручением Президента РФ и Постановлением Правительства РФ. Руководитель проекта от РАН и ОИЯИ — Г. В. Трубников. Эффективность работы будет определяться экспертизами РАН и педагогического сообщества. В конце 2025 г. сдан первый этап проекта «Единый государственный учебник. Физика 10, Физика 11. Базовый уровень».

ПОВЫШЕНИЕ КВАЛИФИКАЦИИ СОТРУДНИКОВ ОИЯИ

С августа 2025 г. восстановлено обучение требованиям охраны труда и промышленной безопасности. Организовано обучение 469 сотрудников силами УНЦ, по договору с учебным центром «Технадзор» обучены 898 сотрудников. Сведения об обученных по охране труда сотрудниках вносятся в реестр Минтруда РФ.

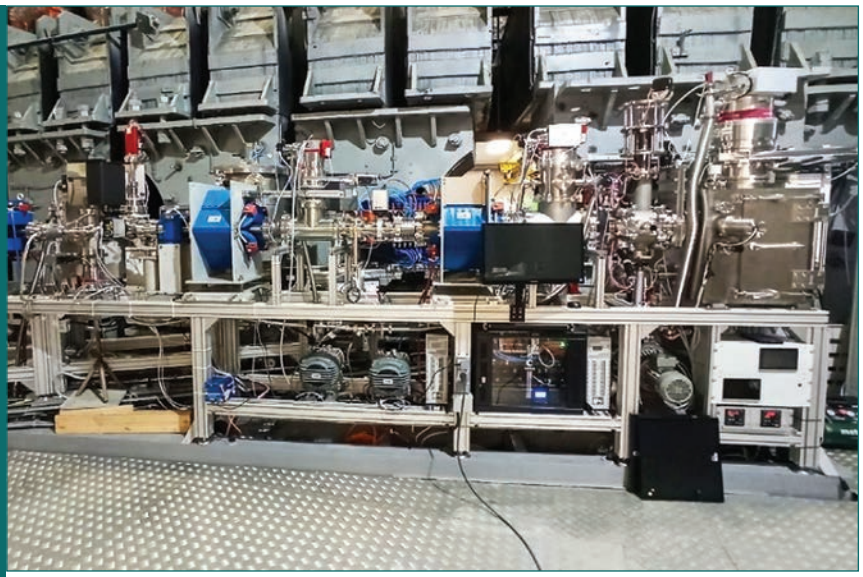
В 2024/2025 учебном году 81 сотрудник ОИЯИ занимался в группах английского языка. Занятия Русского разговорного клуба посещали 30 специалистов ОИЯИ из Болгарии, Вьетнама, Египта, Индии, Китая, Кубы, Палестины, Румынии, Сербии, Словакии, ЮАР.

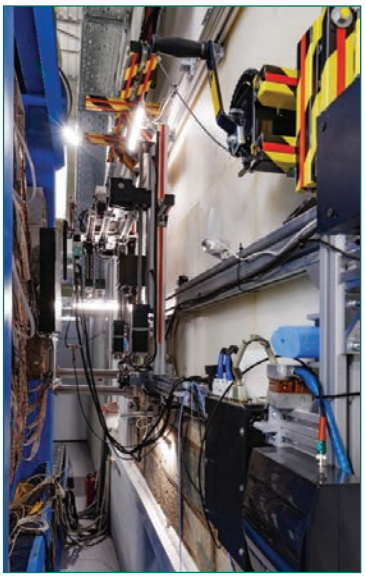
ИННОВАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

ИННОВАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

ИННОВАЦИИ

В 2025 г. были продолжены работы по созданию Инновационного центра ядерно-физических исследований ОИЯИ в сфере наук о жизни, биомедицинских технологий, радиационной биологии и радиационного материаловедения, а также экологии и информационных систем. В рамках данной инициативы для специалистов из стран-участниц, работающих над приклад-





Лаборатория физики высоких энергий им. В. И. Векслера и А. М. Балдина. Комплекс пользовательских станций на выведенных пучках NICA, входящих в исследовательскую инфраструктуру ARIADNA

Лаборатория физики высоких энергий им. В. И. Векслера и А. М. Балдина. Одно из помещений участка пробоподготовки ARIADNA

ными задачами и разработкой новых технологий, формируется специализированная пользовательская инфраструктура вокруг действующих уникальных установок ОИЯИ, создаются новые установки, имеющие значительный потенциал использования в инновационной сфере, такие как ARIADNA, комплекс пользовательских станций на выведенных пучках NICA, специализированный циклотрон ДЦ-140 для работ в области радиационного материаловедения, развития технологий трековых мембран и тестирования электроники, сверхпроводящий медицинский циклотрон МСЦ-230.

В целях раскрытия инновационного потенциала сформированных в ОИЯИ компетенций и специализированной инфраструктуры прикладных исследований в 2025 г. был проведен конкурс молодежных R&D-проектов, планируемые результаты которых имеют перспективы внедрения в индустрии, научном приборостроении и социальной сфере. Данная инициатива направлена на поддержку R&D-активностей, соответствующих приоритетам научно-технологического развития государств-членов ОИЯИ, и развитие кадрового потенциала Института.

К участию в отборе были приглашены группы молодых разработчиков из 3–10 человек, включающие ученых, специалистов, а также аспирантов и студентов из государств-членов ОИЯИ. Возраст руководителя, а также большинства участников команды не должен превышать 39 лет на момент подачи заявки. Горизонт планирования в заявке — до 3 лет.

Предлагаемые инновационные разработки должны соответствовать одному или нескольким из следующих направлений:

- радиационные технологии;
- ускорительная техника;
- оборудование и технологии для медицины и лабораторной диагностики;
- информационные технологии и искусственный интеллект;
- управление в технических системах, автоматика и робототехника;
- научное приборостроение;
- ядерная медицина;
- экология, устойчивое развитие и изменение климата;
- новые материалы;
- химические технологии;
- биотехнологии и пищевая безопасность;
- накопители энергии и энергетика будущего.

В фокусе данной инициативы — создание инновационных продуктов (материалов, устройств, приборов, программного обеспечения, сервисов и т. д.). Выполнение заявки должно обеспечить рост уровня технологической готовности целевого продукта, формирование условий для успешного трансфера создаваемых технологий (в том числе с учетом наличия профильных партнеров и защиты интеллектуальной собственности). Также важным аспектом является значимость предлагаемого R&D-проекта для по-

Строительство медицинского сверхпроводящего циклотрона МСЦ-230. Ярмо циклотрона с системой подъема верхней части ярма

вышения эффективности использования научной инфраструктуры ОИЯИ и сформированных в Институте компетенций в международных, межлабораторных и междисциплинарных разработках.

Для проведения отбора заявок в ОИЯИ была создана постоянно действующая экспертная комиссия под председательством главного инженера Института. Организационно-техническую поддержку работы экспертной комиссии обеспечивает проектный офис отбора, в работе которого приняли участие представители Объединения молодых ученых и специалистов, а также отдела инноваций и интеллектуальной собственности.

На конкурс, который планируется сделать регулярным и проводить не реже, чем раз в два года, было подано более 30 заявок. Проектный офис отбора провел их предварительный анализ. Экспертная комиссия выделила 17 проектов для участия в этапе очных презентаций. Эти заявки прошли рецензирование ведущими научными сотрудниками и специалистами ОИЯИ. Победители были определены решением директора Института по результатам двух очных туров защиты проектов. Ими стали следующие проекты:

- «Создание линейки высоковольтных источников питания и коммутаторов напряжения для экспериментальных установок», руководитель — Д. О. Понкин (ЛФВЭ). Успешная реализация данной R&D-активности не только повысит качество технического оснащения установок ОИЯИ и партнеров, но и позволит занять соответствующую рыночную нишу.
- «Разработка систем измерения оксигенации глубоких тканей методом диффузионной оптики во временном домене (TD-DO)», руководитель — А. С. Селюнин (ЛЯП). Команда проекта объединяет физиков из ЛЯП ОИЯИ, а также медиков и химиков из МГУ им. М. В. Ломоносова. В рамках активности планируется создание оборудования, предназначенного для решения проблем экспресс-диагностики нарушений кровообращения, в том числе инсультов, а также для мониторинга уровня кислорода в мозге во время хирургических операций.
- «Разработка микро-ОФЭКТ систем для прецизионной визуализации в условиях модельных биологических экспериментов», руководитель — В. А. Рожков (ЛЯП). Результаты этой R&D-активности найдут применение в прикладных биомедицинских исследованиях, разработке радиофармпрепаратов, тестировании новых методов диагностики и терапии, а также в задачах фундаментальной радиационной биофизики.
- «Тестирование нейротоксичности и оценка накопления контрастирующих агентов, наночастиц и иных соединений на животных моделях в формате TaaS (Testing as a Service)», руководитель — И. И. Зиньковская (ЛНФ). Успешная реализация проекта позволит выполнять в ОИЯИ широкий спектр фармакологических и пилотных токсикологических исследований новых медицинских препаратов и контрастирующих агентов, разрабатываемых в странах-участницах ОИЯИ.

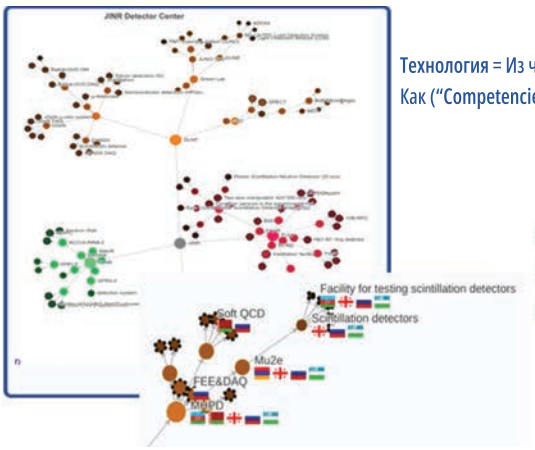
Красногорск, 12 ноября. Победители премии губернатора Московской области в сферах науки, техники и инноваций — молодые ученые ОИЯИ: кандидат биологических наук, руководитель группы ЛНФ Н. С. Юшин и стажер-исследователь сектора ЛФВЭ Е. А. Бушмина. *Фото: © Министерство инвестиций, промышленности и науки Московской области*

- «Многофункциональная препаративная система тангенциальной фильтрации», руководитель — И. И. Виноградов (НХП ЦПФ ЛЯР). В рамках R&D-активности будут разработаны устройства тангенциальной фильтрации в многоразовом и одноразовом исполнении, востребованные в ряде задач лабораторной и медицинской фильтрации, а также в производстве фармацевтических препаратов.

Кроме того, поддержку в режиме «инкубирования» получили еще две R&D-активности. Под руководством А. С. Кузнецова (ЛЯП) идет разработка мюонного телескопа DSTAR, сферического модульного мюонного детектора для всенаправленной (4π) неразрушающей диагностики плотности среды, в том числе в условиях ограниченного пространства — в глубоководных, подземных и промышленных зонах, с возможностью трехмерной реконструкции распределения плотности среды. В федеральном центре «Сириус» в рамках программы «Большие вызовы» разработчики DSTAR собрали и протестировали прототип 14-канального детектора. Совместно со школьниками были проведены первые измерения и подтверждена работоспособность системы. Оценены возможности масштабирования установки и ее потенциальные области применения, включая разведку руды, мониторинг промышленных объектов и исследования в подземных лабораториях. В настоящее время ведется сборка полноразмерного 64-канального детектора.

А. С. Яхненко (ЛЯП) и ее коллеги разрабатывают инновационный, безопасный и биоразлагаемый материал (EcoRadGel) на основе сшитого радиацией гидрогеля с использованием установки Линак-200. Этот гидрогель служит носителем активных веществ с контролируемым высвобождением и предназначен для использования в аквакультуре, сельском хозяйстве, борьбе с клещевыми заболеваниями и в других биотехнологических приложениях. Реализована наработка сшитого радиацией гидрогеля с использованием

Картирование технологических доменов ОИЯИ. *Detector Center*



Технология = Из чего сделано (“Components & Materials”),
Как (“Competencies”), На каком оборудовании (“Equipment”)

NEW

- AI based Semantic search
- Participating countries on The Map
- AI based generation of new nodes (drafts, to be verified by expert)

- ✓ Интерактивный инструмент (разработан в ЛИТ) для формирования и визуализации базы знаний
- ✓ SSO-login. Сегодня возможен доступ только специалистов ОИЯИ
- ✓ Растущая команда участников
- ✓ Низковисящие плоды – «Где я могу найти нужное оборудование»
- ✓ Следующие шаги: ускорители, продвинутый поиск,…

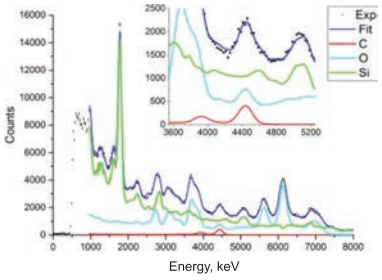
технологического ускорителя на площадке индустриального партнера в ОЭЗ «Дубна».

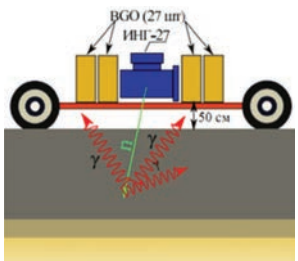
Продолжено развитие информационного ресурса по детекторным технологиям ОИЯИ — «Карта детекторных технологий» (Detector Center). Базы данных по детекторным и ускорительным технологиям ОИЯИ наполняют молодежные межлабораторные команды Института. По SSO доступен контекстный поиск информации об имеющемся в лабораториях Института оборудовании, об опыте использования компонентов и материалов, об имеющихся компетенциях в области создания современных детекторов, а также разработки и эксплуатации ускорителей частиц. Новым шагом в развитии Detector Center стало использование больших языковых моделей для генерации «черновиков» новых узлов карты, а также применение искусственного интеллекта в поисковой системе ресурса. Данный инструментарий открывает возможности привлечения к редактированию и наполнению карты детекторных технологий широкого круга специалистов Института.

Лаборатории ОИЯИ продолжают разработки, обладающие высоким потенциалом для социального и экономического воздействия. В ЛНФ участники проекта TANGRA и дубненской компании «Диамант» продолжают разработку методологических основ применения метода меченых нейтронов (ММН) для анализа содержания углерода и других элементов в почве. В рамках полевого сезона 2025 г. были проведены совместные эксперименты с партнерами, специализирующимися в области почвоведения, сельского хозяйства, лесного хозяйства, экологии и климатических проектов. Отличительной особенностью экспедиций 2025 г. является использование компактной беспилотной транспортной платформы, приобретенной ОИЯИ для этих целей.

Устойчивое развитие. Контроль климатических изменений

Измерение концентрации углерода в почве без извлечения образца и пробоподготовки.
Сканер на основе метода меченых нейтронов (ЛНФ и ООО «Диамант) на беспилотной транспортной платформе.





Реализованы действия, направленные на получение охраны в отношении изображения флага, эмблем, сокращенных и полных наименований Института как международной межправительственной организации в соответствии со статьей 6-ter Парижской конвенции по охране промышленной собственности. Изображения флага, эмблем, а также сокращенные и полные наименования ОИЯИ внесены в соответствующую базу Всемирной организации интеллектуальной собственности.

Для обеспечения защиты прав Института на наименование, логотип и слоган учрежденного Институтом научного журнала «Natural Science Review» подготовлена и направлена в Роспатент заявка на государственную регистрацию в качестве товарного знака комбинированного обозначения с логотипом и наименованием журнала «Natural Science review», а также заявка на государственную регистрацию в качестве товарного знака словесного обозначения слогана журнала «by scientists for scientists». На обе заявки получено положительное решение о регистрации Федеральным институтом промышленной собственности (ФИПС) Федеральной службы по интеллектуальной собственности (Роспатент).

Отделом инноваций и интеллектуальной собственности СГИ ОИЯИ было продолжено взаимодействие с ФИПС (Роспатент) по заявкам на патенты ОИЯИ, прошедшим формальную экспертизу ФИПС в 2024–2025 гг. С целью определения технического уровня новых разработок сотрудников ОИЯИ на предмет патентоспособности выполнялась экспертиза ряда проектных разработок, включающая определение объектов правовой охраны, их классификацию в соответствии с Международной патентной классификацией (МПК), поиск аналогов и прототипов. Совместно с сотрудниками лабораторий готовились отчеты о патентных исследованиях, определялись направления последующего использования объектов интеллектуальной собственности в деятельности Института. По одиннадцати разработкам совместно с авторами подготовлены комплекты заявочных документов, которые поданы в Роспатент для получения патентов на изобретения. Из них четыре заявки поданы через сервис электронной подачи заявок «АРМ Регистратор», а одна как международная заявка — по процедуре PCT (Patent cooperation treaty).

Получено 11 патентов РФ на изобретения:

— (RU) 2834762 «Способ импульсного напуска и запирания нейтронов в кольцевом накопителе нейтронов», авторы: Ю. В. Никитенко, Е. Д. Колупаев, В. В. Журавлев;

— (RU) 2838994 «Фильтрующий пористый материал для селективного выделения и концентрирования внеклеточных нуклеиновых кислот из растворов», авторы: Е. В. Кравченко, М. П. Зарубин, П. Ю. Апель, А. Н. Нечаев, Е. В. Андреев;

— (RU) 2842003 «Способ вывода ускоренного пучка положительно заряженных частиц из циклотрона», авторы: И. А. Иваненко, Г. Г. Гульбекян;

— (RU) 2814061 «Сцинтилляционный детектор нейтронного и гамма-излучения», авторы: Д. Н. Трунов, Е. В. Алтынбаев;

— (RU) 2782417 «Устройство для регистрации излучения», авторы: Д. Н. Трунов, В. Н. Марин, Е. В. Алтынбаев;

— (RU) 2847068 «Способ изготовления анизотропной пористой пленки из диэлектрического материала и анизотропная пористая пленка из диэлектрического материала», авторы: П. Ю. Апель, Н. С. Дмитриев, А. Н. Нечаев, О. М. Иванов, О. А. Полежаева;

— (RU) 2846750 «Позиционно-чувствительный детектор тепловых и холодных нейтронов», авторы: А. Г. Колесников, Б. Ж. Залиханов, В. И. Боднарчук, А. К. Курилкин, А. О. Колесников;

— (RU) 2848931 «Способ измерения времен жизни возбуждённых состояний ядер с помощью 4π-сцинтилляционного однокристального временного спектрометра быстрых и задержанных совпадений», авторы: В. А. Морозов, Н. В. Морозова;

— (RU) 2847136 «Устройство для охлаждения биологических образцов», авторы: К. В. Белокопытова, А. В. Агапов, Г. В. Мицын, О. В. Белов;

— (RU) 2847775 «Способ получения нейтронов при помощи импульсного нейтронного генератора», автор С. Н. Доля;

— (RU) 2849516 «Устройство для извлечения оторвавшегося двигателя электронасоса из артезианской скважины», автор Е. К. Дубовской.

В реестре программ для электронных вычислительных машин Роспатента зарегистрированы 10 программ для ЭВМ и база данных:

— 2025664956 «Программа определения характеристик качества пучка рентгеновского излучения по спектру рентгеновской трубки», автор И. С. Гордеев;

— 2025670023 «Репозиторий научных публикаций ОИЯИ», авторы: А. С. Бондяков, Т. Н. Заикина, А. О. Кондратьев, И. А. Филозова, Г. В. Шестакова, И. К. Некрасова, Я. И. Попова;

— 2025664012 «Интеллектуальная система оценки результативности трудовой деятельности работников научно-исследовательских организаций», авторы: А. В. Ковалева, А. А. Коробицина;

— 2025688115 «Программный комплекс сбора данных для Application-Specific Integrated Circuit „Weeroc Petiroc2A” на базе программируемой системы считывания CAEN DT5550W», автор А. В. Бойков;

— 2025688263 «Система учета размещения командированных сотрудников в служебном жилье CERNDB», автор О. В. Белякова;

— 2025687212 «Программный модуль для высокоскоростного детектирования электрического пробоя в высокочастотных трактах», автор А. С. Выборнов;

— 2025690887 «Платформа управления документами DocMS», авторы: И. А. Соколов, Н. А. Балашов;

— 2025690621 «Программный комплекс для управления цифровыми объектами репозитория научных публикаций ОИЯИ», авторы: А. С. Бондяков, Т. Н. Заикина, А. О. Кондратьев, И. А. Филозова, Г. В. Шестакова, И. К. Некрасова, Я. И. Попова;

— 2025690586 «Программа автоматизированной обработки аппаратурных спектров многосферного спектрометра нейтронов SPIDER», автор И. С. Гордеев;

— 2025667059 «Программа управления контроллером SMSD-4.2CAN шагового двигателя с минимальным набором команд», авторы: А. В. Белобородов, А. Г. Зорин, П. Р. Харьюзов;

— 2025693991 «Программа диагностики и настройки усилителей ВЧ2-ВЧ3 коллайдера NICA AMP NICA Status Tool», авторы: А. Н. Карпук, Е. М. Сыресин.

Обеспечена подготовка документов, необходимых для выплаты авторских вознаграждений по полученным патентам и зарегистрированным программам.

В 2025 г. осуществлялась поддержка действия 89 патентов ОИЯИ. Проводилась работа с лабораториями по выявлению патентов с приоритетом больше 10 лет, необходимость в дальнейшем поддержании действия которых отсутствует.

Оформляются информационные листы ОИиИС о получении Институтом новых патентов и государственной регистрации других объектов промышленной интеллектуальной собственности (программ для ЭВМ, баз данных и ТИМС). Эта информация регулярно включается в раздел «Патенты» на интернет-сайте ОИЯИ (http://www.jinr.ru/posts/category/patents-ru/), а также в разделы интернет-страницы ОИиИС «Действующие патенты» (https://oliis.jinr.ru/index.php/patentovanie-2/8-russian/25-dejstvuyushchie-patenty-oiyai) и «Программы ЭВМ, зарегистрированные ОИЯИ» (https://oliis.jinr.ru/index.php/patentovanie-2/8-russian/28-programmy).

МЕЖДУНАРОДНЫЕ СВЯЗИ И НАУЧНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

Основные итоги 2025 г. по международному научно-техническому сотрудничеству Объединенного института ядерных исследований отражают следующие данные:

— проведены совместные исследования с научными центрами стран-участниц, а также международными и национальными организациями других стран по 82 проектам и подпроектам ПТП ОИЯИ;

— для решения вопросов сотрудничества и участия в научных совещаниях и конференциях Объединенный институт командировал 1744 специалиста;

— для совместных работ и консультаций, а также для участия в совещаниях, конференциях, школах в ОИЯИ был принят 1391 специалист;

— организованы и проведены 50 международных научных конференций и школ, 16 рабочих и 14 организационных совещаний.

Международное сотрудничество ОИЯИ оформлено соответствующими соглашениями и договорами. Его развитие предусматривает проведение совместных экспериментов на базовых установках физических центров, получение научных результатов, подготовку общих публикаций участников сотрудничества, поставку оборудования и технологий для заинтересованных сторон и многое другое.

23 января ОИЯИ посетила делегация посольства Республики Индии в РФ во главе с Чрезвычайным и Полномочным Послом В. Кумаром.

На встрече в дирекции Института директор ОИЯИ Г. В. Трубников отметил, что отношения между Объединенным институтом и Республикой Индией насчитывают уже более полувека. В настоящее время 12 индийских исследователей работают в нескольких лабораториях Института. Кроме того, несколько экспертов представляют Республику Индию в консультативных органах Объединенного института. Ежегодно публикуется свыше 200 совместных научных статей индийских ученых и ученых ОИЯИ. Директор напомнил о том, что в 2023 г. в Институте было организова-

Дубна, 23 января. Визит в ОИЯИ делегации посольства Республики Индии в РФ во главе с Чрезвычайным и Полномочным Послом В. Кумаром

Дубна, 31 января. Визит в ОИЯИ академика-секретаря Отделения физических наук РАН В. В. Кведера и директора Института физики твердого тела РАН А. А. Левченко

но совещание «Индия–ОИЯИ: на переднем крае фундаментальных и прикладных исследований», в котором приняли участие около 200 человек.

В ходе встречи обсуждались планы двустороннего обмена визитами для более подробного ознакомления с научной деятельностью Института и расширения областей сотрудничества, а также перспективы создания объединенного координационного комитета по сотрудничеству ОИЯИ–Индия, подобного тем, которые эффективно действуют между Институтом и такими странами, как Китай, Мексика, ЮАР. Г. В. Трубников пригласил представителей Индии принять участие в сессии Комитета полномочных представителей правительств государств-членов ОИЯИ.

Программа визита включала встречу с группой индийских сотрудников ОИЯИ, посещение ускорительного комплекса NICA в ЛФВЭ и предприятий ОЭЗ «Дубна».

31 января состоялся визит в ОИЯИ академика-секретаря Отделения физических наук РАН В. В. Кведера и директора Института физики твердого тела РАН А. А. Левченко.

В ходе встречи в дирекции ОИЯИ с научным руководителем Института академиком В. А. Матвеевым обсуждалась разработка Федеральной программы РФ по исследованию фундаментальных свойств материи, а также расширение сотрудничества в области физики конденсированных сред — развитие пользовательской программы импульсного реактора ИБР-2, который в 2025 г. должен возобновить свою работу в ЛНФ ОИЯИ. Кроме того, был поднят вопрос о подготовке научных кадров для ОИЯИ и его стран-участниц. Отмечена необходимость и целесообразность широкого привлечения молодых ученых к созданию крупных научных установок и работе на них.

В программу визита входила встреча с научным руководителем ЛЯР ОИЯИ академиком Ю. Ц. Оганесяном, в которой со стороны ОИЯИ также приняли участие директор Института академик Г. В. Трубников, вице-директора С. Н. Дмитриев и член-корреспондент РАН В. Д. Кекелидзе. Одной из главных тем обсуждения стали работы по поиску 119-го и 120-го элементов таблицы Менделеева.

В ходе визита В. В. Кведер и А. А. Левченко детально ознакомились с исследованиями, ведущимися на фабрике сверхтяжелых элементов ЛЯР, и со статусом работ по созданию коллайдера NICA в ЛФВЭ.

11 февраля ЛНФ посетила делегация Вьетнамского института атомной энергии (Винатом), возглавляемая его президентом Чан Ти Тханем, и представители Государственного специализированного проектного института (АО «ГСПИ»), входящего в ГК «Росатом».

В рамках рабочей встречи обсуждались вопросы участия специалистов ЛНФ в определении перспективных научных направлений для проектируемого во Вьетнаме исследовательского реактора и разработке для него приборной базы на выведенных нейтронных пучках. ЛНФ под-

Дубна, 13 февраля. Рабочая встреча директора Института ядерных наук «Винча» (Сербия) С. Димовича (в центре) с руководителями ОИЯИ

держивает развитие экспериментальной базы в странах-участницах ОИЯИ. Примерами подобного успешного сотрудничества являются новые исследовательские установки на реакторах в Казахстане и Узбекистане.

По итогам совещания стороны договорились о повышении интенсивности разработки исследовательских установок для проектируемого во Вьетнаме реактора и привлечении вьетнамских ученых, студентов и аспирантов к работам, проводимым на реакторе ИБР-2М, с целью получения ими опыта в разработке элементов спектрометров и работе на установках, использующих выведенные пучки. Участники делегации ознакомились с работой уникального импульсного реактора ИБР-2М и установками на выведенных пучках нейтронов.

13 февраля в ОИЯИ состоялась рабочая встреча директора Института ядерных наук «Винча» (Сербия) С. Димовича с представителями руководства ОИЯИ. Стороны обсудили перспективы развития сотрудничества и новые потенциальные проекты.

Директор ОИЯИ академик Г. В. Трубников, отметив многолетнюю историю плодотворного сотрудничества с сербскими организациями, подтвердил готовность к сотрудничеству с Институтом «Винча» и другими сербскими научно-образовательными центрами, выделив в качестве приоритетных направлений развитие прикладных исследований и содействие в создании и модернизации научной инфраструктуры на территории республики.

Директор УНЦ Д. В. Каманин отметил значимую роль в развитии партнерских отношений дорожной карты сотрудничества между ОИЯИ и Министерством образования, науки и технологического развития Республики Сербии, подписанной в 2019 г. По его мнению, новый подобный документ позволил бы привлекать в совместные проекты большее число сербских ученых и молодых специалистов.

Главный инженер ОИЯИ Б. Н. Гикал подтвердил намерения Института оказывать всестороннюю техническую поддержку сербским коллегам по модернизации существующей инфраструктуры и разработке новых ускорительных комплексов. В частности, ОИЯИ будет готов направить экспертную группу для инженерно-технического аудита оборудования института «Винча» и разработки возможных сценариев по его модернизации для принятия окончательного решения.

В ходе визита в Дубну директор института «Винча» С. Димович и руководитель отдела планирования М. Люшич ознакомились с научной инфраструктурой ОИЯИ, побывав в шести лабораториях: ЛФВЭ, ЛЯП, ЛНФ, ЛЯР, ЛИТ и ЛРБ. Сербская делегация приняла участие в работе 137-й сессии Ученого совета ОИЯИ, а также посетила торжественную церемонию запуска линейного ускорителя электронов Линак-200 в ЛЯП.

14 февраля в Государственном музее изобразительных искусств им. А. С. Пушкина (Москва) состоялась торжественная церемония вручения премии «Оганесон» за 2024 г.

Председатель комитета премии «Оганесон», научный руководитель НЦФМ академик А. М. Сергеев представил лауреатов премии, выразив надежду на продолжение традиции присуждения премии и расширение сообщества деятелей науки и культуры, которые будут удостоены этой награды.

Главный научный сотрудник кафедры аналитической химии МГУ, главный научный сотрудник Института общей и неорганической химии, доктор химических наук академик Ю. А. Золотов

Москва (Россия), 14 февраля. Торжественная церемония вручения премии «Оганесон» за 2024 г. в Государственном музее изобразительных искусств им. А. С. Пушкина

был удостоен премии за выдающиеся достижения в области аналитической химии и большой личный вклад в обучение молодых ученых, специалистов и высококвалифицированных кадров.

Директор Института когнитивных исследований СПбГУ, доктор биологических наук, доктор филологических наук Т. В. Черниговская награждена премией «Оганесон» за выдающийся вклад в популяризацию научных знаний и развитие междисциплинарных исследований на стыке нейробиологии, лингвистики и психологии.

Лауреатом в номинации для ученых, чья деятельность связана с укреплением международной научно-технической кооперации, стал З. Вилакази — вице-канцлер и ректор Университета Wits (Южно-Африканская Республика), член Академии наук ЮАР, член Королевского общества Великобритании, приглашенный ученый Комиссариата по атомной и альтернативным видам энергии — за значительный вклад в развитие научного сотрудничества между Южно-Африканской Республикой и ОИЯИ в области ядерных реакций, ускорительных технологий и релятивистской ядерной физики.

В номинации для ученых, которые достигли особых успехов на раннем этапе своей карьеры, премией «Оганесон» за 2024 г. награждены:

- кандидат физико-математических наук, научный сотрудник Назарбаев Университета (Республика Казахстан) А. Нурмуханбетова — за разработку и внедрение новой программы для исследования легких ядер на ускорителе тяжелых ионов ДЦ-60;
- кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник Лаборатории ядерных реакций ОИЯИ Г. Н. Княжева — за пионерские исследования в области наблюдения и изучения процесса квазиделения тяжелых ядер.

В завершение церемонии академик Ю. Ц. Оганесян поздравил лауреатов и пожелал им дальнейших научных успехов.

21 февраля в ЛФВЭ состоялся семинар по сверхпроводящим резонаторам в рамках сотрудничества ОИЯИ и Института современной физики Китайской академии наук (IMP CAS). Стороны обсудили ключевые проекты и перспективы дальнейшего сотрудничества в области развития ускорительных комплексов.

На открытии семинара и. о. директора ЛФВЭ А. В. Бутенко подчеркнул, что Объединенный институт намерен продолжать взаимодействие с китайскими специалистами в рамках фундаментальных проектов класса мегасайенс, включая NICA и HIAF (High Intensity Heavy Ion Accelerator Facility, Китай).

О развитии научной инфраструктуры и ключевых проектах IMP CAS рассказал заместитель директора института профессор Юань Хэ. Он отметил, что в провинции Гуандун (Хойчжоу) завершается сооружение ускорительных комплексов HIAF и CiADS (China initiative Accelerator Driven System). В будущем на базе этой инфраструктуры также планируется реализовать проект электрон-ионного коллайдера EicC.

Отметив длительное и плодотворное сотрудничество между двумя институтами, Юань Хэ предложил учредить объединенную исследовательскую лабораторию ОИЯИ – IMP CAS. По его мнению, она позволит укрепить взаимодействие в таких критически важных направлениях, как

Лаборатория физики высоких энергий им. В. И. Векслера и А. М. Балдина, 21 февраля. Семинар по сверхпроводящим резонаторам в рамках сотрудничества между ОИЯИ и Институтом современной физики Китайской академии наук

источники поляризованных ионов, сверхпроводящие линейные ускорители, магнитные технологии, синтез сверхтяжелых элементов и др.

Помимо специалистов из ОИЯИ и Института современной физики в семинаре приняли участие представители НИЯУ МИФИ, сотрудники кафедры электрофизических установок Института ядерной физики и технологий (ИЯФиТ–МИФИ) и заведующий физико-технической лабораторией Института ядерных проблем (ИЯП) БГУ Д. С. Быченок.

Статус проекта по созданию сверхпроводящих СВЧ-резонаторов для NICA представил научный сотрудник IMP CAS доктор Тэнг Тан. Китайские специалисты завершили разработку и изготовление ускорительного криомодуля для нового линейного ускорителя в ЛФВЭ, в частности, подготовив обновленный технический проект сверхпроводящих резонаторов и получив первые успешные результаты тестирования оборудования, изготовленного в IMP CAS.

Профессор Чжижун Ванг из Института физики Китайской академии наук (IOP CAS) выразил заинтересованность в сотрудничестве с коллегами из ОИЯИ в таких областях, как оптимизация динамики высокомощных пучков на линейных ускорителях, разработка специализированного программного обеспечения и проектирование новых экспериментальных установок.

24–26 февраля проходил визит вице-директора ОИЯИ Л. Костова и заместителя директора ЛНФ С. А. Куликова в Академию наук Республики Узбекистан и Институт ядерной физики АН РУз.

В Президиуме Академии наук РУз состоялась встреча делегации ОИЯИ с президентом Академии наук Узбекистана Ш. Аюповым. Вице-директор Объединенного института проинформировал Ш. Аюпова о статусе ОИЯИ в мировой науке и его научной программе. Президент АН РУз высоко оценил роль Объединенного института в подготовке квалифицированных кадров для Узбекистана. В ходе встречи также обсуждались перспективы расширения взаимодействия Академии наук Узбекистана и ОИЯИ.

Во встрече с президентом АН РУз приняли участие вице-президент академии С. Мирзаев, директор ИЯФ АН РУз академик И. Садиков, заместитель директора ЛНФ ОИЯИ С. А. Куликов и руководитель национальной группы Узбекистана в ОИЯИ А. Иноятов.

В рамках рабочей встречи с директором ИЯФ АН РУз И. Садиковым и его заместителем М. Ташметовым обсуждалось сотрудничество ИЯФ с лабораториями ОИЯИ и программа проведения Дней ОИЯИ в Узбекистане.

24–27 февраля в Гаване (Республика Куба) проходила 2-я Международная школа по применению ядерных методов и прикладным исследованиям в области экологии, материаловедения и наук о жизни (NUMAR-2025), организованная ОИЯИ и Национальным агентством атомной энергетики и передовых технологий (AENTA, Куба). Программа мероприятия включала лекционные занятия для студентов и молодых специалистов из стран Латинской Америки, которые проводили ведущие ученые ОИЯИ и научных организаций Кубы, Мексики, Бразилии, Аргентины и ЮАР.

На церемонии открытия школы президент AENTA Г. Л. Бехерано подчеркнула важное значе-

Ташкент (Узбекистан), 24–26 февраля. Визит вице-директора ОИЯИ Л. Костова и заместителя директора ЛНФ С. А. Куликова в Академию наук Республики Узбекистан

ние проведения международной школы NUMAR на кубинской земле в связи с 50-летием сотрудничества Кубы и ОИЯИ. В рамках мероприятия она также выступила с лекцией, посвященной научным достижениям и перспективам развития высоких технологий в стране.

Лекционная программа школы NUMAR-2025 включала широкий спектр тематик в различных областях материаловедения, наук о жизни и окружающей среде. В работе школы принимали участие 36 студентов и молодых специалистов, представлявших научно-образовательные организации Республики Куба, Мексики, Коста-Рики, Парагвая, Доминиканской Республики и Бразилии. Координатором мероприятия выступил полномочный представитель правительства Республики Куба в ОИЯИ Г. Вальвин Салас.

В первый день работы школы главный ученый секретарь ОИЯИ С. Н. Неделько представил подробный обзор деятельности Института как международной межправительственной организации, ознакомив молодых ученых с современной научной инфраструктурой и спектром перспективных исследований, реализуемых в лабораториях Объединенного института.

26 февраля по инициативе Гаванского университета состоялся визит делегации ОИЯИ в один из ведущих вузов страны. В ходе встречи

Гавана (Республика Куба), 24–27 февраля. Участники 2-й Международной школы по применению ядерных методов и прикладным исследованиям в области экологии, материаловедения и наук о жизни (NUMAR-2025)

с руководством и научными сотрудниками вуза обсуждались перспективы развития совместных исследовательских проектов, а также вопросы подготовки молодых специалистов. Итогом визита стало обновление Генерального соглашения о сотрудничестве с университетом, которое направлено на расширение участия Кубы в ОИЯИ.

В рамках второй части визита был организован научный семинар, посвященный ключевым направлениям исследований ОИЯИ. С докладами выступили ведущие специалисты Института: С. Н. Неделько, А. Н. Бугай (ЛРБ), Н. Кучерка (ЛНФ), А. Баймуханова (ЛЯП), У. В. Пинаева (ЛЯР) и А. В. Ужинский (ЛИТ). По окончании презентаций научные руководители и специалисты Гаванского университета обсудили с коллегами из Дубны перспективные направления для будущего сотрудничества.

Торжественную церемонию закрытия международной школы NUMAR-2025 в качестве почетного гостя посетил заместитель министра науки, технологий и окружающей среды Республики Куба Х. Ф. Сантана Нуньес.

19 марта в ДМС ОИЯИ под председательством Е. А. Колгановой состоялось заседание НТС ОИЯИ.

Директор ОИЯИ академик Г. В. Трубников представил членам НТС информацию о деятельности Института. В ЛФВЭ ведется активная подготовка к запуску ускорительного комплекса NICA. Фабрика сверхтяжелых элементов в ЛЯР достигла проектных параметров. В ЛЯП в режиме пусконаладки заработал ускоритель электронов Линак-200. Возобновлена работа исследовательского импульсного реактора ИБР-2 в ЛНФ. ЛИТ продолжает активно работать на нужды экспериментов ОИЯИ. Сотрудниками ЛРБ опубликованы работы по сочетанной протонной терапии с добавлением фармпрепаратов, способствующих эффективной репарации двунитевых разрывов ДНК. В ЛТФ в 2024 г. проведены крупные международные конференции, состоялось заседание Научной сессии секции ядерной физики Отделения физических наук РАН, подписано соглашение о сотрудничестве между Институтом теоретической физики Китайской академии наук и ЛТФ ОИЯИ. После 14 лет перерыва возобновил работу совет Учебно-научного центра ОИЯИ, прошло обсуждение программы развития УНЦ. Вышел первый выпуск нового рецензируемого онлайн-журнала ОИЯИ «Natural Science Review». Стартовал конкурс инновационных разработок ОИЯИ, в лабораториях идут сбор заявок и их обсуждение. Состоялась церемония вручения премии «Оганесон», лауреатами которой стали ученые из Казахстана, России и ЮАР, а также первое заседание рабочей группы по подготовке к празднованию в 2026 г. 70-летия ОИЯИ.

Руководитель Департамента кадров и делопроизводства ОИЯИ А. Ю. Верхеев представил доклад о кадровой и возрастной структуре ОИЯИ, вакансиях и источниках комплектования штата молодых сотрудников. В настоящее время в Институте работает более 5000 человек, из них 2500 — научные сотрудники и инженеры, 2100 — рабочие и специалисты. Докладчик отметил, что за последние пять лет штат сократился, и, чтобы решить эту проблему, необходимо ежегодно привлекать в Институт минимум 60 научных работников и инженеров и порядка 50 рабочих и специалистов. А. Ю. Верхеев привел статистику по молодым дипломированным кадрам, основной приток которых идет из университета «Дубна», а также НИЯУ МИФИ, МГУ, ТПУ, МФТИ, КФУ и других вузов, в основном с базовых кафедр ОИЯИ в этих университетах. Он отметил, что в текущей обстановке идет конкуренция с предприятиями Дубны за студентов вузов, а также инженерные кадры и высококвалифицированных рабочих. Доклад вызвал продолжительную дискуссию.

26 марта в Доме культуры «Мир» ОИЯИ состоялось празднование 69-й годовщины основания Объединенного института ядерных исследований. На торжественном мероприятии присутствовали участники сессии КПП ОИЯИ, представители городской администрации, ветераны и сотрудники Института.

Директор ОИЯИ академик Г. В. Трубников в приветственном слове подчеркнул, в частности, что прошедший год стал рекордным по количеству ученых, которые посетили Объединенный институт. В 2024 г. здесь побывали около 930 ученых, инженеров, студентов из разных стран с целью провести исследования или начать научную карьеру. Директор объявил, что в течение следующих двух лет будут проводиться мероприятия, посвященные юбилейной дате основания Института, а также 70-летию наукограда Дубна.

За значительные заслуги в сфере науки и добросовестный труд сотрудники Института были удостоены различных наград. Орденом Дружбы Российской Федерации был награжден С. Я. Килин, сопредседатель Ученого совета ОИЯИ.

Почетной грамотой Министерства науки и высшего образования РФ отмечены директор ЛЯП Е. А. Якушев и заместитель директора ЛЯП Д. В. Наумов. Благодарности Минобрнауки России удостоены главный инженер ЛЯП С. Л. Яковенко и секретарь-референт Управления ОИЯИ М. В. Студенова. Почетные грамоты и благодарность главы городского округа Дубна, а также ведомственные награды Объединенного института получили еще 15 сотрудников ОИЯИ.

Состоялось награждение 13 учителей школ и педагогов дополнительного школьного образования г. Дубны, получивших в 2025 г. гранты ОИЯИ.

Торжественный вечер завершился концертом классической музыки в исполнении Российского государственного симфонического оркестра кинематографии под управлением народного артиста РФ, лауреата премии Правительства РФ в области культуры профессора С. И. Скрипки.

Дубна, 26 марта. Празднование 69-й годовщины основания Объединенного института ядерных исследований

Старейший оркестр Москвы отметил в 2024 г. свое столетие. Также гости имели возможность посетить интерактивную выставку «Базовые установки ОИЯИ» и выставку творчества ученых ОИЯИ «Физики-лирики».

27 марта ОИЯИ посетил государственный секретарь Министерства науки, технологического развития и инноваций Сербии М. Траянович с сопровождавшими лицами. На встрече в дирекции стороны обсудили перспективы двустороннего сотрудничества и наметили следующие шаги по реализации совместных инициатив и проектов.

Госсекретарь министерства науки представил заместителя директора института «Винча» М. Янкович в качестве нового координатора сотрудничества Сербия–ОИЯИ. М. Янкович сообщила, что результатом состоявшегося в феврале визита в ОИЯИ директора Института ядерных наук «Винча» С. Димовича стало оперативное создание специальной комиссии по развитию ускорительных проектов в институте «Винча», которая будет сотрудничать с экспертной группой Объединенного института.

М. Траянович, в частности, обозначил интерес к прикладным исследованиям на ускорительном комплексе NICA. Директор ОИЯИ предложил сербским ученым присоединиться к коллаборации ARIADNA, в сферу деятельности которой входят исследования в области наук о жизни, радиационного материаловедения, биомедицинских приложений, прикладных ядерных технологий и тестирования микроэлектроники.

В ходе беседы также была подчеркнута важность привлечения к большой научной работе молодых сербских ученых. Директор УНЦ Д. В. Каманин отметил богатую историю научно-образовательного сотрудничества Объединенного института и Сербии. По его словам, Сербия является одним из наиболее активных участников в образовательных проектах Учебно-научного центра, таких как студенческие программы START, INTEREST и международные научные практики.

Представители сербской делегации приняли участие в работе сессии КПП ОИЯИ, а также посетили торжественную церемонию запуска первого сеанса на ускорительном комплексе NICA в ЛФВЭ. Кроме того, гости побывали на экскурсии в ЛЯР, ЛРБ и ЛНФ.

29 марта ОИЯИ посетили сотрудники Департамента экономической политики Министерства науки и высшего образования РФ во главе с директором департамента А. С. Канукоевым.

Программа визита включала рабочую встречу по вопросам реализации проекта NICA, в которой со стороны ОИЯИ приняли участие вице-директор Института В. Д. Кекелидзе, помощник директора ЛФВЭ ОИЯИ по финансовым вопросам А. В. Слесаренко, заместитель начальника планово-финансового бюро ЛФВЭ В. В. Морозов и ведущий научный сотрудник ЛФВЭ С. П. Мерц. В ходе встречи были рассмотрены основные аспекты и особенности реализации мегапроекта «Комплекс NICA», а также решения, которые применяются в ОИЯИ в области управления проектами в научно-исследовательской сфере. Представители Института выразили гостям особую благодарность за всеобъемлющую помощь и поддержку в реализации научной программы

Дубна, 29 марта. Визит в ОИЯИ сотрудников Департамента экономической политики Министерства науки и высшего образования РФ во главе с директором департамента А. С. Канукоевым

Института. По результатам встречи стороны подтвердили намерения продолжать тесное сотрудничество и партнерство в вопросах экономической и бюджетной политики Института.

Представители Минобрнауки РФ посетили здание коллайдера, павильон инжекционного комплекса, экспериментальный зал многоцелевого детектора MPD, а также побывали на интерактивной выставке «Базовые установки ОИЯИ» в ДК «Мир».

7–8 апреля состоялся визит в ОИЯИ делегации из Республики Болгарии в составе членов Народного собрания Й. Тодорова и А. Янчева.

В первый день визита гости побывали на площадке ускорительного комплекса NICA, а также посетили интерактивную выставку «Базовые установки ОИЯИ» в ДК «Мир». Кроме того, была организована встреча с представителями национальной группы Республики Болгарии в ОИЯИ. 8 апреля делегация продолжила знакомство с исследовательской инфраструктурой Института, посетив еще пять лабораторий.

Заключительным пунктом программы стала встреча с представителями дирекции ОИЯИ, в ходе которой было акцентировано фундаментальное значение многостороннего сотрудничества стран-участниц ОИЯИ для научно-технологического развития этих стран и устойчивого социально-экономического развития в соответствии с принципами Софийской декларации, принятой полномочными представителями правительств государств-членов ОИЯИ на ноябрьской сессии 2021 г. в Софии.

11 апреля в ОИЯИ прошло рабочее совещание по вопросам реализации совместных исследований Федерального медико-биологического агентства (ФМБА) Российской Федерации и ОИЯИ. Центральными темами обсуждений стали вопросы развития новых проектов.

Руководитель ФМБА В. И. Скворцова выделила ряд научных направлений, реализуемых подведомственными агентству организациями: развитие протонной и радионуклидной терапии для лечения онкологических заболеваний, создание новых радиофармацевтических препаратов, проведение полногеномных исследований, позволяющих определять механизмы воздействия разных видов ионизирующего излучения на биологические объекты, обеспечение радиационной безопасности, разработка и создание радиопротекторов и радиомитигаторов, а также отметила готовность агентства участвовать в различных проектах ОИЯИ.

С докладом о развитии проектов ОИЯИ–ФМБА выступил директор ЛРБ А. Н. Бугай. Рассказав о научной деятельности лабораторий Института, в качестве приоритетного направления для сотрудничества он обозначил создание научно-клинического центра протонной терапии в Дубне на базе циклотрона МСЦ-230.

О ходе создания сверхпроводящего протонного циклотрона МСЦ-230 доложил главный инженер Объединенного института Б. Н. Гикал. Установка предназначена для проведения протонной лучевой терапии и медико-биологических исследований, включая разработку методик флэш-терапии. Запуск циклотрона запланирован на 2026 г.

Дубна, 7–8 апреля. Члены Народного собрания Республики Болгарии А. Янчев и Й. Тодоров на экскурсии в ЛФВЭ в ходе визита в ОИЯИ

Закрыл программу совещания генеральный директор Федерального центра медицинской радиологии и онкологии ФМБА России Ю. Д. Удалов докладом, в котором он представил возможности ФМБА России в области применения метода протонной терапии.

В завершение совещания была отмечена необходимость продолжать активные обсуждения будущих совместных проектов и новых инициатив. Следующим этапом развития сотрудничества станет создание фокус-группы из специалистов обеих организаций для детальной проработки технического проекта нового высокотехнологичного центра протонной терапии в Дубне.

14–18 апреля в ОИЯИ проходила очередная Международная стажировка для административно-технического персонала (JEMS-26). Программа JEMS призвана дать участникам за максимально короткий срок — пять дней — широкое представление о научной программе, международном сотрудничестве и образовательной деятельности Института, его истории и социальной инфраструктуре. Участники посетили фабрику сверхтяжелых элементов в ЛЯР и ускорительный комплекс NICA в ЛФВЭ.

На итоговом круглом столе, проходившем в Доме международных совещаний, представители научно-образовательных центров из России, Беларуси и Казахстана поделились впечатлениями об ОИЯИ, а также обсудили новые перспективы сотрудничества с лабораториями Института и возможности взаимодействия, которые открывают информационные центры, содействуя повышению интереса молодежи, включая абитуриентов, к естественно-научным дисциплинам и предоставляя дополнительные научно-образовательные возможности для университетов, играя роль точки доступа к участию в крупных международных коллаборациях ОИЯИ. Участники стажировки выразили общее мнение о необходимости дальнейшего расширения деятельности сети информационных центров и обмена опытом между ними.

Вице-директор ОИЯИ Л. Костов, подводя итоги круглого стола, поблагодарил участников за вклад в развитие сотрудничества с Институтом, выразив уверенность в том, что активное взаимодействие университетов с лабораториями ОИЯИ повысит уровень высшего образования и обогатит научно-исследовательскую деятельность Института.

16 апреля в филиале МГУ им. М. В. Ломоносова в Дубне состоялось торжественное мероприятие, посвященное 25-летию основания кафедры фундаментальных ядерных взаимодействий (ФЯВ), в котором приняли участие представители руководства ОИЯИ, преподаватели, учащиеся и выпускники филиала, а также сотрудники МГУ. Модератором торжественной встречи выступил и. о. директора филиала МГУ в Дубне член-корреспондент РАН Э. Э. Боос.

Заведующий кафедрой с момента ее основания в апреле 2000 г. и по 2021 г., главный научный сотрудник ЛНФ член-корреспондент РАН В. Л. Аксенов рассказал об истории филиала НИИЯФ МГУ, действовавшего в Дубне с 1961 г., о предложенной Д. И. Блохинцевым модели подготовки студентов для ОИЯИ, а также осветил историю создания самой кафедры ФЯВ.

Выступление действующего заведующего кафедрой, директора ОИЯИ Г. В. Трубникова было посвящено перспективам развития базовых кафедр в ОИЯИ, которые тесно связаны с планами развития самого Объединенного института, а также наукограда Дубна. Он рассказал о дея-

Дубна, 16 апреля. Торжественное мероприятие, посвященное 25-летию основания кафедры фундаментальных ядерных взаимодействий филиала МГУ им. М. В. Ломоносова

тельности семи лабораторий Института, крупных научных проектах и исследовательской инфраструктуре.

С поздравлением к преподавателям и студентам кафедры ФЯВ обратились заведующий кафедрой физики элементарных частиц физического факультета МГУ, научный руководитель ОИЯИ академик РАН В. А. Матвеев и его заместитель, начальник Научно-экспериментального отдела физики элементарных частиц ЛЯП ОИЯИ профессор А. Г. Ольшевский. Заведующая отделом ядерных исследований НИИЯФ МГУ Т. В. Тетерева поблагодарила предыдущего и нынешнего заведующих кафедрой за их созидательный подход к развитию кафедры и филиала. Заведующий кафедрой ускорителей и радиационной медицины физического факультета МГУ профессор А. П. Черняев выразил благодарность руководству ОИЯИ за поддержку в практическом обучении студентов МГУ.

Завершая встречу, студенты филиала МГУ в Дубне исполнили гимн физфака МГУ, пожелали всем учащимся кафедры больших успехов, научных открытий и достижений в познании мира, отметив, что обучаться здесь интересно и престижно.

22 апреля в Ташкенте в Президиуме Академии наук Республики Узбекистан (АН РУз) стартовали Дни ОИЯИ в Узбекистане. В Президиуме АН РУз была развернута интерактивная выставка, посвященная деятельности Института.

На торжественном открытии с приветственным словом к участникам обратился президент Академии наук Республики Узбекистан Ш. Аюпов. Он поблагодарил Объединенный институт за организацию такого масштабного для научного сообщества страны события. За весомый вклад в развитие научно-организационного сотрудничества ОИЯИ–Узбекистан президент АН РУз вручил директору ОИЯИ академику Г. В. Трубникову юбилейную медаль «80 лет Академии наук Республики Узбекистан».

В рамках торжественного мероприятия в Президиуме Академии наук состоялось подписание Генерального соглашения о долгосрочном сотрудничестве между научными организациями Узбекистана и Объединенным институтом в области теоретической и экспериментальной ядерной физики, физики высоких энергий, радиационного материаловедения, нейтронно-активационного анализа, радиохимии, ядерной медицины, радиационной биологии и биотехнологии, радиационного приборостроения, сейсмологии, информационных технологий и подготовки кадров. По каждому направлению будет сформирована рабочая группа. Взаимодействие будет включать обмен информацией и организацию совместных исследований, конференций и семинаров, визитов и стажировок, а также проведение совместных экспериментов на ядерно-физических установках.

Г. В. Трубников выразил благодарность Академии наук Узбекистана за поддержку участия ученых из республики в крупнейших проектах Института, в частности в сооружении и эксплуатации коллайдера NICA. За несколько десятилетий сотрудничества более 200 ученых и специалистов из Узбекистана прошли научную школу в Дубне, 40 из них стали докторами и более 100 — кандидатами наук, пятеро получили звание академиков национальной академии наук. В настоящее время директор Института ядерной физики АН РУз И. Садиков принимает участие в работе Ученого совета ОИЯИ. В марте президент АН РУз Ш. Аюпов возглавил работу делегации Узбекистана на сессии Комитета полномочных представителей правительств государств-членов ОИЯИ. Директор ОИЯИ также выразил признательность руководству Республики Узбекистан и лично Президенту страны Ш. Мирзиёеву за всестороннюю поддержку и участие Узбекистана в реализации научной программы Института.

Помощь ОИЯИ, в свою очередь, позволила реализовать ряд значимых проектов на территории Республики Узбекистан. В ИЯФ АН РУз действует кластер облачных вычислений, создана уникальная нейтронографическая установка, обладающая высокочувствительными характеристиками. Обсуждается создание нового дифрактометра на базе исследовательского реактора. Активное сотрудничество поддерживается и с ведущими вузами страны: Национальным университетом Узбекистана, Ташкентским государственным техническим университетом, Наманганским инженерно-технологическим институтом и Самаркандским государственным университетом.

Директор ИЯФ АН РУз академик И. Садиков выразил уверенность, что Дни ОИЯИ в Узбекистане послужат дальнейшему укреплению многолетнего сотрудничества. Он выступил с научным докладом, посвященным развитию ядерной медицины в Узбекистане.

Научный руководитель ОИЯИ академик В. А. Матвеев выступил с докладом «К 60-летию гипотезы цветных кварков и дубненской модели адронов». Доклад директора ЛРБ ОИЯИ А. Н. Бугая был посвящен фундаментальным исследованиям по радиационной биологии в ОИЯИ и их приложениям в ядерной медицине.

Участники торжественного мероприятия возложили цветы к могиле академика Б. С. Юлдашева, на протяжении многих лет президента АН РУз, полномочного представителя правительства Узбекистана в ОИЯИ, члена Ученого совета, выдающегося физика, организатора науки и общественного деятеля, благодаря деятельному участию которого было активизировано сотрудничество между университетами Узбекистана и ОИЯИ.

24 апреля состоялась встреча делегации ОИЯИ с первым заместителем министра высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан Ш. Далиевым. Стороны обсудили ор-

Ташкент (Узбекистан), 22 апреля. Дни ОИЯИ в Узбекистане

ганизационные вопросы членства Республики Узбекистан в ОИЯИ, программы двойных дипломов вузов Узбекистана и университета «Дубна», а также стажировки узбекистанских студентов в ОИЯИ. Для реализации намеченных на встрече перспектив сотрудничества было принято решение составить совместную дорожную карту.

В продолжение встречи в Министерстве высшего образования, науки и инноваций РУз состоялся круглый стол «Возможности расширения сотрудничества вузов Республики Узбекистан с ОИЯИ, университетом „Дубна“ и филиалом МГУ в Дубне». Делегация ОИЯИ обменялась мнениями по поводу образовательных процессов с представителями вузовского сообщества Узбекистана.

ОИЯИ организовал в министерстве выставку, представляющую основные направления деятельности Института, а также встречу со студентами вузов Узбекистана. С лекциями выступили

Москва (Россия), 8 мая. Подписание Меморандума о взаимопонимании между ОИЯИ и Министерством науки, технологий и инноваций Федеративной Республики Бразилии.
Фото: © Министерство науки и высшего образования РФ

Д. В. Каманин, А. С. Деникин, А. Г. Ольшевский и начальники секторов ЛЯП М. В. Ширченко и Н. В. Анфимов.

22–24 апреля представители ОИЯИ побывали с визитами в Институте ядерной физики АН РУз, Республиканском специализированном научно-практическом медицинском центре эндокринологии, Институте математики им. В. И. Романовского, Институте генетики и экспериментальной биологии растений, Самаркандском государственном университете и Астрономическом институте им. Улугбека. В эти дни состоялись рабочие встречи с руководством Академии наук Узбекистана, Института ионно-плазменных и лазерных технологий им. У. А. Арифова, Физико-технического института, Института материаловедения, Научно-исследовательского института физики полупроводников и микроэлектроники, а также с представителями IT Park University.

22–23 апреля сотрудники ЛФВЭ ОИЯИ посетили Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники (БГУИР). Целью визита заместителя начальника ускорительного отделения ЛФВЭ по научной работе В. А. Лебедева и научного сотрудника Е. С. Тамашевича в Беларусь было расширение взаимодействия с профильными подразделениями университета в области ускорительных технологий путем установления контактов с кафедрами и научными лабораториями БГУИР, занимающимися исследованиями в сферах физики полу- и сверхпроводников, микроэлектроники, материаловедения и СВЧ-технологий. Эти направления критически важны для реализации масштабных проектов Объединенного института, включая ускорительный комплекс NICA.

В БГУИР был организован специализированный семинар, объединивший представителей кафедр микро- и наноэлектроники, информационно-измерительных систем, физики, а также руководителей научных центров университета. Участники обсудили возможности для совместных исследований и вовлечения вуза в международные проекты ОИЯИ, а также разработку специализированных образовательных программ, направленных на развитие компетенций студентов в области ускорительной физики.

Для студентов, магистрантов и аспирантов БГУИР В. А. Лебедев прочитал лекцию «Коллайдеры и NICA», а также пригласил учащихся БГУИР к участию в летних практиках и стажировках на базе ОИЯИ в 2025–2026 учебном году.

8 мая в Москве в МГТУ им. Н. Э. Баумана состоялось подписание Меморандума о взаимопонимании между ОИЯИ и Министерством науки, технологий и инноваций Федеративной Республики Бразилии (MCTI). Документ направлен на укрепление взаимодействия сторон в области фундаментальных и прикладных научных исследований. Соглашение подразумевает создание объединенного координационного комитета (ОКК) ОИЯИ–Бразилия на высоком правительственном уровне. ОКК призван обеспечить системный подход к отбору и реализации совместных проектов, в частности с использованием крупных исследовательских инфраструктур ОИЯИ и Бразилии, для достижения национальных целей научно-технического развития Бразилии и стран-участниц ОИЯИ.

Подписание меморандума стало результатом развития сотрудничества между Объединенным институтом и научными организациями Федера-

тивной Республики Бразилии. В 2024 г. Институт посетила представительная делегация MCTI, состоялся визит сотрудников ОИЯИ в ряд научных организаций и университетов Бразилии, а также были подписаны соглашения о кооперации с Национальной комиссией по атомной энергии (CNEN), Федеральным университетом Южной Баии (UFSB) и Федеральным университетом Жуис-де-Фора (UFJF). Представители бразильских научных организаций входят в состав Ученого совета ОИЯИ и Программно-консультативного комитета по ядерной физике.

Директор ОИЯИ академик Г. В. Трубников подчеркнул, что Институт высоко ценит сложившийся диалог с профильными ведомствами Бразилии и видит значительные перспективы сотрудничества в использовании крупной исследовательской инфраструктуры как в ОИЯИ, так и в Бразилии.

Министр науки, технологий и инноваций Бразилии Лусиана Барбоза де Оливейра Сантос выразила желание наладить более тесные контакты ОИЯИ и Минобрнауки РФ с организациями, подведомственными Министерству науки, технологий и инноваций Бразилии: Бразильским центром физических исследований (CBPF), Бразильским центром исследований в области энергетики и материалов (CNPEM), Национальным институтом чистой и прикладной математики (IMPA).

10–16 мая в Ханое (Вьетнам) представители ЛФВЭ, ЛНФ, ЛЯР, ЛИТ и УНЦ ОИЯИ приняли участие в ряде встреч по вопросам образования и подготовки кадров с представителями университетов и научных центров Вьетнама.

Во время визита делегация ОИЯИ посетила ряд университетов: Ханойский университет науки (VNU-HUS), Университет науки и технологий Ханоя (USTH), Ханойский университет науки и технологий (HUST), Ханойский национальный педагогический университет (HNUE), а также Центр подготовки специалистов в области ядерной энергетики Винатом (Nuclear Training Centre, Vinatom), где были проведены круглые столы по научным и образовательным возможностям ОИЯИ, встречи с администрацией, преподавателями, молодыми учеными и студентами профильных факультетов.

Состоялось техническое открытие Информационного центра ОИЯИ в формате семинара в Институте физики Вьетнамской академии наук и технологий (ВАНТ), на котором присутствовал полномочный представитель правительства Вьетнама в ОИЯИ и вице-президент ВАНТ профессор Чан Туан Ань, сотрудники Международного департамента ВАНТ, научные сотрудники и директор Института физики Динь Ван Чунг, а также специалисты и представители исследовательских и университетских центров системы ВАНТ и Винатома.

На семинаре представители ОИЯИ выступили с докладами и ответили на вопросы. Большой интерес у аудитории вызвали такие темы, как возможности доступа к вычислительным мощностям ЛИТ, условия присоединения к кол-

Ханой (Вьетнам), 10–16 мая. Делегация ОИЯИ в Ханойском университете науки и технологий (HUST) в ходе рабочего визита по вопросам образования и подготовки кадров в университетах и научных центрах Вьетнама

Порту-Алегри (Бразилия), 12 мая. Подписание Меморандума о взаимопонимании между ОИЯИ и Федеральным университетом Риу-Гранди-ду-Сул. *Фото: © Отдел социальных коммуникаций UFRGS (SECOM)*

лабораториям проекта NICA (MPD, SPD, ARIADNA), ускорители и ускорительные технологии. Директор Института физики в своем выступлении рассказал о перспективных направлениях работы Информационного центра и отметил, что церемонию его официального открытия планируется провести в 2026 г. в рамках празднования 70-летия ОИЯИ и 70-летия членства Вьетнама в Объединенном институте.

12 мая в г. Порту-Алегри (Бразилия) состоялось подписание Меморандума о взаимопонимании между ОИЯИ и Федеральным университетом Риу-Гранди-ду-Сул (UFRGS). Документ, закрепляющий партнерство в сфере фундаментальных и прикладных исследований, стал еще одним значимым шагом в развитии научного сотрудничества между Объединенным институтом и образовательными организациями Федеративной Республики Бразилии.

В ходе визита стороны обсудили перспективы совместных проектов. Основными направлениями для сотрудничества станут радиобиология, материаловедение, науки о жизни и экология, а также взаимные академические обмены для студентов и ученых. С целью координации будущих исследований ректор UFRGS М. Барбоса выступила с предложением организовать в скором времени серию совместных тематических вебинаров. Стороны отметили важность подписанного 8 мая 2025 г. Меморандума о взаимопонимании между ОИЯИ и Министерством науки, технологий и инноваций Бразилии.

Представители ОИЯИ выступили с докладами, посвященными международной деятельности ОИЯИ. Об Учебно-научном центре и студенческих программах Института рассказал заместитель директора УНЦ ОИЯИ В. Бадави. Заместитель руководителя Департамента научно-организационной деятельности ОИЯИ Н. Кучерка представил возможности для сотрудничества ученых из Бразилии и Дубны.

13 мая делегация из Дубны посетила несколько научно-образовательных подразделений университета Риу-Гранди-ду-Сул. В ходе знакомства с лабораториями Физического института (UFRGS Institute of Physics) сторонами были определены общие направления для совместных исследований. Представители Института геологических наук (UFRGS Institute of Geoscience) выразили заинтересованность в сотрудничестве с ОИЯИ в области климатических исследований.

19–21 мая состоялся визит представителей ОИЯИ в Японию. Делегация во главе с директором ОИЯИ академиком Г. В. Трубниковым посетила национальные научные центры — KEK (High Energy Accelerator Research Organization) и J-PARC (Japan Proton Accelerator Research Complex). В ходе рабочих встреч стороны обсудили возможности расширения обоюдного участия в экспериментальных исследованиях и обмене научным опытом.

В состав делегации ОИЯИ входили председатель КПП ОИЯИ, полномочный представитель правительства Грузии А. Хведелидзе, дирек-

Дубна, 13 мая. Визит в ОИЯИ делегации посольства Франции в РФ во главе с советником-посланником З. Гроссом (в центре). На экскурсии в ЛФВЭ

тор ЛЯП Е. А. Якушев, заместитель начальника НЭОФЭЧ ЛЯП Л. Д. Колупаева и старший научный сотрудник ЛЯП П. Г. Евтухович. Японские научные центры представляли директор КЕК С. Асай и директор J-PARC Т. Кобаяси совместно с заместителями, курирующими профильные направления исследований.

В рамках визита прошли двусторонние переговоры, направленные на углубление научно-исследовательского взаимодействия между Объединенным институтом и японскими организациями. Стороны обсудили перспективные направления физических исследований и возможности для взаимного участия в проектах ОИЯИ, КЕК и J-PARC. Участники переговоров выразили обоюдный интерес и отметили заинтересованность в обновлении действующего Соглашения о сотрудничестве (Memorandum of Understanding).

19–23 мая в ОИЯИ работала 27-я Международная стажировка для административно-технического персонала (JEMS-27). В ней приняли

Цукуба (Япония), 19 мая. Встреча с директором КЕК С. Асаем, директором Института исследований элементарных частиц и атомных ядер КЕК Н. Сайто и руководителем проекта COMET С. Михарой в ходе визита делегации ОИЯИ в Японию

участие специалисты из 15 национальных научно-образовательных центров и ведомств Вьетнама, Египта, ЮАР и Нигерии.

С приветственным словом к участникам обратился вице-директор ОИЯИ Л. Костов. Он рассказал, что ОИЯИ является уникальной международной межправительственной научной организацией, объединяющей ученых из более чем 30 стран мира. Стажировка предоставит участникам возможность получить полное и всестороннее представление о научной деятельности ОИЯИ.

Ознакомительный доклад, посвященный научной деятельности и инфраструктуре Института, представил заместитель главного ученого секретаря ОИЯИ А. С. Жемчугов. Лекцию на тему «Международные межправительственные организации и многосторонние исследования» прочитала помощник директора УНЦ М. А. Туманова. Участники посетили фабрику сверхтяжелых элементов в ЛЯР и ускорительный комплекс NICA в ЛФВЭ.

На итоговом круглом столе, проходившем в Доме международных совещаний, участники JEMS поделились своими впечатлениями об ОИЯИ, а также обсудили перспективные направления для сотрудничества с лабораториями Института.

Участники стажировки дали высокую оценку организации работы ОИЯИ, подчеркнув значимость Института как международной площадки для научного сотрудничества. В течение недели они детально ознакомились с экспериментальными установками и исследовательскими направлениями лабораторий, отметив практическую ценность полученных знаний для развития профессиональных навыков и планирования совместных проектов. Помимо научной составляющей гости оценили уникальную атмосферу Дубны: гармоничное сочетание природных ландшафтов и развитой инфраструктуры наукограда способствует эффективной научно-исследовательской деятельности. В завершение круглого стола состоялась торжественная церемония вручения участникам сертификатов о прохождении стажировки JEMS.

20–23 мая в Белграде делегация ОИЯИ принимала участие в 67-й Международной ярмарке техники и технических достижений. На выставочном стенде ОИЯИ была представлена информация о базовых установках, проектах и образовательных программах Института, а также результаты совместных исследований с сербскими партнерами. Всего в выставке участвовало около 350 организаций из 19 стран.

Одним из элементов экспозиции ОИЯИ являлся прототип препаративной системы тангенциальной фильтрации растворов, разработанный Центром прикладной физики Лаборатории ядерных реакций. Посетители в реальном времени могли наблюдать за процессом фильтрации модельного раствора гемоглобина. Система предназначена для микро-, ультра- и диафильтрации в тангенциальном потоке различных растворов и может применяться в таких областях, как ме-

Дубна, 19 мая. Участники 27-й Международной стажировки для административно-технического персонала (JEMS-27) из научных центров Вьетнама, Египта, ЮАР и Нигерии в зале синхрофазотрона ЛФВЭ

Белград (Сербия), 20–23 мая. Делегация ОИЯИ приняла участие в 67-й Международной ярмарке техники и технических достижений

дицина, фармацевтика, биотехнологии, пищевая индустрия и др. На стенде также была представлена разработанная в ОИЯИ технология изготовления трековых мембран, их образцы и модификации, а также продукты, созданные на их основе.

В первый день выставки стенд ОИЯИ посетили статс-секретарь Министерства науки, технологического развития и инноваций Республики Сербии М. Гнятович и координатор сотрудничества Сербия–ОИЯИ, заместитель директора Института ядерных наук «Винча» М. Янкович. Сотрудники ОИЯИ рассказали коллегам о совместных работах с научными и образовательными учреждениями Сербии, проводимых в последние годы.

Ученые ОИЯИ также приняли участие в нескольких панельных дискуссиях ярмарки, которые охватили широкий спектр актуальных тем инновационного развития и международного сотрудничества.

26 мая в ДМС ОИЯИ стартовала 18-я Международная стажировка молодых ученых и специалистов стран СНГ. Ее участниками стали аспиранты и научные сотрудники от 22 до 35 лет из Азербайджана, Армении, Беларуси, Казахстана, Киргизии, России, Таджикистана и Узбекистана.

На открытии стажировки директор Международного инновационного центра нанотехнологий СНГ, помощник директора ОИЯИ по проектам развития А. В. Рузаев рассказал о том, что в 2025 г. для участия в ней поступило много заявок от молодых людей, которые работают и учатся по профилю, связанному с биологией, ядерной медициной и IT. Он отметил, что все участники смогут соотнести свои научные интересы с проводимыми в ОИЯИ исследованиями.

В течение месяца молодые люди знакомились с направлениями научной и инновационной деятельности Объединенного института, университета «Дубна», Особой экономической зоны «Дубна» и выполняли в международных группах проекты на свободные темы.

2 июня в Доме международных совещаний ОИЯИ состоялось заседание Научно-технического совета (НТС) Института. В докладе директора ОИЯИ Г. В. Трубникова были освещены основные события в области международного сотрудничества, строительства крупной научной инфраструктуры и социальных объектов.

Ключевой темой заседания НТС стала научная программа исследований ОИЯИ по радиационной биологии, которыми заняты ЛРБ, три сектора ЛЯП и пользователи коллаборации ARIADNA на ускорительном комплексе NICA. Научную программу исследований ОИЯИ по радиационной биологии представили докладчики из трех лабораторий ОИЯИ.

Директор ЛРБ А. Н. Бугай и начальник сектора молекулярной генетики клетки ЛЯП ОИЯИ Е. В. Кравченко рассказали о внутренних экспериментах ОИЯИ в данной области. Заместитель начальника отделения научно-методических исследований и инноваций по научной работе ЛФВЭ О. В. Белов сделал сообщение о программе прикладных биологических исследований различных научных центров в рамках коллаборации ARIADNA на ускорительном комплексе NICA.

На заседании была отмечена необходимость сузить круг научных тем исследований по радиобиологии в Институте и сосредоточиться на двух-трех основных направлениях, а также проводить широкую международную экспертизу проектов.

Дубна, 26 мая. На открытии 18-й Международной стажировки молодых ученых и специалистов стран СНГ

Главный ученый секретарь Института С. Н. Неделько ознакомил членов НТС с концепцией мероприятий, посвященных 70-летнему юбилею Института. Состоялось вручение дипломов о присуждении почетных званий и наград 16 сотрудникам Института.

6 июня в Южном федеральном университете (ЮФУ) состоялось торжественное открытие Информационного центра ОИЯИ. Центр стал 13-м в сети инфоцентров ОИЯИ и получил название «Южный». Участие в церемонии открытия приняли представители правительства Ростовской обл., администрации Ростова-на-Дону, Южного научного центра РАН и вузов-партнеров ЮФУ.

Директор ОИЯИ академик Г. В. Трубников выразил уверенность в том, что новый инфоцентр будет способствовать популяризации науки, развитию международного сотрудничества университета и кадрового потенциала Ростовской обл. И. о. ректора И. К. Шевченко поблагодарила ОИЯИ за высокое доверие и рассказала о значении партнерства с ОИЯИ для университета, его роли в научно-образовательном развитии юга России, Ростовской обл. и реализации стратегических проектов. Первый заместитель губернатора Ростовской обл. И. А. Гуськов отметил важность открытия центра для развития науки и современного инженерного образования в области.

16–20 июня в Дубне проходили Дни Южно-Африканской Республики в ОИЯИ, приуроченные к 20-летию стратегического научного партнерства между Объединенным институтом и ЮАР. На мероприятии присутствовали представители Департамента по науке, технологиям и инновациям ЮАР (DSTI) и Национального исследовательского фонда Южной Африки (NRF), университетов и исследовательских центров.

На церемонии открытия в Доме международных совещаний с приветственным словом выступил директор Объединенного института ядерных исследований академик Г. В. Трубников, который подчеркнул, что за последние три десятилетия сотрудничества профессиональные отношения с южноафриканскими научными центрами и образовательными организациями вышли на принципиально новый уровень. Заместитель генерального директора DSTI И. Патель отметил стратегическую важность и ценность партнерских отношений ЮАР–ОИЯИ с точки зрения развития науки и образования в стране.

Генеральный директор NRF Ф. Нелвамондо, присутствующий в Дубне впервые, поздравил коллег с 20-летием процветающего научного партнерства, назвав многолетнее участие южноафриканских ученых в совместной с ОИЯИ работе символом высокого государственного приоритета ЮАР в развитии передовой науки и международного сотрудничества.

В настоящее время более 20 южноафриканских университетов и научно-исследовательских организаций участвуют в совместных проектах по таким направлениям, как радиобиология, радиохимия, материаловедение, инженерия, а также теоретическая и экспериментальная ядерная физика. За годы сотрудничества почти 500 южно-

Дубна, 16–20 июня. Дни Южно-Африканской Республики в ОИЯИ, приуроченные к 20-летию стратегического научного партнерства ЮАР–ОИЯИ

африканских студентов приняли участие в научно-образовательных программах ОИЯИ по подготовке молодых специалистов.

Г. В. Трубников представил обзорный доклад о деятельности ОИЯИ, развивающейся международной программе исследований и крупных объектах научной инфраструктуры Института, а также об успехах в международной научной дипломатии.

Состоялось подписание меморандумов о взаимопонимании с Университетом Зулуленда (UNIZULU), Университетом Венда (UNIVEN) и Северо-западным университетом (NWU). Соглашения направлены на укрепление сотрудничества в научно-технической и образовательной сферах, включая реализацию совместных проектов и обмен опытом.

В первый день визита в Дубну южноафриканская делегация побывала в ЛФВЭ на площадке ускорительного комплекса NICA, а также посетила интерактивную выставку «Базовые установки ОИЯИ» в ДК «Мир». 17 июня гости из Южной Африки выступили с презентациями, посвященными важнейшим исследованиям в ЮАР, а также обсудили с коллегами из ОИЯИ будущие совместные проекты и исследования. 18 июня состоялось заседание объединенного координационного комитета ЮАР–ОИЯИ.

С 28 июня по 1 июля в Санкт-Петербурге проходило заседание Научного совета ОФН РАН «Релятивистская ядерная физика и физика тяжелых ионов». На совещании обсуждались результаты и перспективы научных исследований по ядерной физике, синтез сверхтяжелых элементов, а также планы по реализации крупных научных проектов и сооружению необходимой инфраструктуры для них.

Сессию совета РАН открыл его председатель, научный руководитель ЛЯР ОИЯИ академик Ю. Ц. Оганесян. В своем пленарном докладе «Тяжелые ионы в науке и технике» он представил программу мероприятия и рассказал о прошлом, настоящем и будущем исследований в области физики и химии сверхтяжелых элементов.

В ходе мероприятия было представлено более 30 докладов, посвященных проектам и исследованиям в области физики тяжелых ионов. В работе Научного совета РАН приняли участие более 80 ученых из ОИЯИ, ИЯИ РАН, ИПФ РАН, ИАП РАН, ГК «Росатом» (РФЯЦ – ВНИИЭФ, комбинат «Электрохимприбор», НИИЭФА), НИИЯФ МГУ, СПбГУ, Института биологии Ереванского госуниверситета, ПИЯФ НИЦ «Курчатовский институт» и НЦФМ.

О развитии физической программы на ускорительном комплексе NICA рассказал вице-директор ОИЯИ академик В. Д. Кекелидзе. Докладчик представил результаты работы международных коллабораций MPD, BM@N и SPD, а также отметил программу прикладных исследований

Санкт-Петербург (Россия), 28 июня – 1 июля. Заседание Научного совета ОФН РАН по физике тяжелых ионов «Релятивистская ядерная физика и физика тяжелых ионов»

на NICA ARIADNA, участники которой готовятся к проведению новых экспериментов на облучательных станциях.

Цифровым технологиям и интеллектуальному анализу данных в крупных научных проектах был посвящен доклад научного руководителя ЛИТ ОИЯИ В. В. Коренькова. Научный руководитель ОИЯИ академик В. А. Матвеев выступил с докладом «Кварковый цвет — шаг к пониманию свойств ядерной материи (к 60-летию гипотезы цветных кварков)».

Со второго дня программа проходила в рамках шести тематических сессий: сверхтяжелые ядра, атом в сверхкритическом поле, физика и химия СТЭ (эксперимент и теория), легкие экзотические ядра, прикладные исследования, ускорительные и мишенные технологии. С докладами об исследованиях сверхтяжелых ядер и развитии экспериментальных установок ЛЯР выступили Н. Д. Коврижных, Г. Н. Княжева, Е. А. Якушев, А. И. Свирихин и Д. И. Соловьев.

В последний день совещания под председательством директора ОИЯИ академика Г. В. Трубникова состоялась секция, посвященная обзору актуального состояния основных установок ОИЯИ в области ядерной физики, включая ускорительный комплекс NICA в ЛФВЭ и циклотронные комплексы ЛЯР.

30 июня на заседании совета РАН было подписано соглашение о создании совместной научно-учебной лаборатории СПбГУ–ОИЯИ для решения задач в области информационных технологий в физике высоких энергий и подготовки квалифицированных кадров. Подписи под документом поставили вице-директор ОИЯИ академик В. Д. Кекелидзе и проректор СПбГУ по научной работе С. В. Микушев. В рамках соглашения будут сотрудничать ЛИТ ОИЯИ и Исследовательская лаборатория им. А. С. Ляпунова СПбГУ.

В июле в Лабораторию ядерных проблем ОИЯИ прибыла представительная группа физиков и инженеров из Социалистической Республики Вьетнам для работы в течение ближайших месяцев в отделах ЛЯП и участия в исследованиях и освоения технологий, необходимых для запуска национальных программ во Вьетнаме.

По словам координатора сотрудничества Вьетнам–ОИЯИ, члена Ученого совета ОИЯИ Ле Хонг Кхьема, во Вьетнаме ожидается возобновление временно приостановленной программы развития ядерной энергетики страны. При участии ОИЯИ планируется строительство Национального центра ядерных исследований, включающего исследовательский реактор мощностью 10 МВт.

Вьетнамская группа под руководством профессора Ле Хонг Кхьема предложила новые эксперименты на выделенном канале ускорителя электронов Линак-200 в ЛЯП ОИЯИ. Многие вьетнамские университеты и институты также выразили большую заинтересованность в расширении сотрудничества с ЛЯП для совместной реализации научно-исследовательских проектов.

В настоящее время совместно с коллегами из Вьетнама в ОИЯИ проводятся исследования в области материаловедения с использованием медленных позитронных пучков, радиохимии, разработки приборов для ядерной медицины, физики нейтрино, а также эксперименты на ускорительном комплексе NICA.

Дубна, 22 июля. Визит в ОИЯИ делегации Университета ИТМО (Санкт-Петербург) во главе с ректором В. Н. Васильевым (3-й слева)

17 августа ОИЯИ посетил заместитель министра финансов Российской Федерации П. А. Кадочников. Программа визита включала встречи с руководством ОИЯИ и ознакомление с флагманскими проектами ЛФВЭ и ЛЯР.

На фабрике сверхтяжелых элементов ЛЯР вице-директор ОИЯИ член-корреспондент РАН С. Н. Дмитриев проинформировал заместителя министра о научной программе Института по синтезу сверхтяжелых элементов, а научный руководитель лаборатории академик Ю. Ц. Оганесян провел экскурсию по мемориальному кабинету первого директора ЛЯР Георгия Николаевича Флерова.

Дубна, 17 августа. Визит в ОИЯИ заместителя министра финансов Российской Федерации П. А. Кадочникова (справа). На экскурсии в ЛФВЭ

Минск (Беларусь), 25–27 августа. Встреча директора ОИЯИ академика Г. В. Трубникова с председателем Президиума НАН Беларуси В. С. Караником.
Фото: © ГКНТ, НАН Беларуси

В ЛФВЭ гость посетил ускорительный комплекс NICA. О ходе работ по проведению сеанса № 1 с запланированным физическим пуском коллайдера замминистра рассказали вице-директор Института академик В. Д. Кекелидзе и и. о. директора ЛФВЭ А. В. Бутенко.

В ходе рабочей встречи с директором ОИЯИ академиком Г. В. Трубниковым П. А. Кадочников обсудил вопросы, связанные с участием Российской Федерации как страны местопребывания ОИЯИ и крупнейшего партнера в реализации Семилетнего плана развития Объединенного института на 2024–2030 гг., в частности, дальнейшее развитие социальной и научно-исследовательской инфраструктуры ОИЯИ.

25–27 августа состоялся визит директора ОИЯИ академика Г. В. Трубникова в Беларусь. В ходе рабочей встречи с полномочным представителем правительства Беларуси, председателем ГКНТ Республики Беларусь С. В. Шлычковым были рассмотрены перспективы расширения научного сотрудничества, а также повышения квалификации студентов и молодых ученых из Беларуси в ОИЯИ.

На встрече Г. В. Трубникова с председателем Президиума НАН Беларуси В. С. Караником стороны обсудили перспективы дальнейшего развития сотрудничества, в частности, в области физики высоких энергий и наук о жизни и достигли договоренности о визите В. С. Караника в ОИЯИ для ознакомления с флагманскими установками Института. В Минске директор ОИЯИ также принял участие в 16-й Международной школе-конференции «Актуальные проблемы физики микромира».

15 сентября на 138-й сессии Ученого совета ОИЯИ были объявлены имена лауреатов премии «Оганесон» за 2025 г. Ими стали:

— Мишель Спиро (Университет Париж-Сакле (Франция)), председатель коалиции «Земля–человечество», экс-президент Международного союза теоретической и прикладной физики (IUPAP), член Ученого совета Объединенного института ядерных исследований, — за выдающиеся исследования в области физики высоких энергий и ядерной физики, а также пассионарное лидерство в глобальных инициативах по поддержке фундаментальной науки;

— Наталия Павловна Тарасова, член-корреспондент РАН Отделения химии и наук о материалах, профессор, доктор химических наук, директор Института химии и проблем устойчивого развития РХТУ им. Д. И. Менделеева, — за большой вклад в сотрудничество с международными организациями и научными союзами (UNESCO, IUPAC, ISC) для достижения целей устойчивого развития;

— Арутюн Ишханович Аветисян, академик РАН, математик, специалист в области системного программирования, директор Института системного программирования РАН, заведующий кафедрами системного программирования факультета ВМК МГУ, ФУПМ МФТИ, ФКН ВШЭ, — за большой вклад в создание доверенного искусственного интеллекта в научной и прикладной сферах и подготовку молодых специалистов

высокой квалификации в области современных информационных технологий;

— Алексей Михайлович Семихатов, главный научный сотрудник отделения теоретической физики Физического института им. П. Н. Лебедева РАН, ведущий передачи «Вопрос науки» на телеканале «Наука», ведущий канала «Вселенная плюс» на YouTube, лектор и автор научно-популярных фильмов, — за большой вклад в популяризацию научных знаний в России, в том числе в области квантовой физики.

16 сентября в Доме международных совещаний ОИЯИ в смешанном формате прошла первая встреча международного научного редакционного совета (МНРС) журнала ОИЯИ Natural Science Review.

Заседание открыл сопредседатель совета, научный руководитель ЛЯР академик Ю. Ц. Оганесян. Сопредседатель МНРС, директор ОИЯИ академик Г. В. Трубников представил вниманию членов совета ключевые принципы издания. Natural Science Review — это рецензируемый электронный журнал открытого доступа (Diamond Open Access). Выпуски выходят 4 раза в год, при этом на сайте журнала статьи появляются сразу после принятия к публикации и литературного редактирования. Natural Science Review охватывает широкий спектр научных тем мультидисциплинарного тематического профиля, в частности физику, математические и компьютерные науки, химию, экологию и науки о жизни и Земле.

Заместитель главного редактора журнала, ведущий научный сотрудник ЛТФ Е. А. Колганова рассказала об основных результатах, достигнутых со времени публикации его первого выпуска, а также представила статистику по цитируемости, аффилиациям авторов и тематическому наполнению статей. Было отмечено, что одна из главных задач журнала — расширение географии авторов, что является важнейшим фактором для включения Natural Science Review в базы данных Scopus и Web of Science.

Участники заседания обсудили перспективы дальнейшего развития редакционной политики Natural Science Review. На рассмотрение был вынесен ряд предложений, в частности об использовании репозитория программ ЛИТ для хранения результатов интеллектуальной деятельности (РИД), присылаемых для публикации в Natural Science Review, с сопровождением в виде статьи.

Члены совета отметили особую важность усиления работ по популяризации журнала на территории государств-членов ОИЯИ и привлечению новых членов редколлегии и МНРС за пределами Института. Во встрече приняли участие 45 человек, в том числе директора лабораторий Института и члены Ученого совета ОИЯИ.

23 сентября в Доме ученых ОИЯИ состоялось 2-е заседание консультативного совета Международного центра исследований (МЦИ) на базе многоцелевого исследовательского реактора на быстрых нейтронах (МБИР). Главной темой обсуждения стало формирование стратегии совместной работы на МБИР, планы проведения экспериментов в области физики и материаловедения, а также вопросы подготовки специалистов для атомной отрасли.

Открывая заседание, директор ОИЯИ академик Г. В. Трубников, в частности, отметил, что Институт начал работы, в рамках которых рассматривается возможность использования горизонтальных экспериментальных каналов, предусмотренных проектом МБИР, для проведения фундаментальных и прикладных исследований в области ядерной физики, физики твердого тела, медицины и радиобиологии. Он подчеркнул, что цель работы на базе МБИР заключается в проведении передовых научных исследований, разработке новых технологий и подготовке высококвалифицированных кадров, для чего необходимы тесное международное сотрудничество, обмен научными идеями и технологиями.

Дубна, 16 сентября. Участники заседания международного научного редакционного совета журнала ОИЯИ Natural Science Review

Дубна, 23 сентября. 2-е заседание консультативного совета Международного центра исследований на базе многоцелевого исследовательского реактора на быстрых нейтронах

Заместитель генерального директора Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ), директор Департамента ядерной энергетики МАГАТЭ М. В. Чудаков отметил, что агентство поддерживает развитие Международного центра исследований МБИР, которое придерживается международных стандартов качества и безопасности.

С приветственными словами выступили председатель консультативного совета МЦИ МБИР, вице-президент РАН, научный руководитель химического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова С. Н. Калмыков, директор по управлению научно-техническими программами и проектами госкорпорации «Росатом» Н. А. Ильина, директор Института ядерной физики Академии наук Республики Узбекистан И. Садиков.

Вице-директор ОИЯИ В. Д. Кекелидзе рассказал о подготовке к экспериментам и первых результатах на комплексе NICA, подчеркнув значение проекта для международного научного сообщества. Директор ЛНФ Е. В. Лычагин представил доклад о возможности прикладных исследований на выведенных пучках реактора ИБР-2 и рассказал о развитии пользовательской программы. Отдельным направлением обсуждений стала подготовка кадров для атомной отрасли и реализация совместных образовательных инициатив.

В мероприятии приняли участие около 100 представителей научных центров и организаций из более чем 15 стран мира. В их числе — делегации из России, Китая, Беларуси, Узбекистана, Казахстана, Индии, Вьетнама, Бразилии, а также представители МАГАТЭ, Африканской комиссии по ядерной энергии и Агентства по атомной энергии арабских стран.

С 25 по 28 сентября в Москве на ВДНХ проходила Мировая атомная неделя, организованная Госкорпорацией «Росатом». 26 сентября делегация ОИЯИ приняла участие в работе панельной сессии «Симфония нейтронного потока — партитура прогресса: как исследовательский реактор „звучит“ в каждой сфере жизни».

В соответствии с программой сессии специальный представитель директора ОИЯИ по сотрудничеству с международными и российскими научными организациями академик Б. Ю. Шарков представил опыт Объединенного института в организации международных научных исследований на базе исследовательского реактора ИБР-2. Президент Вьетнамского института атомной энергии доктор Чан Ти Тхань рассказал о действующем исследовательском реакторе в Далате и строительстве нового исследовательского реактора на юге Вьетнама, а также отметил важность кооперации с ОИЯИ, в частности, в вопросах формирования профессиональных компетенций сотрудников.

В присутствии участников сессии директор ОИЯИ академик Г. В. Трубников и Чан Ти Тхань подписали документ о сотрудничестве в области подготовки кадров в дополнение к рамочному соглашению между ОИЯИ и Винатомом, подписанному 19 апреля 2019 г.

1 октября ОИЯИ посетила делегация из Социалистической Республики Вьетнам. В состав делегации входили руководители и сотрудники

Дубна, 23 сентября. Встреча дирекции ОИЯИ с делегацией посольства Федеративной Республики Бразилии в РФ во главе с Чрезвычайным и Полномочным Послом Сержио Родригесом дос Сантосом (3-й справа)

ключевых организаций Вьетнамской академии наук и технологий (ВАНТ): Ханойского университета науки и технологий (USTH), Института материаловедения (IMS), Института химии, Института биологии и Института океанографии в сопровождении заместителя начальника Департамента науки, образования и социально-культурных вопросов Аппарата Правительства Вьетнама Нгуена Вьет Хунга.

Программа рабочего визита началась с ознакомления с научной инфраструктурой ОИЯИ. Делегация посетила ЛРБ, экспериментальный зал импульсного реактора ИБР-2М в ЛНФ и Центр прикладной физики в ЛЯР.

В ходе встречи с представителями дирекции и лабораторий ОИЯИ вьетнамская делегация представила видеопрезентацию, посвященную роли науки в технологическом развитии Вьетнама. В числе приоритетных направлений были названы фундаментальная и прикладная физика, радиобиология, биомедицина, материаловедение, информационные технологии, искусственный интеллект, электроника и полупроводниковые технологии.

На встрече стороны обсудили потенциальные механизмы сотрудничества, в частности, был рассмотрен ряд возможных форматов взаимодействия, включая пользовательскую программу

Дубна, 1 октября. Делегация из Социалистической Республики Вьетнам в ЛРБ

на исследовательском реакторе ИБР-2, международные студенческие практики, а также организацию для вьетнамских студентов лекционных занятий с участием сотрудников ОИЯИ и проведение совместных онлайн-семинаров. Подводя итоги встречи, стороны подтвердили взаимную заинтересованность в дальнейшем углублении кооперации.

7–8 октября ОИЯИ посетила делегация Института физики плазмы Китайской академии наук (ASIPP) во главе с генеральным директором Сун Юньтао. Программа началась с визита в ЛЯП, где делегация посетила зал модернизированного электронного ускорителя Линак-200, а также узнала о Нейтринной программе ОИЯИ в рамках мегасайенс-проекта Baikal-GVD.

Китайская делегация приняла участие в научном семинаре, посвященном обсуждению перспективных проектов и исследовательских программ. Научный сотрудник инженерного отдела Института физики плазмы Чэнь Юнхуа представил доклад о достижениях в области разработки медицинских сверхпроводящих циклотронов и систем протонной радиотерапии. Развитие исследований в области радиационного материаловедения осветил заместитель начальника отдела материалов и компонентов термоядерных реакторов Сюй Юйпин. Начальник диагностического отдела Лю Хайцин доложил о прогрессе в создании новых методов и систем диагностики термоядерной плазмы.

Со стороны Объединенного института ядерных исследований были представлены доклады сотрудников ЛЯП, ЛФВЭ и ЛНФ. Главный инженер ЛЯП С. Л. Яковенко рассказал о статусе проекта сверхпроводящего изохронного циклотрона МСЦ-230, предназначенного для протонной лучевой терапии и медико-биологических исследований. Начальник сектора ЛФВЭ М. С. Новиков доложил о ходе создания индуктивного накопителя энергии (SMES) для системы питания сверхпроводящих магнитов бустера и Нуклотрона ускорительного комплекса NICA. Инженер ЛНФ В. Р. Ямурзин представил возможности импульсного реактора ИБР-2 для изучения радиационной стойкости материалов и электронных компонентов. Директор ЛНФ Е. В. Лычагин подчеркнул широкие возможности комплекса спектрометров ИБР-2 и предложил рассмотреть перспективы организации совместных с Институтом физики плазмы фундаментальных и прикладных исследований на базовой установке ЛНФ.

В завершение семинара помощник генерального директора китайского научного центра Дун Шаохуа отметила более чем 10-летнюю историю плодотворного сотрудничества между институтами. В качестве ключевых приоритетов для ASIPP она выделила исследования радиационной стойкости материалов для создания экспериментальных установок нового поколения и разработку передовых технологий диагностики, выразив уверенность в успешной реализации совместных с ОИЯИ проектов в этих направлениях.

Дубна, 7–8 октября. Делегация Института физики плазмы Китайской академии наук во главе с генеральным директором Сун Юньтао в ЛФВЭ

Вена (Австрия), 8–10 октября. 43-е консультативное совещание представителей по связи с INIS в штаб-квартире МАГАТЭ. С докладом выступает С. Н. Круглова (ОИЯИ)

В заключительный день визита для представителей Института физики плазмы были организованы экскурсии на исследовательский реактор ИБР-2 и площадку ускорительного комплекса NICA. В ЛФВЭ состоялась встреча директора ОИЯИ Г. В. Трубникова с директором Института физики плазмы Сун Юньтао, на которой обсуждались перспективы укрепления международного сотрудничества ОИЯИ–ASIPP.

8–10 октября в штаб-квартире МАГАТЭ в Вене прошло 43-е консультативное совещание представителей по связи с INIS. В нем приняли участие представители секретариата INIS МАГАТЭ, 76 участников из 63 государств-членов и трех международных организаций, включая ОИЯИ.

Участники получили обновленную информацию о деятельности INIS за последние 2 года: о количестве информационных продуктов, добавленных в INIS, внедрении новой системы Invenio, использовании INIS посетителями, проектах по харвестингу, автоматизации системы INIS и запланированных усовершенствованиях.

Выступления приглашенных докладчиков из arXiv, ЦЕРН и NEA Databank вызвали дискуссии по обмену опытом в области открытого доступа и открытой науки. Среди наиболее обсуждаемых вопросов были разработка тезауруса и таксономии INIS МАГАТЭ, а также использование искусственного интеллекта в управлении информацией.

В ходе совещания участники смогли ознакомиться с Библиотекой им. Лизы Мейтнер МАГАТЭ, которая сотрудничает с INIS. Были представлены программа стипендий МАГАТЭ им. Марии Склодовской-Кюри и Программа Women in Nuclear, направленные на увеличение числа женщин в ядерной отрасли. С докладами о деятельности INIS на местном уровне выступили представители Болгарии, Венгрии, Замбии, Кипра, Китая, России, Турции и ОИЯИ.

С 11 по 14 октября в Каире (Египет) проходило рабочее совещание по квантовым вычислениям и машинному обучению (QCML-2025), собравшее ученых из Армении, Грузии, Египта, России, Чехии и ЮАР. Организаторами мероприятия выступили ЛИТ ОИЯИ и Академия научных исследований и технологий Египта (ASRT).

13 октября состоялся круглый стол представителей ОИЯИ, ASRT и египетских научных организаций. Темой встречи стала реализация стратегии развития квантовых вычислений в Арабской Республике Египет. Участники встречи обменялись информацией о статусе исследований в данной области, а также обсудили пути и возможности для организации сотрудничества.

Египетская сторона ознакомилась с деятельностью ОИЯИ в административной, научной, инновационной и образовательной плоскостях. Было отмечено, что, будучи международной межправительственной организацией, ОИЯИ является эффективной площадкой для приобретения научных связей, а также может служить проводником для установления контактов с промышленными компаниями.

Стороны обсудили возможные механизмы для запуска совместных проектов. В качестве практического шага для развития кооперации египетская сторона предложила обсудить с руководством ASRT возможность участия в международной стажировке «Опыт ОИЯИ для стран-участниц и партнеров» (JEMS) руководителей и специалистов исследовательских организаций Египта.

24 октября в ОИЯИ состоялось 3-е заседание совместного координационного комитета ОИЯИ – Министерство науки и технологий Китайской Народной Республики (МНТК). Комитет действует в соответствии с протоколом об укреплении сотрудничества в области фундаментальных научных исследований между Министерством науки и высшего образования Российской Федерации, Китайской академией наук, МНТК и ОИЯИ.

На открытии заседания сопредседатель комитета, директор Института Г. В. Трубников отметил, что реализация протокола уже перешла

Каир (Египет), 11–14 октября. Участники рабочего совещания по квантовым вычислениям и машинному обучению

на практический уровень и охватывает широкий спектр направлений. Он подчеркнул особое значение мегасайенс-проекта ОИЯИ — ускорительного комплекса NICA, а также выразил признательность правительству Китая за всестороннюю поддержку научного взаимодействия, отметив заинтересованность в участии китайских коллег в международном проекте глубоководного нейтринного телескопа Baikal-GVD.

В приветственном слове к участникам заседания заместитель министра науки и технологий КНР, сопредседатель комитета Чэнь Цзячан подчеркнул, что встреча направлена на укрепление партнерства в области фундаментальных исследований и поддержку новых стратегических проектов, которые принесут значимые практические результаты.

От имени Министерства науки и высшего образования РФ участников заседания приветствовала директор Департамента международного сотрудничества К. О. Тринченко, отметившая важность четырехстороннего формата взаимодействия и роль ОИЯИ как международной платформы для научного обмена между странами.

Соруководитель экспертной рабочей группы (ЭРГ), научный руководитель ОИЯИ В. А. Матвеев рассказал об итогах 3-го заседания ЭРГ, состоявшегося 17 октября 2025 г. Были рассмотрены промежуточные результаты восьми действующих совместных проектов, реализация которых была признана успешной. ЭРГ рекомендовала продолжить финансирование этих проектов.

Из 23 новых предложений о проведении совместных исследований по результатам экспертного отбора были утверждены семь новых проектов, реализация которых начнется в 2026 г. Соруководитель экспертной рабочей группы, научный сотрудник Института физики высоких энергий Китайской академии наук, академик КАН Чэнь Хешэн отметил, что интерес к программам сотрудничества растет: количество заявок увеличилось на 28 % по сравнению с 2024 г. В ходе заседания комитета были утверждены изменения в составе ЭРГ. В нее вошли академик КАН Цзоу Бинсун, и. о. директора ЛФВЭ А. В. Бутенко и заместитель директора ЛЯП А. В. Гуськов.

Отдельное внимание участники заседания уделили вопросу создания прямого высокоскоростного канала связи между ОИЯИ и научными центрами Китая, который позволит обеспечить стабильное взаимодействие вычислительных центров, участвующих в международных экспериментах, и станет необходимым элементом дальнейшего расширения сотрудничества.

По итогам заседания комитет подтвердил успешное выполнение первых совместных проектов и одобрил их продолжение, согласился с предложением о поддержке второй очереди из семи новых проектов сроком на три года с возможностью продления, одобрил обновленный состав экспертной рабочей группы, отметил важность создания выделенного канала связи между ОИЯИ и научными центрами Китая, договорился о проведении четвертого заседания комитета в 2026 г. на территории Китая. Итоговый протокол заседания подписали сопредседатели комитета Г. В. Трубников и Чэнь Цзячан.

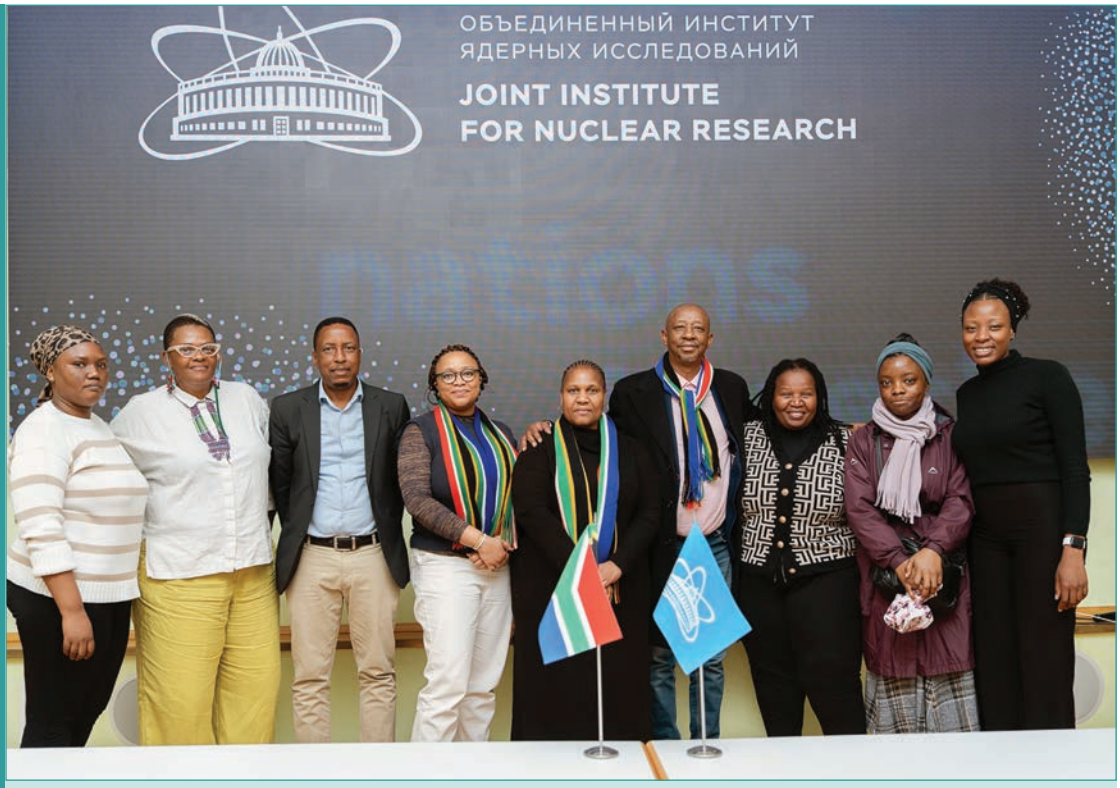
Дубна, 24 октября. 3-е заседание совместного координационного комитета ОИЯИ – Министерство науки и технологий Китайской Народной Республики

После завершения заседания китайская делегация посетила площадку ускорительного комплекса NICA и аллею им. академика Ван Ганчана на территории ЛФВЭ, фабрику сверхтяжелых элементов в ЛЯР, а также мемориальный кабинет Н. Н. Боголюбова в ЛТФ.

31 октября ОИЯИ посетила делегация из Южно-Африканской Республики. В состав делегации входили представители Департамента науки, технологий и инноваций ЮАР (DSTI), Национального исследовательского фонда (NRF), Агентства технологических инноваций (TIA), Национального космического агентства Южной Африки (SANSA) и научно-исследовательской организации MINTEK. Делегацию возглавлял исполняющий обязанности главного директора по международному двустороннему сотрудничеству DSTI С. Масока.

Программа рабочего визита началась с ознакомления с научной инфраструктурой ОИЯИ. Делегация посетила площадку ускорительного комплекса NICA в ЛФВЭ и интерактивную выставку «Базовые установки ОИЯИ» в ДК «Мир».

Центральным событием визита стала встреча в Доме ученых с представителями дирекции и лабораторий Института. В качестве перспективных направлений для сотрудничества были отмечены радиационная биология, ядерная медицина, радиохимия, ускорительные технологии, а также подготовка высококвалифицированных кадров. Особое внимание было уделено опыту уже работающих в ОИЯИ южноафриканских специалистов, которые поделились впечатлениями



Дубна, 31 октября. Визит в ОИЯИ делегации из Южно-Африканской Республики

от участия в международных исследовательских проектах и рассказали об уникальных возможностях для профессионального роста в Объединенном институте. Стороны подтвердили взаимную заинтересованность в проработке комплексной программы сотрудничества и дальнейшем укреплении научно-технологических связей. В завершение визита делегация посетила экспериментальный корпус фабрики сверхтяжелых элементов в ЛЯР.

12 ноября в Доме ученых ОИЯИ состоялся семинар Объединения молодых ученых и специалистов ОИЯИ — 100-й с момента организации еженедельных популярных лекций, которые читают друг для друга сотрудники различных под-

Йоханнесбург (ЮАР), ноябрь. Посещение делегацией ОИЯИ Университета Южной Африки

Дубна, 12 ноября. 100-й семинар Объединения молодых ученых и специалистов ОИЯИ

разделений Института, чтобы ознакомить коллег со сферой своих профессиональных интересов.

На юбилейном семинаре выступил директор Института академик Г. В. Трубников с докладом «Будущие эксперименты в области физики высоких энергий». Он озвучил вопросы современной физики, на которые не отвечает Стандартная модель элементарных частиц и которые подлежат проверке в экспериментах, а также представил обзор мировых ускорителей и лабораторий, ведущих исследования по физике высоких энергий и физике частиц в Швейцарии, США, Китае, России, Японии и других странах. Особое внимание Г. В. Трубников уделил физике нейтрино, которая изучается не только с помощью ускорителей, но и в нейтринных обсерваториях, на атомных электростанциях, в крупных экспериментах по осцилляциям нейтрино — из них ОИЯИ представлен в NOvA и DUNE, — эти эксперименты недавно получили значимые результаты. Лучшей точностью и самым быстрым набором статистики обладает JUNO — подземная обсерватория, построенная в Китае при активном участии ученых, инженеров и программистов ОИЯИ. В конце научно-популярной лекции директор Института рассказал об ускорительном комплексе NICA и отметил роль флагманских установок ОИЯИ на всемирном ландшафте.

Бхубанешвар (Индия), 10–12 ноября. Участники совещания ОИЯИ–Индия по физике частиц, ядерной физике, нейтринной физике и астрофизике

Дубна, 27 ноября. Подписан меморандум о намерениях между Институтом ядерной физики Агентства Республики Казахстан по атомной энергии и ОИЯИ

25 ноября в Доме международных совещаний состоялось совместное заседание НТС ОИЯИ и совета программы социальных и инфраструктурных проектов развития ОИЯИ, на котором обсуждалось развитие социальной инфраструктуры Института. В рамках этой темы члены НТС заслушали информацию о реконструкции территорий и зданий, принадлежащих Объединенному институту, о введении в строй новых культурно-исторических объектов и об обеспечении жильем приезжающих в ОИЯИ ученых и инженеров.

О текущих и предстоящих ремонтах, реконструкции и благоустройстве объектов социальной инфраструктуры ОИЯИ подробно рассказал вице-директор Института Л. Костов. Г. В. Трубников проинформировал о состоянии жилого фонда ОИЯИ и планах по его развитию, отметив, что решение этого вопроса имеет приоритетный статус на долгосрочную перспективу.

27 ноября в Дубне был подписан меморандум о намерениях между Институтом ядерной физики (РГП «ИЯФ») Агентства Республики Казахстан по атомной энергии и ОИЯИ. Подписание состоялось во время официального визита генерального директора РГП «ИЯФ» С. Сахиева в ОИЯИ. Документ закладывает основу для совместной разработки и создания на базе исследовательского реактора ВВР-К в Казахстане высокоинтенсивного источника ультрахолодных нейтронов (ИУХН).

Согласно меморандуму сотрудничество планируется реализовать в несколько этапов, которые подразумевают разработку концепции ИУХН, научной программы и детальной дорожной карты проекта. После одобрения инициативы руководящими органами ОИЯИ будет подписано основное соглашение, которое даст официальный старт совместным работам по созданию новой исследовательской инфраструктуры в ИЯФ.

В заключительной части встречи стороны обсудили праздничные мероприятия в 2026 г. в честь 70-летия ОИЯИ и 20-летия Астанинского филиала Института ядерной физики. Г. В. Трубников и С. Сахиев выразили уверенность в том, что будущий совместный проект станет важной точкой притяжения для ученых со всего мира.

28 ноября состоялся визит делегаций Совета Федерации Федерального Собрания Российской Федерации и Совета Республики Национального собрания Республики Беларусь в ОИЯИ.

Программа визита включала знакомство с ключевыми объектами научной инфраструктуры Института. Гости посетили комплекс NICA в ЛФВЭ, где им был представлен текущий статус проекта и его значение для международного научного сообщества, а также ознакомились с интерактивной экспозицией «Базовые установки ОИЯИ» в ДК «Мир».

На рабочей встрече с руководством ОИЯИ участники, в частности, выразили надежду на то, что дальнейшее укрепление взаимодействия между Россией и Беларусью как государствами-членами ОИЯИ создаст прочную основу для появления новых форм многостороннего сотрудничества в области науки, образования и инноваций, направленных на развитие научно-технологического потенциала России и Беларуси.

1 декабря в смешанном формате прошло первое заседание объединенного координационного комитета ОИЯИ–Бразилия по сотрудничеству

Дубна, 28 ноября. Представители Совета Федерации Федерального Собрания Российской Федерации и Совета Республики Национального собрания Республики Беларусь на экскурсии в ЛФВЭ

между ОИЯИ и Министерством науки, технологий и инноваций Бразилии (MCTI).

От бразильской стороны в заседании приняли участие директор по аналитике и цифровым решениям Национального совета по научно-технологическому развитию (CNPq) Д. Перес Менесес, президент Бразильского общества физики (SBF) С. Кануто и директор по НИОКР Национальной комиссии по ядерной энергетике (CNEN) У. Кальво.

На открытии с приветственными словами выступили директор ОИЯИ Г. В. Трубников, секретарь по стратегической политике и программам MCTI Андреа Брито Латже и сопредседатели комитета. Участниками встречи был утвержден регламент работы комитета и экспертной рабочей группы. Институт номинировал 11 экспертов по перспективным направлениям сотрудничества ОИЯИ и бразильских исследовательских организаций и университетов, которые охватывают широкий спектр тематик.

Комитет выразил уверенность в том, что принятые на первом заседании решения обеспечат надежные организационные механизмы усиления научного взаимодействия между бразильскими исследовательскими центрами и ОИЯИ, которые позволят в короткие сроки начать реализацию совместных научных и научно-образовательных проектов.

Куба, 1 декабря. Первое заседание объединенного координационного комитета ОИЯИ–Бразилия по сотрудничеству между ОИЯИ и Министерством науки, технологий и инноваций Бразилии

Гавана (Куба), 3 декабря. Рабочие встречи делегации ОИЯИ во главе с директором ОИЯИ академиком Г. В. Трубниковым в Министерстве науки, технологий и окружающей среды и Министерстве высшего образования Республики Куба

3 декабря делегация ОИЯИ во главе с директором ОИЯИ академиком Г. В. Трубниковым провела рабочие встречи в Министерстве науки, технологий и окружающей среды (CITMA) и Министерстве высшего образования (MES) Республики Куба. Со стороны кубинских ведомств во встречах приняли участие министр CITMA Армандо Родригес Батиста и министр MES Вальтер Балуха Гарсия.

Стороны обсудили перспективы развития международного научно-технического сотрудничества. В частности, ОИЯИ и CITMA подтвердили планы по открытию Информационного центра Объединенного института в Гаване в 2026 г., а также договорились о подготовке проекта совместной исследовательской лаборатории под эгидой Министерства науки Кубы, основной задачей которой станет развитие ядерных технологий для решения задач в области изменения климата, экологии и биомедицины.

В рамках диалога с Министерством высшего образования была достигнута договоренность об участии ОИЯИ в 15-м Международном конгрессе высшего образования «Университет-2026», где специалисты из Дубны представят научно-образовательные возможности Объединенного института для университетов стран Латинской Америки. Реализация этих инициатив будет способствовать углублению взаимодействия ОИЯИ как с кубинскими, так и с другими научно-образовательными организациями Латиноамериканского региона.

4 декабря в Гаване состоялось торжественное мероприятие в честь 50-летия вступления Кубы в состав государств-членов ОИЯИ. Участие

Гавана (Куба), 4 декабря. Торжественное мероприятие в честь 50-летия вступления Кубы в состав государств-членов ОИЯИ

в церемонии приняли члены правительства Республики Куба, делегации стран-участниц ОИЯИ, представители научного сообщества стран Латинской Америки, а также ведущие кубинские ученые, карьера которых начиналась в Дубне.

Президиум возглавили директор ОИЯИ академик Г. В. Трубников и полномочный представитель правительства Республики Куба в ОИЯИ, генеральный директор Центра радиационной защиты и гигиены (CPHR) Гонсало Вальвин Салас. Среди почетных гостей на мероприятии присутствовали министр науки, технологий и окружающей среды Кубы Армандо Родригес Батиста, заместитель министра науки Идалия Лопес Перес, президент Агентства по ядерной энергии и передовым технологиям (AENTA) Глэдис Лопес Бехерано, а также почетный академик Кубинской академии наук Карлос де Хесус Родригес Кастельянос.

Сотрудничество ОИЯИ и Кубы было официально закреплено 1 июня 1976 г. со вступлением республики в состав государств-членов Института. В течение первых полутора десятилетий в лабораториях ОИЯИ работали свыше 70 кубинских ученых и инженеров, а известный специалист в области квантовой механики Элиас Энтральго с 1983 по 1989 г. занимал пост вице-директора Объединенного института.

Г. В. Трубников представил обзорный доклад о научной деятельности ОИЯИ, подробно осветив работу всех семи лабораторий, их ключевые достижения и проекты. Особое внимание в докладе было уделено перспективам развития сотрудничества с Кубой. В настоящее время кубинские ученые и студенты принимают активное участие в совместных исследованиях по радиационной биологии, материаловедению и радиомедицине. Ключевыми партнерами ОИЯИ

Бразилиа (Бразилия), 5 декабря. Участники международного семинара, посвященного перспективам развития научного сотрудничества в области физики в странах Латинской Америки.
Фото: © Marcelo Gondim (CNPq)

сегодня являются AENTA, Центр прикладных технологий и ядерного развития (CEADEN), Гаванский университет, CPHR, Центр перспективных исследований (CEA), Институт технологий и прикладных исследований (InSTEC), Центр изотопов (CENTIS) и Центр неврологии (CNEURO). В области фундаментальных исследований сотрудничество реализуется в рамках коллаборации SPD на ускорительном комплексе NICA, к которой в 2024 г. присоединилась научная группа из Гаванского университета.

Полномочный представитель правительства Республики Куба в ОИЯИ Гонсало Вальвин Салас рассказал о том, как начиналось сотрудничество в 1970-е гг. С момента вступления Кубы в состав государств-членов Института через научную школу Дубны прошли свыше 300 кубинских специалистов. Он отметил, что за последние два десятилетия взаимодействие Кубы и ОИЯИ значительно активизировалось, особенно в рамках программы прикладных исследований Института.

С приветственными словами на мероприятии также выступили представители научных организаций Кубы и других стран Латиноамериканского региона: Хосе Луис Дона (AENTA), Оскар Диаз Ризо (InSTEC), Андрес Крейнер (UNSAM, Аргентина), Глория Карвальо Кассар (MINCYT, Венесуэла), Иван Падрон Диас (ЛРБ ОИЯИ, CEADEN), Эдвин Педреро Гонсалес (IMRE, Куба).

4–5 декабря в Гаване (Республика Куба) состоялся международный семинар «ОИЯИ – Латинская Америка: партнерство во имя будущего». Его цель — укрепление научных связей и обсуждение возможностей для реализации проектов Объединенного института и научных организаций Латиноамериканского региона.

Программа семинара включала презентации по всем основным направлениям исследований лабораторий ОИЯИ, которые представили ведущие ученые Института. С докладами о научных программах и экспериментальных исследованиях, проводимых в странах Латинской Америки, выступили выдающиеся специалисты в области физики, химии и радиобиологии Латиноамериканского региона.

В рамках семинара был организован круглый стол, перед началом которого обзорный доклад о возможностях ОИЯИ для специалистов из Латинской Америки представила О.-А. Куликов. Она подробно рассказала об образовательных программах Института (START и INTEREST), пользовательских программах и правилах доступа к уникальным научным установкам (ИБР-2, Линак-200), а также о социальной инфраструктуре ОИЯИ для иностранных специалистов.

Научный сотрудник Национального автономного университета Мексики (UNAM) профессор Эфраин Рафаэль Чавес Ломели поделился успешным опытом сотрудничества с ОИЯИ. Он подчеркнул важность не только развития научных контактов, но и работы по заключению межправительственных соглашений для обеспечения широкого взаимного доступа к исследовательской инфраструктуре ОИЯИ и научных центров Латинской Америки.

По итогам семинара были достигнуты договоренности о распространении латиноамериканскими учеными информации о возможностях ОИЯИ в своих странах, а также об участии специалистов из Дубны в работе Физического общества Латинской Америки и организации совместных научных семинаров.

Гавана (Куба), 4–5 декабря. Международный семинар «ОИЯИ – Латинская Америка: партнерство во имя будущего»

Мехико (Мексика), 8 декабря. После подписания трехстороннего соглашения о расширении научного сотрудничества между ОИЯИ, Секретариатом по науке, гуманитарным наукам, технологиям и инновациям и Институтом ядерных наук Национального автономного университета Мексики. *Фото: © Secihti*

8 декабря в Мехико (Мексика) делегация ОИЯИ посетила Секретариат по науке, гуманитарным наукам, технологиям и инновациям (Secihti) — орган федеральной исполнительной власти Мексиканских Соединенных Штатов с функциями министерства науки и технологий. На встрече было подписано трехстороннее соглашение между ОИЯИ, Секретариатом и Институтом ядерных наук UNAM о расширении научного сотрудничества.

От имени главы Secihti секретаря Р. Руис Гуттиерез заместитель министра по науке и гуманитарным наукам профессор В. Рохас очертила актуальный статус сотрудничества ОИЯИ–Мексика согласно декларации о намерениях совместной деятельности в области фундаментальных, передовых и прикладных научных исследований, подписанной в 2023 г.

Директор ОИЯИ академик Г. В. Трубников обозначил, что предметом заключаемого трехстороннего соглашения является, в первую очередь, создание инструментов для дальнейшего расширения сотрудничества ОИЯИ–Мексика. По результатам конкурсного отбора в рамках данного соглашения будут финансироваться три научных направления: ядерно-аналитические методы изучения наноматериалов и образцов окружающей среды, участие в работе коллаборации MPD NICA и исследования на высокоэнергетических пучках на ускорителе Ван де Граафа.

Вице-директор ОИЯИ академик В. Д. Кекелидзе рассказал об экспериментах на ускорительном комплексе NICA и участии мексиканских ученых в коллаборациях мегасайенс-проекта NICA, отметив вклад в развитие проекта MPD коллаборации мексиканских институтов под эгидой UNAM и роль научного сотрудника Института ядерных наук UNAM А. Айялы в качестве председателя институционального совета MPD.

9 декабря в Национальном автономном университете Мексики (UNAM) состоялся семинар «Возможности научного сотрудничества Мексика–ОИЯИ». В нем приняли участие представители ОИЯИ, научных подразделений UNAM: Института физики (IFUNAM), Института ядерных наук (ICN-UNAM) и других ведущих университетов страны.

Обзор ключевых исследований Объединенного института представил директор Г. В. Трубников. Руководитель проекта NICA, вице-директор ОИЯИ В. Д. Кекелидзе рассказал слушателям об основных целях проекта, обозначил текущую стадию реализации комплекса и дал общую характеристику планируемых экспериментов. Отдельно он отметил участие мексиканских исследователей в коллаборациях, работающих на базе NICA. В продолжение семинара руководитель Департамента международного сотрудничества О.-А. Куликов рассказала о формах международного партнерства ОИЯИ и возможностях доступа к научной инфраструктуре Института.

Научную программу мероприятия дополнили выступления А. Раи (Мичоаканский университет Сан-Николас-де-Идальго, UMSNH), Н. Дасгупты (UMSNH), Э. Чавеса и А.-М. Четто (IFUNAM), посвященные исследованиям в области физики высоких энергий, материаловедения, наук о Земле,

Мехико (Мексика), 9 декабря. Участники семинара «Возможности научного сотрудничества Мексика–ОИЯИ» в Национальном автономном университете Мексики

а также перспективам расширения партнерских связей с ОИЯИ.

Семинар завершился сессией вопросов и ответов, которую провел научный сотрудник ICN-UNAM, председатель институционального совета MPD NICA А. Айяла.

13 декабря ОИЯИ посетила делегация Социалистической Республики Вьетнам во главе с вице-президентом Вьетнамской академии наук и технологий (ВАНТ) Чан Хонг Тхаем. Целью визита стало ознакомление с научной инфраструктурой и исследованиями ОИЯИ. На встрече с руководством Института обсуждались перспективы дальнейшего развития сотрудничества.

Подчеркивая стратегическое значение партнерства с Вьетнамом, директор ОИЯИ академик Г. В. Трубников отметил стабильный прирост вьетнамских специалистов в ОИЯИ, что служит лучшим подтверждением прочности международных связей между сторонами.

Вице-президент ВАНТ Чан Хонг Тхай высоко оценил международную деятельность ОИЯИ и подтвердил значимость участия Вьетнама в работе Института. По его словам, сотрудничество должно быть направлено на решение уникальных научно-технических задач, в частности, в медицине, экологии и других областях. Особое внимание вице-президент Вьетнамской академии наук и технологий обратил на необходимость формирования сбалансированной системы подготовки кадров, где акцент будет делаться на работе как со студентами, так и с опытными исследователями.

Специальный представитель директора ОИЯИ по сотрудничеству с международными и российскими научными организациями академик Б. Ю. Шарков рассказал о своем участии в научно-образовательном форуме «Россия–Вьетнам: 75 лет сотрудничества», который проходил в Москве с 11 по 13 декабря 2025 г. В рамках обзорного доклада на мероприятии он представил историю партнерских отношений Института с Вьетнамом и новые возможности для совместной работы над крупными проектами.

Координатор сотрудничества ОИЯИ–Вьетнам, член Ученого совета ОИЯИ Ле Хонг Кхьем охарактеризовал ОИЯИ как оптимальную платформу для развития вьетнамской науки. Он также рассказал, что вьетнамские специалисты из ОИЯИ за последние два года провели три эксперимента на установке ИРЕН в ЛНФ и опубликовали 10 научных статей.

Подводя итоги встречи, Г. В. Трубников отметил удовлетворенность сложившимся сотрудничеством и поблагодарил Вьетнамскую академию наук и технологий за поддержку Института и объединенного координационного комитета ОИЯИ–Вьетнам.

Дубна, 13 декабря. Встреча в дирекции ОИЯИ с делегацией Социалистической Республики Вьетнам во главе с вице-президентом Вьетнамской академии наук и технологий Чан Хонг Тхаем (4-й справа)

Помимо представителей ВАНТ в состав делегации входили сотрудники крупных научных центров Вьетнама, таких как Институт океанографии, Институт материаловедения, Институт биологии, Институт науки и технологий в области энергетики и окружающей среды, а также дипломаты из посольства Вьетнама в России и вьетнамские студенты.

В завершение визита делегация посетила площадку ускорительного комплекса NICA в ЛФВЭ, а также провела рабочую встречу с национальной группой ученых из Вьетнама, работающих в ОИЯИ.

24 декабря в Доме международных совещаний состоялось заседание НТС ОИЯИ. Открывая заседание, председатель НТС Е. А. Колганова напомнила о том, какие темы были рассмотрены на 9 заседаниях НТС 2025 г.: привлечение кадров, развитие социальной инфраструктуры Института, выдвижение сотрудников на премии Правительства РФ и в члены РАН, организация мероприятий к 70-летию ОИЯИ. Результатом обсуждения на НТС научной программы по радиационной биологии в ОИЯИ стало создание межлабораторного совета по этой области исследований.

Директор ОИЯИ Г. В. Трубников сообщил о важнейших событиях из жизни Института последних месяцев и представил краткий обзор основных научных результатов 2025 г. в каждой из семи лабораторий ОИЯИ, выделив опубликованные статьи по всем областям исследований, проводимых в лабораториях, а также работы, которые были выполнены в международных группах. Докладчик анонсировал переход на новую систему оплаты труда, который займет несколько лет, отметил успехи в бюджетной и экономической политике, существенный рост количества научных визитов в Институт и упоминаний ОИЯИ в СМИ.

Директор Института озвучил ряд ключевых задач в сфере науки и образования, которые будут решаться в ближайшие годы: перезагрузка топлива на реакторе ИБР-2; модернизация Нуклотрона; расширение сотрудничества с государствами-членами по созданию их научной инфраструктуры; создание Международного парка науки и технологий в сотрудничестве с Министерством науки и высшего образования РФ, правительством Московской области, ОЭЗ «Дубна» и государственным университетом «Дубна»; строительство центра протонной терапии на базе сверхпроводящего циклотрона МСЦ-230 и др. В заключение доклада Г. В. Трубников выразил благодарность в адрес всех сотрудников Института, отметив благоприятный рабочий климат в ОИЯИ, и вручил сотрудникам Института награды.

КОНФЕРЕНЦИИ и СОВЕЩАНИЯ

Среди научных конференций и рабочих совещаний, организованных ОИЯИ в 2025 г., наиболее крупными были 12.

18 марта в Лаборатории информационных технологий состоялся ***мемориальный семинар, посвященный 95-летию со дня рождения Николая Николаевича Говоруна***. Член-корреспондент Академии наук СССР, инициатор создания локальной информационно-вычислительной сети ОИЯИ — он по праву считается тем, благодаря кому Лаборатория вычислительной техники и автоматизации, а ныне Лаборатория информационных технологий, стала лидером в области IT в России (стране местоположения ОИЯИ) и в странах-участницах Института.

В семинаре, который проходил в гибридном формате, приняли участие научный руководитель ОИЯИ академик В. А. Матвеев, вице-директора ОИЯИ В. Д. Кекелидзе и Л.Костов, руководство и сотрудники ЛИТ, а также других лабораторий и подразделений Института, ведущие ученые РФ в сфере IT, представители партнерских организаций ЛИТ, коллеги и друзья Н. Н. Говоруна, члены его семьи.

Торжественный семинар открыл вице-директор ОИЯИ член-корреспондент РАН В. Д. Кекелидзе. «Роль Николая Николаевича трудно переоценить. Первым реализовав язык программирования Фортран для ЭВМ БЭСМ-6, он открыл нам всю мощь и богатство программных продуктов, которые создавались в мире в области физики высоких энергий. Знаковым является то, что сегодня в ОИЯИ работает мощный суперкомпьютер „Говорун“, и то, что Центр обработки данных Федеральной налоговой службы РФ находится в Дубне на улице Н. Н. Говоруна», — сказал В. Д. Кекелидзе.

Директор ЛИТ С. В. Шматов отметил: «Вся научная программа ЛИТ пронизана духом и основана на блестящих идеях Николая Николаевича. Вектор, заданный Н. Н. Говоруном, на мно-

Лаборатория информационных технологий им. М. Г. Мещерякова, 18 марта. Мемориальный семинар, посвященный 95-летию со дня рождения Н. Н. Говоруна

гие годы определил направление реализации научных экспериментов на крупных физических установках. Уверен, что все мы приложим максимальные усилия для того, чтобы развить и приумножить то научное достояние, которое он нам оставил».

Научный руководитель ЛИТ В. В. Кореньков в своем докладе подчеркнул пионерскую роль Н. Н. Говоруна для становления информатики в СССР и его определяющий вклад в становление ЛВТА ОИЯИ. Были отмечены работы Н. Н. Говоруна по созданию программ для ЭВМ по обработке снимков с пузырьковых и искровых камер, транслятора с языка программирования Фортран и мониторной системы «Дубна» для передовой ЭВМ того времени БЭСМ-6, а также его идея и ее реализация по созданию в ОИЯИ иерархического комплекса вычислительных средств автоматизации научных исследований. «Николай Николаевич Говорун был инициатором и главной движущей силой многих проектов. Он быстро принимал решения, заряжал своей энергией и оптимизмом всех вокруг. У него в голове был свой суперкомпьютер», — поделился воспоминаниями о своем учителе В. В. Кореньков.

Выступления на семинаре были посвящены разным этапам пути Н. Н. Говоруна в науке и жизни. Не раз говорилось об уникальной одаренности ученого, его целеустремленности, самоотверженном труде, его таланте собирать и вдохновлять научные коллективы. При этом Н. Н. Говорун умел быть вовлеченным в проблемы коллег, находил время, чтобы уделять внимание супруге и детям. Своими воспоминаниями с собравшимися поделились научный руководитель Института прикладной математики им. М. В. Келдыша РАН Б. Н. Четверушкин, главный научный сотрудник ЛИТ Г. А. Ососков, бывший заместитель директора ЛВТА А. А. Карлов, Н. Ю. Ширикова, ученый секретарь ЛРБ И. В. Кошлань, заведующий кафедрой автоматизации систем вычислительных комплексов ВМК МГУ Р. Л. Смелянский. Члены семьи Н. Н. Говоруна — сын Николай и дочь Татьяна, его зять П. Н. Вабищевич, племянница О. В. Лащенова — выступили на семинаре и тепло поблагодарили лабораторию за сохранение доброй памяти о Николае Николаевиче.

В рамках торжественного мероприятия состоялась презентация книги-альбома «Николай Николаевич Говорун. Портрет на фоне эпохи». Книга издательства «РМП» (Real Modern Pictures), которое занимается изданием биографических и корпоративных книг, посвящена жизни и пути в науке известного ученого. В ней в воспоминаниях коллег и членов семьи раскрываются характер Н. Н. Говоруна как ученого и человека, образ времени, в котором он жил.

15–17 апреля в ЛФВЭ в смешанном формате проходило ***15-е коллаборационное совещание по эксперименту MPD (Multi-Purpose Detector)***, в котором приняли участие более 190 специалистов. На совещании был представлен актуализированный план реализации проекта многоцелевого детектора. Центральными темами для обсуждений стали статус ускорительного комплекса NICA, готовность ключевых систем MPD и перспективная программа физических исследований.

С приветственным словом к участникам обратился вице-директор ОИЯИ В. Д. Кекелидзе. Он отметил расширение коллаборации MPD более чем в два раза с момента первого совещания, а также значительный прогресс международной команды специалистов в реализации проекта многоцелевого детектора ускорительного комплекса NICA.

Главный инженер комплекса NICA Е. М. Сыресин представил доклад о текущем состоянии ускорительного комплекса в ЛФВЭ и планах по его дальнейшему развитию. Особое внимание было уделено работам, направленным на увеличение интенсивности ионного пучка.

Руководитель коллаборации MPD, главный научный сотрудник сектора идентификации элементарных частиц ЛФВЭ В. Г. Рябов доложил о статусе эксперимента MPD. Он отметил готовность времяпролетной системы ToF, переднего адронного калориметра FHCal и модулей быстрого переднего детектора FFD, а также успешную тестовую установку силового углепластикового каркаса в соленоид. Проведен обширный комплекс исследований, направленных на изучение возможностей экспериментальной установки MPD для измерения различных физических сигналов как в режиме столкновения встречных пучков в коллайдере, так и в столкновениях с фиксированной мишенью. Продолжается развитие программного обеспечения и методики анализа данных для наиболее эффективной работы с реальными данными. В целом докладчик отметил увеличение активности коллаборации, что вызвало рост числа публикаций по тематике исследований на MPD в рецензируемых журналах.

С обзорным докладом о ходе работ по созданию и интеграции ключевых структурных элементов многоцелевого детектора выступил начальник научно-экспериментального отдела MPD В. М. Головатюк. Он сообщил, что производство всех компонентов MPD для первого этапа эксперимента продолжается с незначительными задержками. Согласно текущему плану к моменту первых столкновений пучков в коллайдере в точке столкновения будет установлен уже готовый блок детектора, способный измерить основные параметры взаимодействия пучков. После обеспечения стабильной работы ускорительного комплекса и доведения параметров пучков до определенных значений в пучок встанет весь детектор MPD массой более 1000 т. К этому времени будут завершены работы по его сборке.

Лаборатория физики высоких энергий им. В. И. Векслера и А. М. Балдина, 15–17 апреля. 15-е коллаборационное совещание по эксперименту MPD

О подготовке сверхпроводящего соленоидального магнита доложил заместитель главного инженера ЛФВЭ ОИЯИ К. А. Мухин. С докладами, посвященными разработке программного обеспечения, выступили начальник сектора ЛФВЭ О. В. Рогачевский и ведущий научный сотрудник ЛИТ С. Гнатич. Е. И. Антохин (ИЯФ СО РАН) представил статус объемного измерителя магнитного поля (Mapper), изготовленного в Новосибирске для эксперимента MPD. Ведущий научный сотрудник ЛФВЭ А. В. Тараненко выступил с докладом «Системное и быстрое сканирование в MPD».

В ходе совещания состоялось заседание представителей институтов-участников коллаборации (MPD Institutional Board), на котором в закрытом формате обсуждались организационные вопросы.

16 апреля для всех присутствующих в Дубне участников была организована ознакомительная экскурсия на ускорительный комплекс NICA. В завершающий день совещания состоялась открытая дискуссия, на которой были подведены его итоги.

13–15 мая в ЛФВЭ проходило ***14-е коллаборационное совещание по проекту BM@N***. Участники обсудили статус и перспективы развития эксперимента, проводимого в рамках мегасайенс-проекта NICA. Мероприятие, проходившее в гибридном формате, собрало более 135 участников из ОИЯИ и 13 ведущих научных организаций и университетов Болгарии, Израиля, Казахстана, России и Узбекистана.

Открывая совещание, вице-директор ОИЯИ В. Д. Кекелидзе отметил, что коллаборация находится в авангарде проекта NICA, являясь лидером по сбору и анализу данных, научные статьи по проекту BM@N публикуются в престижных научных журналах, таких как Nuclear Instruments and Methods, а количество ее участников постепенно растет.

Главный научный сотрудник ЛФВЭ ОИЯИ и руководитель коллаборации Р. Ледницки в своем докладе напомнил, что в ее состав входят более двухсот участников из пяти стран. В 2024 г. ученые и специалисты проекта были удостоены двух премий ОИЯИ. Результаты экспериментов и анализ их данных регулярно представляются на ведущих конференциях по ядерной физике. В рамках проекта была защищена кандидатская диссертация.

Доклад технического координатора эксперимента и заместителя начальника научно-экспериментального отдела многоцелевого детектора MPD ЛФВЭ ОИЯИ С. М. Пиядина был посвящен статусу работ на детекторе BM@N. Им были представлены новые конфигурации и положения детекторов, расположенных в магните SP-41. Докладчик рассказал об установке кремниевых детекторов, детекторов на основе газовых электронных умножителей и катодно-стриповых камер, а также осветил вопросы модернизации времяпролетных детекторов ToF-400.

На совещании были представлены работы по анализу данных экспериментов, а также подробности подготовки детекторных, триггерных и других систем установки. 13 мая состоялось заседание представителей институтов-участников коллаборации BM@N (Institutional Board). В заключительный день обсуждались вопросы

Лаборатория физики высоких энергий им. В. И. Векслера и А. М. Балдина, 13–15 мая. 14-е коллаборационное совещание по проекту BM@N

разработки программного обеспечения, автоматизации процессов сбора, хранения и обработки данных, внедрения машинного обучения для обработки экспериментальных данных.

17 июня в Доме ученых ОИЯИ состоялся юбилейный семинар Лаборатории радиационной биологии ОИЯИ ***«Радиационная биология — на стыке фундаментальных наук. 20 лет в фокусе»***.

Директор ОИЯИ академик Г. В. Трубников напомнил об основных вехах развития радиобиологических исследований в ОИЯИ. Ученый секретарь ЛРБ И. В. Кошлань зачитал приветствие научного руководителя ЛРБ члена-корреспондента РАН Е. А. Красавина, который отметил выдающуюся роль в зарождении радиобиологии в Институте директора ЛЯП ОИЯИ члена-корреспондента АН СССР В. П. Джелепова и директора Института экспериментальной патологии и терапии рака АМН СССР академика Н. Н. Блохина. Директор ЛРБ А. Н. Бугай представил доклад об основных достижениях лаборатории и перспективах будущих исследований.

С поздравлениями в адрес лаборатории выступили администрация Института, коллеги и представители организаций-партнеров, в тесной коллаборации с которыми в течение многих лет проводятся исследования по различным научным направлениям. По случаю торжества сотрудникам лаборатории были вручены награды. Аудитории был представлен фильм о становлении ЛРБ от истоков в 1959 г. до наших дней. К юбилею ЛРБ ОИЯИ издательство «РМП» выпустило книгу-альбом «Лаборатория радиационной биологии». Торжественный вечер завершился концертом скрипичного квартета Дубненского симфонического оркестра.

С 7 по 11 июля в ЛИТ ОИЯИ проходила ***11-я Международная конференция «Распределенные вычисления и грид-технологии в науке и образовании» (GRID'2025)***. Она была посвящена юбилейным датам основателей ЛИТ ОИЯИ: 115-летию со дня рождения М. Г. Мещерякова и 95-летию со дня рождения Н. Н. Говоруна, и проводилась в преддверии празднования в 2026 г. 70-летия Объединенного института ядерных исследований и 60-летия Лаборатории информационных технологий.

Конференция традиционно привлекла многочисленное сообщество российских и зарубежных специалистов, готовых обсудить возникающие задачи и перспективы, связанные с использованием и развитием распределенных вычислений и грид-технологий, гетерогенных и облачных вычислений в различных областях науки.

В ее работе приняли участие около 300 ученых из научных центров Армении, Беларуси, Болгарии, Грузии, Египта, Ирана, Казахстана, Китая, Мексики, Руанды, Тайваня, Узбекистана, Франции, ЦЕРН, ЮАР. Россия была представлена участниками из 44 университетов и исследовательских центров.

На открытии конференции участников приветствовали директор ОИЯИ академик Г. В. Трубников, научный руководитель ОИЯИ академик

Алушта (Крым, Россия), 8–15 июня. Участники 14-й Международной конференции молодых ученых и специалистов «Алушта-2025»

В. А. Матвеев, директор ЛИТ С. В. Шматов и научный руководитель ЛИТ В. В. Кореньков.

В своем докладе Г. В. Трубников представил последние достижения Института, крупные научные проекты, направления исследований и базовые установки, отметив вклад Лаборатории информационных технологий в деятельность ОИЯИ и, в частности, в подготовку кадров и создание цифровой среды в Институте.

Программу продолжил доклад академика А. И. Аветисяна (ИСП РАН) о вызовах, встающих перед современным обществом в области кибербезопасности как следствие широкого внедрения информационных технологий, в том числе с использованием искусственного интеллекта. Высокопроизводительные вычислительные системы с реконфигурируемой архитектурой были рассмотрены в докладе академика И. А. Каляева

Улан-Батор (Монголия), 30 июня – 4 июля. Слушатели Международной школы по ядерным методам и прикладным исследованиям в науках об окружающей среде, материалах и жизни (NUMAR-Gobi 2025)

(НИИ МВС ЮФУ, Таганрог). В ходе доклада были представлены российские разработки в этой области. Член-корреспондент В. В. Воеводин (НИФЦ МГУ, филиал МГУ в Сарове) обозначил суперкомпьютерный кодизайн как центральную проблему современных суперкомпьютерных технологий и параллельных вычислений. С докладом о статусе реализации проекта межуниверситетской квантовой сети и первых шагах в направлении построения защищенной цифровой инфраструктуры нового поколения выступил В. Е. Велихов (НИЦ «Курчатовский институт»). Член-корреспондент Р. Л. Смелянский (МГУ) представил видение того, какой будет вычислительная инфраструктура будущего, отметив, что основным двигателем развития вычислительных технологий являются прикладные нужды. Организация ресурсоемкого компьютерного моделирования в режиме реального времени стала темой доклада А. Б. Дегтярева (СПбГУ).

Выступление В. В. Коренькова (ОИЯИ) было посвящено истории развития и современному состоянию распределенных вычислений в ОИЯИ, включая тенденции их развития для крупномасштабных научных проектов. О пути, который проделала Лаборатория информационных технологий за прошедшие 60 лет с момента создания, рассказала Т. А. Стриж (ОИЯИ).

О том, какие задачи научной программы ОИЯИ решаются с использованием суперкомпьютера «Говорун», рассказал Д. В. Подгайный (ОИЯИ), анонсировав завершение нового этапа модернизации, реализованного совместно ЛИТ и группой компаний РСК. В результате модернизации общая пиковая производительность СК «Говорун» достигла 2,2 Пфлопс для операций с двойной точностью. На примере модернизации суперкомпьютера «Говорун» в 2024–2025 гг. А. А. Московский (ЗАО «РСК Технологии») представил аппаратно-программные решения РСК — ведущего российского разработчика и интегратора инновационных суперкомпьютерных решений.

Ряд пленарных докладов был посвящен вопросам компьютинга и программного обеспечения для мегасайенс-проектов. О распределенной обработке и хранении данных эксперимента BM@N в свете подготовки к Run 9 рассказал К. В. Герценбергер (ОИЯИ). А. В. Тараненко (ОИЯИ) представил результаты полномасштабного моделирования экспериментальной установки MPD и методы анализа данных. Д. А. Олейник (ОИЯИ) сделал доклад о ходе реализации задач по разработке ПО и компьютинга эксперимента SPD, отметив значительный прогресс в разработке комплекса промежуточного программного обеспечения, отвечающего за многоступенчатую, высокопропускную обработку экспериментальных данных. С. Гнатич (ОИЯИ) рассказал о разработке ПО для эксперимента MPD. Ю. Андреева (ЦЕРН) представила статус и планы проекта WLCG (Worldwide LHC Computing Grid), который на протяжении более 20 лет с успехом развивается и продолжает решать задачи распределенных вычислений для экспериментов на Большом адронном коллайдере. Сюаньтун Чжан (ИФВЭ, Китай) рассказал об организации работы распределенных вычислений ИФВЭ для международных физических коллабораций, а Сяомэй Чжан (ИФВЭ, Китай) сделала доклад о распределенной вычислительной системе нейтринного эксперимента JUNO. Доклад А. Ю. Царегородцева (CPPM-IN2P3-CNRS, Франция) был посвящен статусу и развитию платформы распределенных вычислений DIRAC. О. И. Семенов (ИТЭР-Центр, Россия)

Лаборатория информационных технологий им. М. Г. Мещерякова, 7–11 июля. Участники 11-й Международной конференции «Распределенные вычисления и грид-технологии в науке и образовании» (GRID'2025)

сделал доклад о создании и развитии проекта Russian Scientific Network for Fusion Research, направленного на создание единой научной сети для исследований в области термоядерного синтеза. О комплексной системе мониторинга, автоматизации и анализа для вычислительного кластера Института физики высоких энергий им. А. А. Логунова рассказал В. В. Котляр (ИФВЭ НИЦ КИ).

В. В. Топорков (МЭИ) рассказал о стратегии планирования многопрофильных рабочих процессов и управлении ресурсами в облачных вычислениях. Тематика была продолжена в докладе Н. А. Балашова (ОИЯИ) о статусе облачной инфраструктуры ОИЯИ и распределенной информационно-вычислительной платформы, интегрирующей облачные ресурсы организаций государств-членов ОИЯИ.

Доклад о высокопроизводительных вычислениях в радиационной биологии сделал А. Н. Бугай (ОИЯИ), отметив, что коллеги из ЛРБ используют мощности СК «Говорун», в том числе с применением методов глубокого машинного обучения. С экспериментальной программой коллаборации ARIADNA, созданной для реализации прикладных исследований на ускорительном комплексе NICA, участников конференции ознакомил О. В. Белов (ОИЯИ). Большой интерес вызвал доклад члена-корреспондента РАН М. В. Фёдорова (ИППИ РАН) о суперкомпьютерном моделировании и машинном обучении в молекулярных науках. Он отметил, что оцифровка химической информации с помощью искусственного интеллекта (ИИ) и с использованием гибридных методов ИИ обладает огромным потенциалом для развития самых разных сфер в науке и инновациях. Биоинформатика как информатика на основе биокомпьютерных технологий, хранилищ информации ДНК и нанобиоэлектроники и ее применения были рассмотрены в докладе В. Д. Лахно (ИМПБ РАН).

В. А. Сухомлин (МГУ) посвятил свое выступление современным стандартам и трендам подготовки профессиональных кадров высшей квалификации в области информационных технологий. Н. Г. Багдасарян (МГТУ) сделала доклад об институциональной трансформации в эпоху ИИ и вызовах, которые стоят перед современными научными школами. В докладе А. А. Артамонова (НИЯУ МИФИ) речь шла о методологии интеллектуального анализа научно-технической информации.

О подходах к созданию решений для задач HPC, ЦОД и облаков рассказал С. В. Плюснин (ООО «Е-Флопс»). Современный взгляд на построение горизонтально-масштабируемого решения для задач хранения большого объема данных был представлен в докладе С. В. Богатырева (технологическая компания YADRO). А. В. Богданов (СПбГУ) рассказал о перспективной архитектуре Data Mesh, которая предполагает изменение подхода к управлению данными и подходит для решения задач мирового класса, обладая при этом гибкостью облачных систем. Два метода популяционного отжига, реализованные в гибридной архитектуре MPI/CUDA, были представлены в докладе Л. Н. Щура (ИТФ, НИУ ВШЭ).

На конференции также были представлены пленарные доклады, посвященные активно развивающимся технологиям и методам машинного обучения. Гибридный искусственный интеллект как объединение высокопроизводительных вычислений, нейронных сетей и точных математических моделей стал темой доклада Л. Б. Со-

о. Липня (Россия), 18–20 июля. 29-я Летняя научная школа ОМУС ОИЯИ

колинского (ЮУрГУ). Ф. Д. Ратников (НИУ ВШЭ) посвятил свое выступление особенностям суррогатных моделей на основе ИИ для экспериментов по физике частиц. Он сделал вывод, что суррогатные модели оказываются существенным подспорьем в задачах, требующих масштабного моделирования для интерпретации результатов, что, безусловно, относится к физике высоких энергий. А. Е. Шевель (ПИЯФ, ИТМО) в своем докладе рассказал о больших языковых моделях в физике высоких энергий и будущих разработках в этом направлении.

В рамках GRID'2025 были организованы два круглых стола. Первый был посвящен выстраиванию работы совместной научно-учебной лаборатории Санкт-Петербургского государственного университета и ОИЯИ. Лаборатория создается для решения задач в области информационных технологий в физике высоких энергий и подготовки квалифицированных кадров. Участники второго круглого стола обсудили вопросы создания и развития информационно-аналитических платформ. В частности, детально обсуждалось выстраивание цифровой экосистемы ОИЯИ как комплексной цифровой среды, объединяющей большое число информационных сервисов и бизнес-процессов.

Всего за пять дней работы GRID'2025 было представлено 37 пленарных и 127 секционных докладов, проведены плодотворные обсуждения и дискуссии. Во время закрытия конференции были сказаны слова благодарности организационному комитету за высокий уровень проведения конференции.

Презентации представленных докладов и фотоматериалы размещены на сайте конференции grid2025.jinr.ru. Избранные труды конференции будут опубликованы в журнале ЭЧАЯ.

С 25 по 31 августа в Минске проходила ***16-я Международная школа-конференция «Актуальные проблемы физики микромира»***, посвященная предстоящей 70-летней годовщине со дня основания ОИЯИ. Мероприятие, организованное Объединенным институтом, Институтом ядерных проблем Белорусского государственного университета, Институтом физики им. Б. И. Степанова Национальной академии наук Беларуси, проводилось для обмена идеями и научными результатами, а также вовлечения студентов и аспирантов в работу по ключевым направлениям исследований.

Программа школы-конференции охватывала широкий круг направлений современной физики: последние экспериментальные результаты мировых ускорительных центров, исследовательские проекты будущих экспериментов в области физики высоких энергий, неускорительную физику, астрофизику и космологию, новые подходы в квантовой теории поля. Отдельные секции были посвящены радиобиологии и ядерной медицине, ядерной электронике и детекторам, современным тенденциям в материаловедении, обработке данных и проектированию объектов.

На торжественном открытии с приветственной речью к слушателям обратились полномочный представитель правительства Беларуси, председатель Государственного комитета

Минск (Беларусь), 25–31 августа. Участники 16-й Международной школы-конференции «Актуальные проблемы физики микромира»

Вербилки (Московская обл., Россия), 24–29 августа. Участники международной школы ускорительной физики «Линейные ускорители»

по науке и технологиям Республики Беларусь С. В. Шлычков, советник при дирекции ЛЯП Н. А. Русакович, первый проректор Белорусского государственного университета Д. М. Курлович, директор НИИЯП БГУ С. А. Максименко.

26 августа пленарную сессию открыла лекция директора ОИЯИ Г. В. Трубникова на тему «Будущие эксперименты в области физики высоких энергий». После этого прозвучал доклад заместителя научного руководителя ЛЯР М. Г. Иткиса «Сверхтяжелые элементы: настоящее и будущее». На конференции от ОИЯИ также выступили главный научный сотрудник ЛФВЭ Р. Ледницки, сообщивший о статусе и планах эксперимента BM@N на ускорительном комплексе NICA, начальник сектора ЛФВЭ О. В. Рогачевский, ознакомивший слушателей с физической программой эксперимента MPD, и руководитель коллаборации ARIADNA О. В. Белов, рассказавший о возможностях ускорительного комплекса в области прикладных применений. Также представили доклады директор ЛРБ А. Н. Бугай, научный руководитель ЛИТ В. В. Кореньков, заместитель директора ЛИТ по научной работе Н. Н. Войтишин и другие сотрудники лабораторий Института. В школе-конференции приняли участие около ста специалистов из разных стран.

Школа-конференция является ведущей площадкой в Беларуси для обсуждения современных вопросов физики элементарных частиц, теоретической физики и современных ядерно-физических технологий. Первая школа-конференция по актуальным проблемам физики микромира состоялась в Беларуси в 1971 г. Основным организатором первых трех школ (1971–1977) с белорусской стороны выступал академик Ф. И. Федоров — один из основателей традиций теоретической физики в Беларуси. Совет научных консультантов школы в те времена возглавлял академик Н. Н. Боголюбов, а ключевую роль в возрождении школ (1997–2015) сыграл профессор Н. М. Шумейко.

Начиная с 2018 г., проведение школ продолжил обновленный программный комитет под руководством профессора С. А. Максименко. Существенно усилился состав лекторов за счет активного привлечения ведущих зарубежных ученых. В программу школы также были включены новые актуальные для Беларуси научные направления. Школы-конференции имеют огромное значение для образования научной молодежи, обмена опытом и творческого общения белорусских ученых разных возрастов с зарубежными коллегами, установления рабочих контактов, достижения договоренностей о сотрудничестве. Сегодня школа-конференция сохраняет преемственность и продолжает оставаться важным событием для международного научного сообщества.

15–20 сентября в ЛФВЭ проходил ***XXVI Международный Балдинский семинар по проблемам физики высоких энергий «Релятивистская ядерная физика и квантовая хромодинамика»***. В нем принимали участие 240 ученых и специалистов из России, Китая, Вьетнама, Беларуси, Сербии, Египта, Казахстана и Монголии.

Семинар открыл научный руководитель Института академик В. А. Матвеев, который подчеркнул, что с каждым годом семинар приобре-

тает все большую популярность и привлекает значительное число молодых ученых. В своем выступлении он рассказал об истории возникновения Балдинского семинара, а также сообщил, что в следующем году Институт отметит 100-летие со дня рождения академика А. М. Балдина и в честь этого события на территории ЛФВЭ будет установлен его бюст.

На открытии семинара с приветственным словом выступил вице-директор ОИЯИ академик В. Д. Кекелидзе. Программа началась с доклада научного руководителя ЛЯР академика Ю. Ц. Оганесяна «Тяжелые ионы в науке и технике». В рамках семинара также прозвучали доклады о результатах работы крупных международных коллабораций, таких как MPD и BM@N, и обзоры достижений в области теоретической и экспериментальной релятивистской ядерной физики.

Основные направления работы XXVI Балдинского семинара охватывали широкий круг вопросов: квантовую хромодинамику на больших расстояниях, столкновения релятивистских тяжелых ионов, спектроскопию адронов и мультикварков, структурные функции адронов и ядер, эффекты

Лаборатория физики высоких энергий им. В. И. Векслера и А. М. Балдина, 15–20 сентября. XXVI Международный Балдинский семинар по проблемам физики высоких энергий «Релятивистская ядерная физика и квантовая хромодинамика»

Дананг (Вьетнам), 8–10 октября. Участники 16-й конференции по ядерной физике и технологиям (VINANST-16). *Фото: © Винатом*

поляризации и спиновую физику, исследования экзотических ядер в релятивистских пучках, прикладное применение релятивистских пучков.

Кроме того, участники обсудили результаты реализации мегасайенс-проекта NICA, статус и перспективы развития ускорительных комплексов, а также достижения в области экспериментальных исследований в ведущих мировых центрах по изучению физики высоких энергий — ОИЯИ, ЦЕРН, BNL, JLab, GSI, KEK и др.

С 14 по 16 октября в ЛФВЭ в смешанном формате проходило ***15-е коллаборационное совещание по эксперименту BM@N***. В нем принимали участие свыше 130 специалистов, которые обсудили последние результаты научно-исследовательской работы коллаборации и перспективы развития проекта в ближайшие годы.

Заседание открыл вице-директор ОИЯИ академик В. Д. Кекелидзе. Он поздравил с 80-летием руководителя коллаборации BM@N, главного научного сотрудника ЛФВЭ Р. Ледницки, отметив его значительный вклад в физику высоких энергий. В. Д. Кекелидзе также отметил, что за семь лет с момента создания коллаборация BM@N стала одним из лидеров в области исследований горячей и плотной барионной материи.

С докладом о планах BM@N на период с 2027 по 2031 г. выступил начальник научно-экспериментального отдела барионной материи на нуклотроне ЛФВЭ М. Н. Капишин. Одной из первоочередных задач является проведение сканирования по энергии пучка ксенона при значениях 3, 2,2 и 1,6 ГэВ/нуклон. Для экспериментов с более тяжелыми ионами висмута запланирована модернизация трековой системы. В докладе также было уделено внимание перспективам исследований с поляризованными пучками дейтронов, для которых потребуется обновление триггерных детекторов и элементов трековой системы. Еще одним важным шагом для развития эксперимента станет усиление вычислительной инфраструктуры: планируется двукратное наращивание процессорных мощностей для обра-

Лаборатория физики высоких энергий им. В. И. Векслера и А. М. Балдина, 14–16 октября. 15-е коллаборационное совещание по эксперименту BM@N

ботки до 2 млрд событий за каждый физический сеанс и увеличение емкости систем хранения данных на 3 ПБ.

Продолжил пленарную сессию заместитель начальника научно-экспериментального отдела многоцелевого детектора MPD ЛФВЭ С. М. Пиядин, который проинформировал об успешной установке в экспериментальном павильоне основных детектирующих систем BM@N и завершении монтажа центральной трековой системы внутри анализирующего магнита установки.

Специалистами коллаборации были проведены испытания всех магнитных элементов, механических приводов и вакуумного ионопровода.

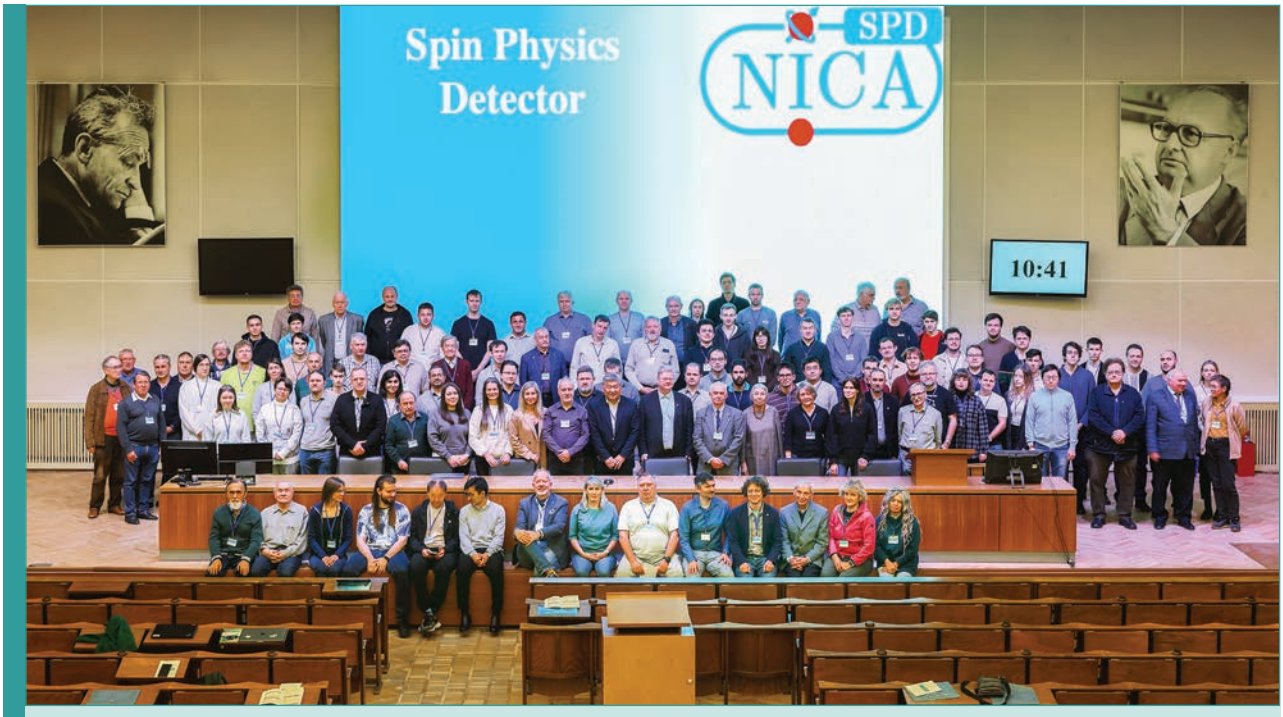
В первый день было представлено восемь докладов по анализу данных. Ученые обсудили результаты, полученные в предыдущих физических сеансах. С докладами выступили научные сотрудники ЛФВЭ и ЛИТ ОИЯИ: К. А. Алишина, А. И. Зинченко, Н. А. Лашманов, Ж. Мусульманбеков, П. Н. Алексеев, А. В. Тараненко, И. А. Жаворонкова и М. В. Мамаев. В тот же день состоялось заседание представителей институтов-участников BM@N, на котором в состав коллаборации была принята группа сотрудников из Института механики (IMech) Болгарской академии наук.

В рамках научной программы второго дня участники продолжили рассмотрение результатов анализа данных, а также обсудили вопросы, связанные с подготовкой и эксплуатацией детекторов установки BM@N. В заключительный день прошла сессия по программному обеспечению. Всего в программу 15-го совещания входило более 40 докладов, охватывавших различные аспекты реализации проекта BM@N.

С 20 по 23 октября в ЛФВЭ в смешанном формате проходило ***10-е коллаборационное совещание по эксперименту SPD***, приуроченное к 100-летию концепции спина частицы. Более 200 ученых и молодых специалистов из разных стран обсуждали прогресс в создании экспериментальной установки, разработке физической программы и IT-инфраструктуры эксперимента, а также обменивались опытом и идеями по развитию коллаборации.

С приветственным словом к участникам обратился вице-директор ОИЯИ академик В. Д. Кекелидзе. Он поздравил коллаборацию с началом юбилейного совещания и пожелал продуктивной работы, отметив важность успешной реализации эксперимента SPD для международного физического сообщества.

Научную программу открыл доклад председателя совета коллаборации SPD, ведущего научного сотрудника Национальной научной лаборатории им. А. Алиханяна (Армения) А. Тумасяна. Он проинформировал участников о последних изменениях состава исполнительного совета коллаборации (Executive Board) и новых ответственных координаторах. Одним из ключевых показателей роста и динамичного развития коллаборации докладчик назвал расширение ее международного состава. Недавно к проекту присоединились Шаньдунский университет (SDU) и Китайский университет науки и технологий (USTC) в Хэфэе. В настоящее время коллаборация SPD объединяет почти 40 научных организаций. В заключение председатель совета коллаборации отметил, что значительную роль в привлечении новых молодых специалистов



Лаборатория физики высоких энергий им. В. И. Векслера и А. М. Балдина, 20–23 октября. Участники 10-го коллаборационного совещания по эксперименту SPD

играют открытые научные гранты и программа постдоков ОИЯИ.

Соруководитель коллаборации SPD А. В. Гуськов начал свой доклад с напоминания о фундаментальном значении спина, впервые предложенного как термин в 1925 г. Дж. Уленбеком и С. Гаудсмитом, и обозначил ключевые приоритеты коллаборации на 2025 г. Среди них — заключение контракта на изготовление ярма магнита, разработка инфраструктуры для криогенной системы и производство сверхпроводящего кабеля для соленоида.

Докладчик отметил, что в 2025 г. участники коллаборации представили около 40 докладов на 15 международных конференциях. Важным результатом работы с молодыми специалистами стала защита 18 дипломных работ бакалавров и магистров, выполненных по тематике SPD. Одним из значимых событий стало предварительное одобрение совместного с USTC трехлетнего проекта по разработке высокопроизводительной считывающей электроники для времяпролетного детектора (ToF) в рамках программы грантов ОИЯИ–Китай.

На пленарной сессии также выступили ответственные координаторы проекта. О подготовке физической программы исследований доложили начальник сектора ЛЯП И. И. Денисенко и ведущий научный сотрудник НИЯУ МИФИ Е. Ю. Солдатов. Статус экспериментальной установки и планы по созданию ее ключевых подсистем представил начальник отдела ЛФВЭ А. Ю. Корзенев. Старший научный сотрудник ЛИТ Д. А. Олейник выступил с сообщением о вычислительной инфраструктуре SPD.

Доклады о подготовке к запуску коллайдера и развитии инженерной инфраструктуры комплекса NICA представили начальник сектора ЛФВЭ В. Л. Смирнов и заместитель главного инженера ЛФВЭ К. А. Мухин. О статусе и перспективах научно-технического сотрудничества между ОИЯИ и Китаем рассказал заместитель главного ученого секретаря ОИЯИ А. С. Жемчугов. Закрывали пленарную сессию выступления Ф. Д. Ратникова (НИУ ВШЭ), А. Ш. Петросяна (ЛИТ ОИЯИ) и С. Л. Виноградова (ФИАН).

В ходе совещания его участники детально обсудили текущее состояние работ по всем подсистемам установки, электронике и программному обеспечению. Отдельное внимание было уделено физической программе исследований на первом этапе эксперимента. Всего в программу 10-го совещания коллаборации SPD входило свыше 60 научных докладов.

20–24 октября в ОИЯИ была проведена ***международная конференция «Актуальные проблемы радиационной биологии. Ускоренные заряженные частицы и нейтроны в радиобиологии»***, приуроченная к 20-летию создания Лаборатории радиационной биологии ОИЯИ и посвященная памяти Евгения Александровича Красавина. Организаторами конференции являлись Российская академия наук (Научный совет по радиобиологии при ОФ РАН, Радиобиологическое общество РАН) и ЛРБ ОИЯИ.

В ее работе приняли участие более 150 ученых — очно и онлайн — из России, Беларуси, Азербайджана, Вьетнама, Индии, Ирана, Кубы, Монголии и США. Среди участников были представители научных центров и институтов Российской академии наук, Национальной академии наук Беларуси, Министерства науки и образования Азербайджанской Республики, ОИЯИ, НИЦ «Курчатовский институт», РКК «Энергия», российских и зарубежных университетов, научных центров и лабораторий ФМБА, Минздрава РФ и других ведомств.

На мемориальном заседании, посвященном памяти выдающегося радиобиолога, председателя Научного совета РАН по радиобиологии (с 2017 по 2025 г.), основателя и руководителя Лаборатории радиационной биологии ОИЯИ, члена-корреспондента РАН Е. А. Красавина, были заслушаны выступления академика И. Б. Ушакова «Работы Евгения Александровича Красавина — основа будущего развития радиобиологии плотноионизирующих излучений на Земле и в космосе» и директора ЛРБ ОИЯИ доктора физико-математических наук А. Н. Бугая «Актуальные проблемы радиобиологии плотноионизирующих излучений».

В научных докладах, заслушанных на конференции, были представлены и обсуждены современные результаты, полученные в области радиобиологии плотноионизирующих излучений, включая фундаментальные, прикладные и междисциплинарные аспекты.

На секции «Молекулярные и цитогенетические эффекты действия заряженных частиц и нейтронов» особый интерес вызвали доклады об исследованиях молекулярно-клеточных механизмов действия различных типов ионизирующих излучений, методах модификации действия ионизирующих излучений с использованием таргетных молекулярно-биологических комплексов, а также о подходах и методах математического моделирования, нацеленных на прогнозирование клеточных реакций при действии ионизирующих излучений.

В докладах, представленных на секции «Радиобиологические аспекты лучевой терапии. Радиационная физиология», был продемонстрирован интерес радиобиологов к повышению эффективности протонного излучения, а также к сочетанному действию протонов, нейтронов или ионов углерода в экспериментальных условиях *in vitro* и *in vivo* на нормальные и опухолевые клетки/ткани, включая клетки стволового типа. Отмечено, что использование ускоренных заряженных частиц и нейтронов в лучевой терапии является одним из основных направлений совершенствования методов лечения онкологических заболеваний в связи с тем, что такой под-

Дубна, 20–24 октября. Международная конференция «Актуальные проблемы радиационной биологии. Ускоренные заряженные частицы и нейтроны в радиобиологии»

ход позволяет преодолеть радиорезистентность части злокачественных новообразований и/или снизить лучевые осложнения со стороны нормальных тканей.

На секции «Проблемы космической радиобиологии и астробиологии» особое внимание было уделено изучению ближайших острых эффектов, связанных с нарушением когнитивных функций космонавтов непосредственно в полете, возникающих под воздействием тяжелых заряженных частиц галактического излучения. Выявлены перспективные подходы к коррекции нейробиологических нарушений, вызванных радиационным и гравитационным факторами межпланетного космического полета: фармакологическая коррекция, учет и использование типологиче-

ских характеристик высшей нервной деятельности. Отмечена необходимость разработки новых нормативов по ограничению радиационного воздействия на космонавтов. Для моделирования действия галактических космических лучей (ГКЛ) в наземных условиях представляет интерес концепция создания симулятора ГКЛ на ускорителях тяжелых ионов ОИЯИ.

На секции также были представлены доклады, посвященные различным аспектам астробиологии. Исследования в этой области представляют значительный интерес как пример междисциплинарного взаимодействия различных областей науки. Тематика докладов охватывала широкий спектр направлений, в том числе вопросы панспермии, поиска жизни на других телах Солнечной системы, механизмов приспособления микроорганизмов, проблематику бактериально-палеонтологических исследований. Отмечена необходимость дальнейшего усиления взаимодействия между исследователями посредством междисциплинарных научных конференций и коллабораций.

На заседании секции «Заряженные частицы как инструмент в решении фундаментальных и прикладных проблем радиационной биологии» было представлено широкое разнообразие тем докладов, начиная от некоторых аспектов сельскохозяйственной радиологии, включая исследования по радиационной химии некоторых биомолекул, и заканчивая гипотетической дискуссионной концепцией передачи информации в ДНК. Ряд сообщений был посвящен исследованию радиозащитных свойств соединений природного происхождения — направлению, к которому в последнее время наблюдается повышенный интерес многих радиобиологов. Исследования дозиметрических характеристик нейтронов высоких энергий и вторичных частиц, образующихся в процессе протонной терапии, с использованием компьютерных моделей также привлекли внимание участников конференции.

По результатам состоявшейся дискуссии были приняты решения конференции, которые опубликованы на сайте Научного совета РАН по радиобиологии: https://radbio.jinr.ru/index.php/component/content/article/reshenie-mezhdunarodnoj-konferentsii-aktualnye-problemy-radiatsionnoj-biologii?catid=16&Itemid=101.

С 28 по 30 октября в ЛФВЭ в смешанном формате проходило ***16-е коллаборационное совещание по эксперименту MPD (Multi-Purpose Detector)***. В центре внимания ученых — готовность многоцелевого детектора MPD и ускорительного комплекса NICA к запуску, а также планы проведения новых физических исследований.

С приветственным словом к участникам совещания обратился руководитель коллаборации MPD, главный научный сотрудник ЛФВЭ В. Г. Рябов. Он отметил восьмилетнюю историю коллаборации и подчеркнул вклад каждого участника в развитие масштабного международного проекта.

С докладом, посвященным статусу коллайдера NICA, выступил главный инженер ускорительного комплекса ЛФВЭ Е. М. Сыресин. Он представил подробный отчет о завершении ключевых этапов модернизации комплекса и подготовки к физическому сеансу со встречными пучками.

Далее В. Г. Рябов доложил о статусе коллаборации MPD. В настоящее время в ее состав вхо-

Лаборатория физики высоких энергий им. В. И. Векслера и А. М. Балдина, 28–30 октября. Участники 16-го коллаборационного совещания по эксперименту MPD

Ташкент (Узбекистан), 14–16 октября. 11-я Международная конференция «Современные проблемы ядерной энергетики и ядерных технологий», посвященная 80-летию со дня рождения академика Б. С. Юлдашева. *Фото: © ИЯФ АН РУз*

дят более 500 специалистов из 12 стран, включая ОИЯИ. Он рассказал о значительном прогрессе в работе над магнитом MPD. Также в 2025 г. продолжился рост публикационной активности коллаборации: совокупное число научных работ в рецензируемых журналах превысило 250. В заключение докладчиком были представлены последние результаты моделирования физических процессов для различных исследуемых сигналов в режиме MPD-FXT.

О ходе работ по созданию и интеграции ключевых структурных элементов многоцелевого детектора рассказал начальник научно-экспериментального отдела MPD, технический координатор коллаборации В. М. Головатюк. Заместитель главного инженера ЛФВЭ К. А. Мухин доложил о подготовке к запуску сверхпроводящего соленоидального магнита MPD. С докладами по разработке программного обеспечения выступили начальник сектора ЛФВЭ О. В. Рогачевский и ведущий научный сотрудник ЛИТ С. Гнатич.

Состоялось заседание представителей институтов-участников коллаборации (MPD Institutional Board). По его итогам руководителем коллаборации на срок до 31 декабря 2028 г. был переизбран В. Г. Рябов.

Всего в рамках научной программы прозвучало более 30 выступлений участников коллаборации с докладами по направлениям актуальных исследований в области физики тяжелых ионов. Второй день был сосредоточен на вопросах компьютинга и программного обеспечения, а заключительная сессия 30 октября была посвящена физическим исследованиям на экспериментальной установке. В работе 16-го совещания коллаборации MPD приняли участие свыше 180 ученых из Беларуси, Болгарии, Египта, Казахстана, Китая, Кубы, Мексики, России, Сербии и Узбекистана.

27–31 октября в ОИЯИ проходила ***29-я Международная научная конференция молодых ученых и специалистов (AYSS-2025)***, организованная ОМУС. Она объединила более 160 молодых ученых и специалистов и в очередной раз стала ярким событием в жизни Института. В течение пяти дней участники из России, Вьетнама, Казахстана, Сербии, Туниса и ЮАР слушали лекции ведущих ученых Института, представляли результаты собственных изысканий и обсуждали актуальные вопросы мировой науки.

Председатель оргкомитета конференции, начальник группы ЛНФ М. Ердаулетов подчеркнул международный статус мероприятия.

В 2025 г. программный комитет AYSS-2025 обновил тематическое содержание конференции в соответствии с актуальными направлениями исследований Объединенного института. Молодые ученые и специалисты представили свои доклады в следующих секциях: теоретическая физика, физика элементарных частиц и физика высокоэнергетических тяжелых ионов, физика конденсированных сред, ядерная физика, инструменты и методы экспериментальной физики, ускорительные технологии и нейтронные источники, информационные технологии, прикладная инновационная деятельность, радиобиологические исследования в науках о жизни.

Еще одним нововведением стал строгий отбор докладов, тщательная работа с аннотациями. Это значительно сократило количество участников конференции по сравнению с прошлым годом, но повысило уровень сообщений. По итогам ре-

Гавана (Куба), 1–5 декабря. Организаторы и слушатели школы «Структура адронов и физика адронной материи»

цензирования в программу вошли лучшие научные презентации: 128 устных и 34 постерных доклада.

Ведущие ученые и специалисты ОИЯИ прочитали 9 пленарных лекций о направлениях исследований, научной инфраструктуре и многолетней истории Института. Полезным опытом для участников стал формат интерактивной беседы, которую в заключительный день конференции провел директор УНЦ Д. В. Каманин. Участники смогли получить ответы на интересующие их вопросы о деятельности и образовательных программах УНЦ для студентов из разных стран.

Традиционно после плодотворных дневных сессий AYSS-2025 участники состязались в эрудиции и находчивости на научном квизе и турнире по шахматам. Это позволило им больше узнать друг о друге, обменяться контактами. На торжественном закрытии были подведены итоги и награждены авторы лучших устных и постерных докладов.

КОНФЕРЕНЦИИ, ШКОЛЫ, СОВЕЩАНИЯ, ПРОВЕДЕННЫЕ ОИЯИ В 2025 Г.

Номер	Наименование	Место проведения	Время проведения	Количество участников
1.	61-я сессия Программно-консультативного комитета по физике частиц	Дубна	20 января	70
2.	60-я сессия Программно-консультативного комитета по ядерной физике	Дубна	24 января	70
3.	60-я сессия Программно-консультативного комитета по физике конденсированных сред	Дубна	27 января	75
4.	Заседание Координационного совета по делам молодежи в научной и образовательной сферах Совета при Президенте Российской Федерации по науке и образованию	Дубна	7–9 февраля	80
5.	Школа-семинар для студентов физико-математических направлений «Учителя будущего»	Дубна	8–23 февраля	30
6.	Международное рабочее совещание «Проблемы современной математической физики» (PMMP'25)	Дубна	10–14 февраля	75
7.	137-я сессия Ученого совета ОИЯИ	Дубна	13–14 февраля	110
8.	Зимняя сессия программы START-2025	Дубна	16 февраля – 29 июня	22

Номер	Наименование	Место проведения	Время проведения	Количество участников
9.	Семинар по сверхпроводящим резонаторам в рамках китайско-российского сотрудничества по проектам NICA и HIAF	Дубна	21 февраля	18
10.	2-я Международная школа по ядерным методам и прикладным исследованиям в науках об окружающей среде, материалах и жизни	Гавана, Куба	24–27 февраля	50
11.	Рабочее совещание «Нейтринный телескоп Baikal-GVD 2025»	Иркутск, Россия	17–18 марта	40
12.	Семинар, посвященный 95-летию со дня рождения Н. Н. Говоруна	Дубна	18 марта	100
13.	Заседание Финансового комитета ОИЯИ	Дубна	24 марта	90
14.	Сессия Комитета полномочных представителей правительств государств-членов ОИЯИ	Дубна	25–26 марта	110
15.	17-я Международная Баксанская школа по астрофизике «Частицы и космология»	Терскол, Россия	3–11 апреля	80
16.	Весенняя школа по информационным технологиям ОИЯИ	Дубна	9–10 апреля	65
17.	Международная стажировка «Опыт ОИЯИ для стран-участниц и государств-партнеров» (JEMS-26)	Дубна	14–18 апреля	30
18.	15-е коллаборационное совещание по эксперименту MPD	Дубна	15–17 апреля	190
19.	Дни ОИЯИ в Узбекистане	Ташкент, Узбекистан	22–24 апреля	40
20.	9-е коллаборационное совещание по эксперименту SPD	Ереван, Армения	12–16 мая	65
21.	Международное рабочее совещание «Конечная и бесконечная ядерная материя» (INFINUM-2025)	Дубна	12–16 мая	70
22.	14-е коллаборационное совещание по эксперименту BM@N	Дубна	13–15 мая	135
23.	Совещание по квантовому и низкоразмерному магнетизму	Дубна	19–20 мая	20
24.	Международная стажировка «Опыт ОИЯИ для стран-участниц и государств-партнеров» (JEMS-27)	Дубна	19–23 мая	30
25.	18-я Международная стажировка молодых ученых и специалистов стран СНГ	Дубна	26 мая – 23 июня	25
26.	31-й Международный семинар по взаимодействию нейтронов с ядрами (ISINN-31)	Дунгуань, Китай	26–30 мая	200
27.	Рабочее совещание коллаборации «Байкал»	Дубна	3–6 июня	55
28.	Научная школа для учащихся из Петрозаводска	Дубна	3–6 июня	12
29.	Рабочее совещание «Физика на будущих электрон-позитронных коллайдерах высоких энергий»	Дубна	5 июня	40
30.	14-я Международная конференция молодых ученых и специалистов «Алушта-2025»	Алушта, Крым	8–15 июня	60
31.	Дни ЮАР в ОИЯИ	Дубна	15–20 июня	70
32.	1-й этап Международной студенческой практики по направлениям исследований ОИЯИ для студентов ЮАР и Египта	Дубна	16 июня – 4 июля	65
33.	Семинар «Радиационная биология — на стыке фундаментальных наук. 20 лет в фокусе»	Дубна	17 июня	130
34.	61-я сессия Программно-консультативного комитета по ядерной физике	Дубна	19–20 июня	50
35.	62-я сессия Программно-консультативного комитета по физике частиц	Дубна	23 июня	50

Номер	Наименование	Место проведения	Время проведения	Количество участников
36.	Международное рабочее совещание по теоретической и вычислительной физике ОИЯИ–ЮАР	Дубна	23–27 июня	50
37.	Совместное рабочее совещание DANS–vGeN	Дубна	25 июня	39
38.	61-я сессия Программно-консультативного комитета по физике конденсированных сред	Дубна	26 июня	51
39.	Совещание рабочей группы при председателе КПП по финансовым вопросам ОИЯИ	Ереван, Армения	27–28 июня	25
40.	Совет ОФН РАН «Релятивистская ядерная физика и физика тяжелых ионов»	Санкт-Петербург, Россия	28 июня – 1 июля	80
41.	2-я научная конференция им. М. И. Панасюка «Проблемы космофизики»	Дубна	30 июня – 4 июля	70
42.	Международная школа «Сложные системы и перспективные материалы»	Дубна	30 июня – 4 июля	50
43.	Международная школа по ядерным методам и прикладным исследованиям в науках об окружающей среде, материалах и жизни (NUMAR-Gobi 2025)	Улан-Батор, Монголия	30 июня – 4 июля	70
44.	Школа-семинар мастерской физики «105-й элемент»	Дубна	2–12 июля	40
45.	Летняя сессия программы START-2025	Дубна	6 июля – 19 ноября	68
46.	Летняя школа-лаборатория ОИЯИ – НИУ ВШЭ – АРАН «Архивный импульс»	Дубна	6–12 июля	61
47.	Международное рабочее совещание «Сверхпроводящие и магнитные гибридные структуры»	Дубна	7–10 июля	50
48.	11-я Международная конференция «Распределенные вычисления и грид-технологии в науке и образовании»	Дубна	7–11 июля	300
49.	Научная школа для учителей физики из государств-членов ОИЯИ	Дубна	7–11 июля	24
50.	25-я Международная Байкальская летняя школа по физике элементарных частиц и астрофизике	Большие коты, Иркутская обл., Россия	11–18 июля	80
51.	29-я Летняя научная школа Объединения молодых ученых и специалистов ОИЯИ («Липня-2025»)	Дубна	18–20 июля	80
52.	Международная школа «Перспективные методы современной теоретической физики: интегрируемые и стохастические системы»	Дубна	21–26 июля	55
53.	37-я Международная компьютерная школа и 3-я школа-семинар «Учителя будущего»	Дубна	26 июля – 13 августа	90
54.	Международная конференция «Достижения в квантовой теории поля»	Дубна	11–15 августа	95
55.	Двустороннее рабочее совещание BLTP JINR – ITP CAS по физике сильновзаимодействующих систем	Алматы, Казахстан	17–22 августа	65
56.	22-я Ломоносовская конференция по физике элементарных частиц	Москва, Россия	21–27 августа	400
57.	Международная школа ускорительной физики «Линейные ускорители»	Вербилки, Московская обл., Россия	24–29 августа	70
58.	16-я Международная школа-конференция «Актуальные проблемы физики микромира»	Минск, Беларусь	25–31 августа	100
59.	Научная школа для слушателей Детского университета при Академии научных исследований и технологий Египта	Дубна	8–13 сентября	20
60.	138-я сессия Ученого совета ОИЯИ	Дубна	15–16 сентября	80

Номер	Наименование	Место проведения	Время проведения	Количество участников
61.	XXVI Международный Балдинский семинар по проблемам физики высоких энергий «Релятивистская ядерная физика и квантовая хромодинамика»	Дубна	15–20 сентября	240
62.	2-й этап Международной студенческой практики по направлениям исследований ОИЯИ	Дубна	22 сентября – 10 октября	50
63.	2-е заседание консультативного совета МЦИ МБИР	Дубна	23 сентября	35
64.	Осенняя школа по информационным технологиям ОИЯИ	Дубна	6–10 октября	100
65.	Рабочее совещание по квантовому компьютингу и машинному обучению	Каир, Египет	11–14 октября	30
66.	Научно-практический семинар для студентов «Процессы управления в научных проектах и участие студентов в научных исследованиях»	Дубна	13–17 октября	22
67.	15-е коллаборационное совещание по эксперименту BM@N	Дубна	14–16 октября	135
68.	10-е коллаборационное совещание по эксперименту SPD	Дубна	20–23 октября	200
69.	Международная конференция «Актуальные проблемы радиационной биологии. Ускоренные заряженные частицы и нейтроны в радиобиологии» (К 20-летию создания Лаборатории радиационной биологии ОИЯИ)	Дубна	20–24 октября	150
70.	Международное рабочее совещание «Симметрии-2025»	Ереван, Армения	20–24 октября	30
71.	3-е заседание совместного координационного комитета по сотрудничеству в области фундаментальных научных исследований КНР и ОИЯИ	Дубна	24 октября	40
72.	Конференция «Нейтронная физика и радиационное материаловедение» (NPRM-2025)	Ереван, Армения	27–30 октября	32
73.	29-я Международная конференция молодых ученых и специалистов (AYSS-2025)	Дубна	27–31 октября	200
74.	Научно-методическая школа для учителей физики	Дубна	27–31 октября	28
75.	16-е коллаборационное совещание по эксперименту MPD	Дубна	28–30 октября	180
76.	Рабочее совещание Индия–ОИЯИ по физике частиц, атомных ядер, нейтрино и астрофизике	Бхубанешвар, Индия	10–12 ноября	85
77.	Заседание Финансового комитета ОИЯИ	Варадеро, Куба	1 декабря	60
78.	Школа ОИЯИ–Куба «Структура адронов и физика адронной материи»	Гавана, Куба	1–5 декабря	55
79.	Рабочее совещание коллаборации «Байкал»	Дубна	1–5 декабря	55
80.	Сессия Комитета полномочных представителей правительств государств-членов ОИЯИ	Варадеро, Куба	2–3 декабря	80
81.	Семинар «ОИЯИ и Латинская Америка: синергетическое партнерство во имя будущего»	Гавана, Куба	4–5 декабря	40

ОБЩЕИНСТИТУТСКИЕ СЛУЖБЫ

ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ОТДЕЛ

В 2025 г. в издательском отделе вышло в свет 68 наименований публикаций, 30 наименований служебных материалов.

Изданы труды 31-го Международного семинара по взаимодействию нейтронов с ядрами (ISINN-31) (Дунгуань, 26–30 мая 2025 г.), материалы международной конференции «Актуальные проблемы радиационной биологии. Ускоренные заряженные частицы и нейтроны в радиобиологии» (Дубна, 20–24 октября 2025 г.), приуроченной к 20-летию создания Лаборатории радиационной биологии ОИЯИ.

Вышли в свет переиздания двух монографий по радиобиологии, опубликованных ранее издательством «Энергоатомиздат»: «Проблема ОБЭ и репарация ДНК» Е. А. Красавина и «Мутагенное действие излучений с разной ЛПЭ» Е. А. Красавина и С. Козубека.

В 2025 г. изданы книга азербайджанского журналиста и писателя Ш. Назарли «Притяжение науки-5», посвященная ОИЯИ, сотрудничеству азербайджанских ученых с Институтом и содержащая интервью с азербайджанскими учеными, работающими в ОИЯИ, а также книги В. И. Комарова «Ирина Григорьевна Покровская» и А. В. Куликова «ЛЯП в моей жизни». Опубликованы воспоминания В. А. Щеголева «В былое сквозь думы», подготовленные к печати Музеем истории науки и техники ОИЯИ. В серии «Библиотека еженедельника ОИЯИ» выпущены брошюры: «Воспоминания» Е. Н. Кладницкой, «Беседы с учеными: О физике, о жизни и о себе» (интервью с Б. Татищевым, С. М. Биленьким, М. И. Подгорецким и Б. М. Барбашовым), «В упряжке с ЛВЭ» И. Б. Иссинского.

В серии «Учебно-методические пособия УНЦ» вышло в свет пособие Р. В. Джолоса «Структура атомного ядра».

На русском и английском языках опубликованы годовые отчеты ОИЯИ за 2024 г., а также Краткий обзор важнейших научных результатов Объединенного института ядерных исследований в 2024 г.

Продолжалась работа над новым научным электронным журналом Natural Science Review.

Дубна, 15 сентября. Презентация книги азербайджанского журналиста и писателя Ш. Назарли «Притяжение науки-5»

Издания, выпущенные издательским отделом ОИЯИ в 2025 г.

Опубликованы 4 выпуска журнала, содержащие 19 статей.

В 2025 г. вышли из печати 6 выпусков журнала «Физика элементарных частиц и атомного ядра», включающих 246 статей. В выпусках 2 и 3 опубликованы материалы Научной сессии секции ядерной физики Отделения физических наук Российской академии наук, посвященной 300-летию РАН (Дубна, 1–5 апреля 2024 г.). Выпуск 4 содержит материалы международного рабочего совещания «Математические проблемы квантовых информационных технологий» (Дубна, 27–28 мая 2024 г.). В выпуск 5 вошли материалы 36-го Международного (онлайн) совещания по физике вы-

соких энергий «Сильные взаимодействия: эксперимент, теория, феноменология» (Протвино, 23–25 июля 2024 г.). Выпуск 6 содержит материалы международной конференции «Математическое моделирование и вычислительная физика» (Ереван, 21–25 октября 2024 г.). Издано 6 номеров журнала «Письма в ЭЧАЯ», содержащих 266 статей. В выпуске 1 опубликованы материалы 9-й Международной конференции «Структура адронов и фундаментальные взаимодействия» (Гатчина, 8–12 июля 2024 г.). Выпуск 2 содержит материалы 30-го Международного семинара по взаимодействию нейтронов с ядрами «Фундаментальные взаимодействия и нейтроны, структура ядра, ультрахолодные нейтроны, связанные темы» (ISINN-30) (Шарм-эш-Шейх, 14–18 апреля 2024 г.). В выпуске 3 опубликованы материалы международной конференции «Современные проблемы теории конденсированных сред» (Дубна, 15–19 июля 2024 г.). Выпуск 4 содержит материалы 15-го Международного семинара по проблематике ускорителей заряженных частиц памяти профессора В. П. Саранцева (Алушта, 15–20 сентября 2024 г.). В выпуск 5 вошли материалы 28-й Международной конференции молодых ученых и специалистов (AYSS-2024) (Дубна, 28 октября – 1 ноября 2024 г.). В выпуске 6 опубликованы материалы международного семинара «Суперсимметрии и квантовые симметрии» (SQS'2024) (Дубна, 29 июля – 3 августа 2024 г.).

Продолжался выпуск информационного бюллетеня «Новости ОИЯИ» на русском и английском языках.

В 2025 г. было издано 50 номеров еженедельника ОИЯИ «Дубна: наука, содружество, прогресс».

В рамках обмена научными публикациями в сотрудничающие с Институтом организации из разных стран мира рассылались издания ОИЯИ: препринты и сообщения ОИЯИ, информационный бюллетень «Новости ОИЯИ», годовые отчеты ОИЯИ, журналы «ЭЧАЯ» и «Письма в ЭЧАЯ».

В редакции журналов, на различные конференции, симпозиумы, совещания и школы, проводившиеся как в странах-участницах ОИЯИ, так и в других странах, издательским отделом направлено 335 статей, содержащих результаты работ дубненских ученых. Статьи сотрудников ОИЯИ направлялись в журналы «Ядерная физика», «Известия Российской академии наук. Серия физическая», «Приборы и техника эксперимента», «Ядерная физика и инжиниринг», «Атомная энергия», «Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования» и др.

Продолжалась работа по размещению выпускаемых в ОИЯИ периодических и непериодических изданий в базе данных Российского индекса научного цитирования (РИНЦ) на платформе электронно-библиотечной системы Научной электронной библиотеки.

Издательским отделом выполнялись заказы на печать фотоплакатов, а также постеров — стендовых докладов сотрудников Института для представления на научных форумах. Для проведения конференций и совещаний выполнялась печать информационных материалов — программ, блокнотов, бейджей, дипломов и сертификатов.

По заявкам лабораторий и других подразделений ОИЯИ выполнялись переплетные работы, копирование и сканирование научно-технической и инженерно-конструкторской документации. Отпечатано 125 500 различных бланков.

Приобретено новое постпечатное оборудование — фольгиратор, вырубщики под ригель, система переплета на пластиковую пружину и система переплета на металлическую пружину для производства блокнотов, брошюр и календарей.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БИБЛИОТЕКА

В 2025 г. число читателей научно-технической библиотеки (НТБ) составило 1600 человек. Действует электронная система учета выдачи и возврата литературы. Количество выданной литературы — 2824 экземпляра. На 1 января 2026 г. библиотечный фонд составил 429 513 экз., из них 195 396 экз. на иностранных языках.

По заявкам читателей по межбиблиотечному абонементу получено 177 изданий, выполнено 12 заявок из других библиотек. По всем источникам комплектования поступило 1110 экз. книг, периодических изданий, препринтов, диссертаций и авторефератов, 59 из них на иностранных языках. Все поступившие издания фиксировались в центральном каталоге, каталогах филиала, а также в автоматизированной информационно-библиотечной системе «Absotheque». Вышло в свет 106 номеров экспресс-бюллетеней «Книги», «Статьи», «Препринты» с информацией относительно 4817 названий. Электронные версии бюллетеней доступны на сайте НТБ в разделе «Новые поступления» и рассылаются по e-mail. Подписаться можно в разделе «Сервисы» на сайте НТБ: http://ntb.jinr.ru/ntb_mail/newslist.html.

Для Службы главного ученого секретаря еженедельно составлялись библиографические списки публикаций сотрудников ОИЯИ с аннотациями и ссылками на полные тексты публикаций.

Регулярно обновлялись выставки новых поступлений книг, препринтов, периодических изданий, диссертаций и авторефератов. На них представлено 752 издания. Организовано 6 тематических выставок.

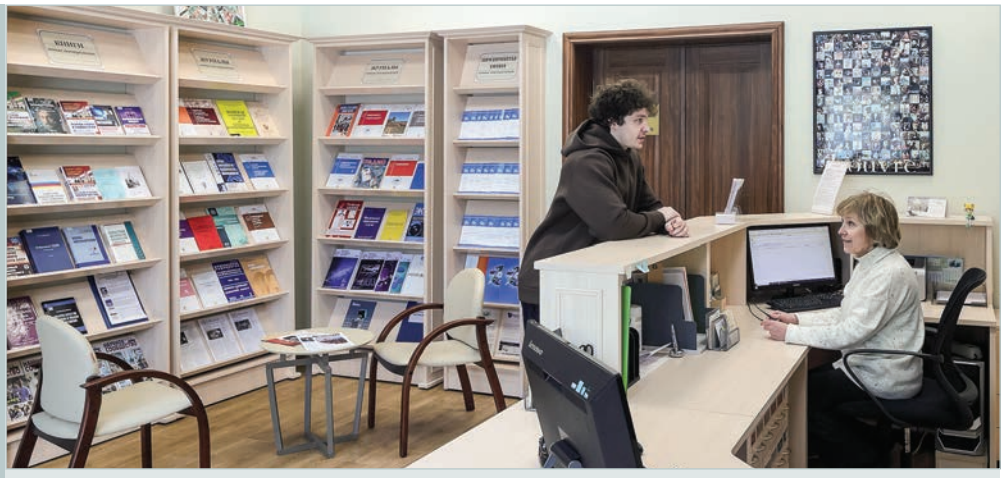
Электронные каталоги журналов, статей, препринтов, книг, диссертаций и авторефератов доступны в Интернете по адресу: http://lib.jinr.ru:8080/OpacUnicode/. В электронном каталоге через личный кабинет читатели могут заказать необходимую литературу, а также просмотреть свои читательские формуляры (см. сайт НТБ, раздел «Электронные каталоги»).

«Библиографический указатель работ сотрудников ОИЯИ за 2024 г.» (2241 запись) подготовлен НТБ и выпущен издательским отделом ОИЯИ. Электронная версия указателя со ссылками на полные тексты публикаций доступна на сайте НТБ (раздел «Сервисы») http://ntb.jinr.ru/buk/2024/bibl_uk.php. База данных работ сотрудников ОИЯИ доступна в Интернете через электронные каталоги.

Подготовлено 38 биобиблиографических списков. Отсканировано и размещено в электронном каталоге 724 монографии, материала конференций, журнала, годовых отчета ОИЯИ, депонированные публикации.

По российской подписке получено 58 названий периодических изданий. Куплен электронный доступ к 5 журналам издательства «World Scientific Publishing».

Благодаря Национальной электронной подписке РЦНИ сотрудники ОИЯИ получили электронный доступ к журналам издательств «Wiley»,



Абонемент Научно-технической библиотеки ОИЯИ

журналам «Nature», журналам и книгам издательства «Шпрингер», к базе данных «Questel», к коллекции книг ЕБСКО, а также к журналам РАН. Был открыт тестовый доступ к электронным книгам издательства «World Scientific Publishing».

В рамках проекта «История ОИЯИ и г. Дубны на страницах книг, журналов и газет» введено 58 новых библиографических описаний. Информационно-поисковая система «Литература об ученых ОИЯИ» (включает 1122 записи) доступна для пользователей в разделе сайта НТБ «Публикации об ОИЯИ» http://who-is-who.jinr.ru/catalog3/main.html.

В 2025 г. в автоматизированную информационно-библиотечную систему «Absotheque» введено: книг — 404 названия, журналов — 1403 номера, препринтов — 115 названий, диссертаций и авторефератов — 90, книжных статей — 932 и журнальных статей — 4934 названия.

На 1 января 2026 г. количество библиографических описаний в АИБС «Absotheque» составило 364 553 записи.

По запросам дирекции ОИЯИ выполнялись справки и составлялись статистические таблицы по показателям публикационной активности ОИЯИ в целом, а также совместно с учеными из других стран и организаций по базам данных «Web of Science», «Scopus», РИНЦ.

ПУБЛИКАЦИОННАЯ АКТИВНОСТЬ СОТРУДНИКОВ ОИЯИ

По данным Web of Science Core Collection на 30 января 2026 г. показатели за 2025 г.:

— всего публикаций: 1269 (включены коллаборационные публикации без аффилиации ОИЯИ, но принадлежащие ОИЯИ);

— суммарное количество цитирования: 1085;

— без самоцитирования: 779;

— среднее число цитирования документа: 0,86;

— индекс Хирша: 10.

Таблица 1. Совместные публикации с авторами из государств-членов ОИЯИ

Страна*	Количество публикаций
Азербайджан	138
Армения	179
Беларусь**	171
Болгария	204
Вьетнам	57
Грузия	140
Египет	133
Казахстан	102
Куба	45
Монголия	140
Россия	766
Румыния	286
Словакия	132
Узбекистан	90

*В алфавитном порядке.

** Включены коллаборационные публикации без аффилиации Беларусь, но принадлежащие Беларуси

Таблица 2. Совместные публикации с авторами из стран — ассоциированных членов ОИЯИ

Страна*	Количество публикаций
Венгрия	173
Германия	378
Италия	363
Сербия	148
ЮАР	132

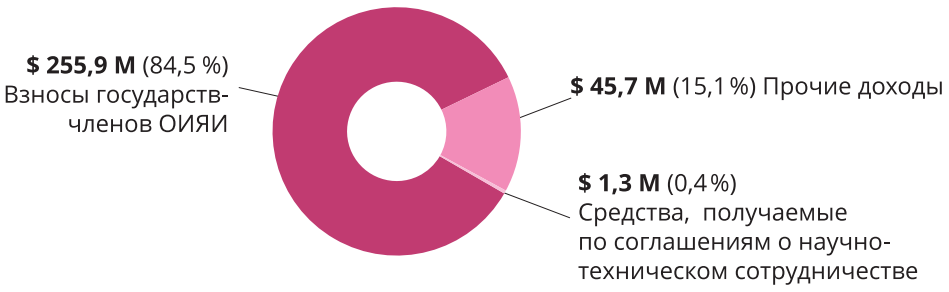
*В алфавитном порядке.

Таблица 3. Совместные публикации сотрудников ОИЯИ с авторами из других стран и регионов

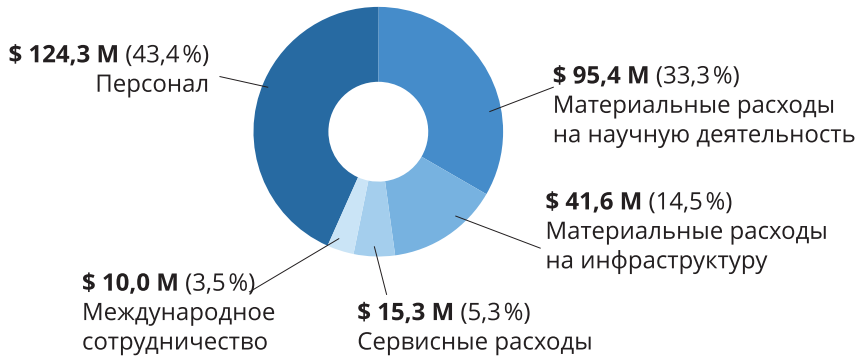
Страна/регион*	Количество публикаций	Страна/регион*	Количество публикаций
Китай	367	Иран	74
США	367	Израиль	71
Польша	340	Латвия	70
Великобритания	338	Эстония	68
Швейцария	336	Кипр	67
Франция	293	Эквадор	67
Швеция	267	Кувейт	67
Турция	256	Малайзия	67
Бразилия	249	Черногория	67
Нидерланды	240	Шри Ланка	67
Чехия	232	ОАЭ	67
Чили	230	Катар	66
Испания	214	Словения	66
Индия	207	Новая Зеландия	65
Южная Корея	195	Аргентина	63
Таиланд	188	Палестина	63
Австрия	185	Филиппины	63
Австралия	184	Перу	59
Колумбия	182	Коста-Рика	49
Греция	178	Гондурас	48
Украина	156	Индонезия	40
Пакистан	153	Тунис	25
Япония	149	Молдавия	11
Тайвань	145	Иордания	5
Португалия	141	Северная Ирландия	5
Шотландия	134	Оман	4
Ирландия	117	Таджикистан	4
Хорватия	116	Бангладеш	3
Мексика	116	Кыргызстан	2
Финляндия	115	Ливан	2
Норвегия	112	Сингапур	2
Дания	103	Алжир	1
Бельгия	97	Ирак	1
Канада	94	Нигерия	1
Литва	83	Тринидад и Тобаго	1
Марокко	76	Уэльс	1
Саудовская Аравия	76		

*По мере убывания количества публикаций.

ФИНАНСОВАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ



Исполнение бюджета ОИЯИ на 2025 г. по доходам — всего **302,9 млн долларов США**



Исполнение бюджета ОИЯИ на 2025 г. по расходам — всего **286,6 млн долларов США**

Процентная шкала взносов государств-членов ОИЯИ на 2025 г.

Страна	%	Страна	%
Азербайджанская Республика	0,41	Арабская Республика Египет	1,06
Республика Армения	0,14	Республика Казахстан	1,65
Республика Беларусь	0,74	Республика Куба	0,18
Республика Болгария	0,79	Монголия	0,12
Социалистическая Республика Вьетнам	1,48	Российская Федерация	90,45
Грузия	0,18	Румыния	2,21
		Республика Узбекистан	0,59
Итого:			100,0

В 2025 г. сотрудники Объединенного института ядерных исследований для реализации ряда научных проектов получили финансовую поддержку Российского научного фонда (РНФ) и Министерства науки и высшего образования РФ.

РНФ профинансировал научные проекты ОИЯИ в рамках следующих конкурсов: «Проведение фундаментальных научных исследований и поисковых научных исследований отдельными научными группами» (4 проекта); «Проведение фундаментальных научных исследований и поисковых научных исследований малыми отдельными научными группами» (5 проектов); «Проведение фундаментальных научных исследований и поисковых научных исследований международными научными коллективами» — NSFC (Китай) (2 проекта), ВАНТ (Вьетнам) и БРФФИ (Беларусь) (по 1 проекту); «Проведение инициативных исследований молодыми учеными» (3 проекта); «Проведение исследований научными группами под руководством молодых ученых» (2 проекта).

Министерством науки и высшего образования РФ профинансирован проект Лаборатории нейтронной физики «Развитие аппаратно-методической базы для решения научных и прикладных задач на источниках нейтронов разного типа».

КАДРЫ

Численность персонала ОИЯИ на 1 января 2026 г. составила 5152 человека (без ассоциированных членов персонала).

В ОИЯИ работают: академики РАН В. А. Матвеев, И. Н. Мешков, Ю. Ц. Оганесян, Г. В. Трубников, Б. Ю. Шарков, В. Д. Кекелидзе, А. Ю. Розанов (по совместительству), члены-корреспонденты РАН В. Л. Аксенов, Т. А.-Х. Аушев, А. В. Белушкин, Л. В. Григоренко, Д. И. Казаков, Г. Д. Ширков, действительный член Академии наук Монголии О. Чулуунбаатар, а также 38 профессоров, 28 доцентов, 218 докторов наук, 645 кандидатов наук.

В 2025 г. в ОИЯИ принято на работу 593 человека, уволено за этот период в связи с окончанием срока работы и по другим причинам 488 человек.

Дубна, 5 июня. Участники торжественной церемонии вручения дипломов о присуждении ученой степени

НАГРАЖДЕНИЯ

В 2025 г. за плодотворную работу в ОИЯИ и международное сотрудничество сотрудники ОИЯИ отмечены:

— государственными наградами Российской Федерации: почетным знаком лауреата премии Правительства РФ — 1 сотрудник, медалью ордена «За заслуги перед Отечеством» I степени — 1, медалью ордена «За заслуги перед Отечеством» II степени — 1;

— наградами Президента Российской Федерации: благодарностью Президента Российской Федерации — 1;

— наградами Минобрнауки России: почетной грамотой Министерства науки и высшего образования РФ — 2, благодарностью Минобрнауки России — 5, 3 сотрудникам присвоено звание «Почетный работник науки и высоких технологий РФ»;

— наградами Госкорпорации «Росатом»: нагрудным знаком «Академик И. В. Курчатов» III степени — 1;

— наградами Московской области: 1 сотруднику присвоено почетное звание «Заслуженный юрист Московской области», почетной грамо-

Москва, 30 мая. Президент РАН академик Г. Я. Красников вручает научному руководителю ОИЯИ академику В. А. Матвееву Золотую медаль им. Н. Н. Боголюбова. *Фото: © Ольга Мерзлякова / Scientific Russia*

той Московской областной думы — 1, почетной грамотой Министерства энергетики Московской области — 1, благодарственным письмом министра строительного комплекса Московской области — 1;

— наградами городского округа Дубна: почетной грамотой главы городского округа Дубна — 8, благодарностью главы городского округа Дубна — 9;

— наградами ОИЯИ: почетным дипломом ОИЯИ — 6, почетной грамотой ОИЯИ — 25, благодарственным письмом ОИЯИ — 78, звание «Почетный сотрудник ОИЯИ» присвоено 6 сотрудникам.

1 сотрудник награжден почетной грамотой президиума ЦК профсоюза РПРАЭП, благодарностью Совета местного самоуправления Эльбрусского муниципального района Кабардино-Балкарской Республики — 4.

Всего награждено 156 сотрудников ОИЯИ.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 8

РУКОВОДЯЩИЕ И КОНСУЛЬТАТИВНЫЕ ОРГАНЫ

Комитет полномочных представителей правительств государств-членов ОИЯИ 12
Ученый совет 21
Финансовый комитет 32
Программно-консультативные комитеты 37
Премии ОИЯИ 45

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ И ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Лаборатория теоретической физики им. Н. Н. Боголюбова 48
Лаборатория физики высоких энергий им. В. И. Векслера и А. М. Балдина 62
Лаборатория ядерных проблем им. В. П. Джелепова 80
Лаборатория ядерных реакций им. Г. Н. Флерова 88
Лаборатория нейтронной физики им. И. М. Франка 98
Лаборатория информационных технологий им. М. Г. Мещерякова 113
Лаборатория радиационной биологии 127
Учебно-научный центр 145

ИННОВАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ 154

МЕЖДУНАРОДНЫЕ СВЯЗИ И НАУЧНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

Научно-техническое сотрудничество 162
Конференции и совещания 203

ОБЩЕИНСТИТУТСКИЕ СЛУЖБЫ

Издательский отдел 224
Научно-техническая библиотека 227
Финансовая деятельность 229
Кадры 231

**Ответственный
за подготовку отчета:**

Б. М. Старченко

Отчет подготовили:

А. В. Андреев
С. В. Бобров
Н. А. Боклагова
О. Ю. Дереновская
Е. В. Иванова
Е. В. Кешарпу
И. В. Кошлань
О.-А. Куликов
Е. Г. Кутейникова
И. Ф. Ленский
Д. А. Михеев
А. Ю. Незванов
В. А. Рачков
И. В. Симоненко
Е. А. Федорова
А. П. Чеплаков
А. Н. Шабашова
Ю. Г. Шиманская
И. Ю. Щербакова

Дизайнер

В. О. Тамонова

**В отчете использованы
фотографии:**

И. А. Лапенко
Е. В. Пузыниной

Объединенный институт ядерных исследований. 2025

Годовой отчет

2026-14

Редакторы: *Е. В. Григорьева, Е. В. Калинникова, Е. В. Сабаева*
Верстка *И. Г. Андреевой, В. А. Жбанковой*
Допечатная подготовка фотографий *Е. П. Белолаптиковой*

Подписано в печать 14.05.2026. Формат 60×84/8. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 27,2. Уч.-изд. л. 31,44. Тираж 170 экз. Заказ № 61318.

Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований
141980, г. Дубна, Московская обл., ул. Жолио-Кюри, 6.
E-mail: publish@jinr.ru
publish.jinr.ru