

## ЛНФ и CSNS: есть темы для сотрудничества

**Рабочее совещание по технологиям нейтронного рассеяния и междисциплинарным исследованиям проходило в Дубне с 13 по 15 мая. Его организовали ЛНФ ОИЯИ и CSNS Института физики высоких энергий (Китай).**

Открывая совещание, вице-директор ОИЯИ **Л. Костов** отметил, что после подписания год назад протокола между Китайской академией наук, Министерством науки и технологий Китая, Министерством науки и высшего образования РФ и ОИЯИ сотрудничество успешно развивается. Оно имеет стратегическое значение. Важные проекты реализуются совместно ЛНФ и CSNS. Он выразил надежду, что первое рабочее совещание станет традиционным, и пожелал участникам успешной работы и плодотворных дискуссий.

Продолжение на стр. 3

### • Коротко

## «Кварки-2024»

**С 20 по 24 мая в деревне Иванисово (Ярославская область) в очном формате проходит 22-й Международный семинар по физике высоких энергий «Кварки».**

Организаторами мероприятия выступают Объединенный институт ядерных исследований и Институт ядерных исследований РАН. В семинаре принимают участие более 150 ученых из ведущих научных центров Российской Федерации.

Работу конференции открыл директор ИЯИ РАН, член-корреспондент РАН Максим Либанов. «За 44 года семинар превратился из небольшого собрания в серьезную конференцию. Ее популярность растет, и очень большой вклад в это дело внес Валерий Анатольевич Рубаков, бессменный председатель организационного комитета и вдохновитель конференции. Надеюсь, что традиции,

которые он вложил в этот семинар, сохранятся», – отметил директор ИЯИ РАН, пожелав участникам конференции плодотворной работы в обсуждении новых научных проблем.

Семинар является частью серии конференций, проводимых каждые два года с 1980 года в Грузии (до 1992 года) и России. Тематика мероприятия: физика за пределами Стандартной модели, редкие процессы и распады, феноменология бозона Хиггса, космология и физика астрочастиц, гравитация и ее модификации, нейтринная физика, квантовая хромодинамика и сильные взаимодействия, аспекты математической физики, результаты избранных экспериментов.

### СЕГОДНЯ в номере

Яркие результаты и новые проекты **2**

Энергии хватает на всё, и это только начало... **4**

Нейронные сети и нейтронная томография **5**

Об истории реактора – наглядно и подробно **6**

На книжную полку **7**

Ветераны ОИЯИ встретили праздник **8**

# Яркие результаты и новые проекты

С 14 по 17 мая в Нижнем Новгороде проходило десятое заседание Научного совета ОФН РАН по физике тяжелых ионов «Релятивистская ядерная физика и физика тяжелых ионов», организованное Объединенным институтом ядерных исследований и Институтом прикладной физики Российской академии наук. В работе совещания принимали участие представители РФЯЦ-ВНИИЭФ (Саров), ГНЦ НИИАР (Димитровград), ФГУП «ЭХП» (Лесной), НИИЭФА (Санкт-Петербург), НЦФМ (Саров), СПбГУ (Санкт-Петербург).

На сессии обсуждались способы и пути решения проблем ядерной физики, результаты и перспективы научных исследований, а также планы по реализации крупных научных проектов и сооружению необходимой для этого инфраструктуры. В первый день совещания состоялось торжественное вручение премий имени Г. Н. Флёрва.

Открыл сессию председатель Совета, научный руководитель Лаборатории ядерных реакций академик **Юрий Оганесян**. «Во всех передовых странах мира, национальных лабораториях производятся тяжелые ионы, с помощью которых исследуются самые разные объекты естествознания. Почти 75 лет назад такое небольшое на тот момент направление, как ядерная физика, стало разрастаться в новые ветви науки: атомная физика, ядерная химия и астрофизика. Для обсуждения результатов и будущих планов по исследованиям в этих направлениях мы и собрались сегодня», — сказал Юрий Оганесян.

С приветственными словами к гостям конференции обратились директор ИПФ РАН академик **Григорий Денисов** и научный руководитель ОИЯИ академик **Виктор Матвеев**.

С докладом о физической программе ОИЯИ выступил директор Объединенного института академик **Григорий Трубников**. Согласно отчету Международного союза теоретической и прикладной физики (IUPAP) одними из важнейших для мировой науки проектами стали ускорительный комплекс NICA, Фабрика сверхтяжелых элементов и нейтринный телескоп *Vaikal-GVD*, над которыми работают сотрудники Института. Как отметил Григорий Трубников, для дубненского международного научного центра это невероятно значимое достижение. Докладчик обозначил основные исторические вехи развития ядерной физики в ОИЯИ.

«В 1960 году в Лаборатории ядерных реакций ОИЯИ был создан уникальный ускоритель тяжелых ионов циклотрон U-300, в запуске которого принимал участие Юрий Оганесян. Эта установка на десятилетия определила программу в области физики тяжелых ионов. В 80–90-е годы в эксплуатацию были введены два новых циклотрона U-400 и U-400M, которые позднее будут соединены каналом для транспортировки тяжелых ионов в единый комплекс циклотронов для работы не только со стабильными, но и с экзотическими радиоактивными ядрами», — отметил директор Объединенного института.

В конце 2000-х годов было принято решение о развитии программы в области физики тяжелых ионов и создании уникального комплекса сверхпроводящих колец на встречных пучках тяжелых ионов, который получил название NICA. Мегасайт-проект нацелен на исследова-

ние фазовых переходов ядерной материи и попытку нахождения при определенных энергиях сталкивающихся частиц свидетельства того, что на короткое время можно воссоздать плотность вещества, превышающую нормальную ядерную плотность. В рамках научной программы проекта проводятся экспериментальные исследования внутренней структуры ядра.

Сегодня более 1000 человек принимают участие в исследовательской деятельности на комплексе NICA. Достиженные участниками результаты экспериментов публикуются в международных научных журналах. В течение 2024 года планируется завершить необходимые технологические испытания компонентов комплекса, а на начало 2025 года намечен запуск первого ионного пучка в коллайдере.

В 2020 году на базе ЛЯР ОИЯИ заработала Фабрика сверхтяжелых элементов. Этот новый ускорительный комплекс предназначен для исследования границ стабильности ядерной материи, синтеза новых элементов Периодической таблицы и изучения их химических свойств. Основная цель совместно с международным сообществом — попытка синтеза 119 и 120-го элементов.

В числе достижений лаборатории по работе с тяжелыми ионами были выделены исследования реакций по синтезу 110-го (дармштадтий), 112-го (коперниций), 114-го (флеровий) и 115-го (московий) элементов, получение шести новых изотопов, а также исследования химических свойств элементов Периодической таблицы Менделеева, выполняемые на Фабрике сверхтяжелых элементов, — флагманском проекте ЛЯР.

Одна из основных задач Лаборатории ядерных реакций — создание высокоинтенсивных ионных источников. Совместно с НИИЭФА и коллегами из ИПФ РАН создается ЭЦР-источник на 28 ГГц, а также ионный источник для циклотрона MSC-230. Летом 2024 года ожидается возобновление работы модернизированного циклотрона U-400M. Продолжается строительство нового экспериментального зала ускорительного комплекса U-400R, основным направлением исследований которого станет синтез сверхтяжелых элементов. Активно обсуждается создание фабрики радиоактивных ядер для исследования физики вторичных пучков и получения моноэнергетических ионов.

Кроме того, в ОИЯИ проводятся прикладные исследования в областях медицины, радиобиологии и материаловедения в рамках проекта Лаборатории физики высоких энергий ARIADNA на установках СОЧИ, ИСКРА, СИМБО. В ЛЯР заканчивается строительство циклотрона ДЦ-140, который позволит получать пучки ускоренных ионов от кислорода до висмута. В со-

трудничестве с Росатомом разрабатывается новый сверхпроводящий протонный ускоритель MSC-230, предназначенный для проведения протонной флэш-терапии пациентов с онкологическими заболеваниями и реализации широкого спектра медико-биологических исследований.

В завершение своего выступления Григорий Трубников обозначил ключевые проблемы физики, которые должны определять развитие новых установок и программ в ядерной науке, и рассказал о перспективах исследования физики тяжелых ионов.

Юрий Оганесян представил программу совещания и выступил с обзорным докладом о Фабрике сверхтяжелых ионов, в рамках которого были охарактеризованы цели, результаты и планы по исследованиям в области физики тяжелых ионов. Особое внимание в своем докладе академик Ю. Оганесян уделил национальному проекту «Атом и новые энергетические технологии», реализуемому консорциумом институтов ГК «Росатом» и ОИЯИ.

На сессии состоялось торжественное вручение международной премии имени Г. Н. Флёрва за выдающиеся работы в области ядерной физики и ядерной химии. Лауреатами в этом году стали:

- соавтор открытия 114-го элемента (флеровия) Радий Иванович Илькаев — за большой вклад в синтез и исследование свойств сверхтяжелых ядер;
- соавтор открытия 102-го (нобелия) и 103-го (лоуренсия) элементов Евгений Денисович Донец — за создание источников высокозарядных ионов для получения интенсивных пучков средних и высоких энергий;
- начальник сектора электронно-лучевого источника ионов ЛФВЭ Евгений Евгеньевич Донец — за создание источников высокозарядных ионов для получения интенсивных пучков средних и высоких энергий;
- заместитель директора Института современной физики Китайской академии наук (Ланьчжоу) Чжао Хунвэй — за создание источников высокозарядных ионов для получения интенсивных пучков средних и высоких энергий.

В соответствии с программой мероприятия участники из научных центров и университетов, научные сотрудники организаций государственной корпорации по атомной энергии «Росатом» представили более 30 научных докладов по тематикам физики тяжелых ионов низких и высоких энергий и прикладных исследований. В заключительный день представители ИПФ РАН рассказали об основных направлениях исследований и новых проектах института.

# ЛНФ и CSNS: есть темы для сотрудничества

Начало на стр. 1

Заместитель директора CSNS Тянжао Лиан указал на схожесть ИБР-2 и Китайского испарительного источника, общие научные интересы. ИБР-2 работает более 40 лет, позволяя делать хорошие работы по нейтронному рассеянию и другим направлениям. CSNS был запущен в 2018 году, и малоугловое рассеяние нейтронов — одно из направлений проводящихся на нем исследований. «Я думаю, наше сотрудничество будет полезно для обеих сторон, спасибо коллегам из ЛНФ за организацию этого совещания», — завершил он свое выступление.

Приветствуя гостей из Китая, директор ЛНФ Е. В. Лычагин отметил: «Нас объединяет большой проект между ЛНФ и CSNS, и сами два источника нейтронов имеют много общего». А сами источники, их экспериментальное окружение, направления исследований, программы пользователей и проекты будущего были представлены в докладах директора ЛНФ и заместителя директора CSNS, первых докладах совещания.

— История возникновения этого совещания такая, — ответил на мой вопрос Е. В. Лычагин. — Китайские коллеги в свое время проявили интерес к сотрудничеству и приехали в Дубну еще лет восемь назад, участвовали в нашем международном семинаре ISINN. В основном это были специалисты в области ядерной физики. Позже они построили достаточно много установок по нейтронному рассеянию на своем источнике, и в какой-то момент, когда было подписано соглашение между ОИЯИ и Китайской академией наук, встал вопрос о совместных проектах ОИЯИ и институтов Китая. Совершенно естественно возник проект между ЛНФ и CSNS, поскольку наши источники имеют очень много близких параметров и возникают аналогичные методические и технические проблемы, на них изучается примерно одна и та же наука. Поэтому такой проект был поддержан группой экспертов из ОИЯИ и Китая. Сейчас китайская сторона ждет финансирования от своего правительства, но еще раньше мы решили собрать рабочее совещание, чтобы определить, по каким вопросам будем сотрудничать, — будет ли это совместная работа над каким-то детектором, какими-то электронными устройствами, расчеты новых инструментов и так далее. Мы пригласили экспертов, к сожалению, не все по разным причинам смогли приехать, из 12 приехали только 8. Сегодня и завтра мы им расскажем, чем занимаемся на реакторе, из докладов китайских коллег мы узнаем, чем занимаются они, какие у них инструменты и техника. Мы покажем им наши экспериментальные установки, и за круглым столом обсудим, какими конкретными делами мы могли бы заниматься вместе.

## Это будут совместные эксперименты?

— Пока мы думаем, что это будет сотрудничество по методике и технике. По науке — и наш, и китайский источник являются пользовательскими инструментами, и мы можем подавать предложения экспериментов друг к другу, и за последние полтора года наши ученые уже выполнили в Китае шесть экспериментов. Цель этого сотрудничества — развивать совместно технику, повысить эффективность своих установок, а поскольку установки похожи, то можно воспользоваться лучшими решениями, и совместно решать возникающие технические проблемы.



Перед экскурсией на ИБР-2. Тянжао Лиан и Егор Лычагин обсуждают схожие проблемы установок

## В совещании наряду с экспертами участвуют молодые китайские ученые. Предполагается ли приглашать студентов и аспирантов на подготовку дипломных работ?

— Мы пока не предполагали никакой специальной программы молодежного обмена. Я думаю, если завяжется деловое сотрудничество, то наверняка люди будут обмениваться опытом. Я видел, что коллектив, работающий на китайском источнике CSNS, достаточно молодой.

## Станет ли это совещание традиционным?

— Посмотрим. Многие китайские коллеги написали на слайдах своих докладов «Первое рабочее совещание», что подразумевает, наверное, будет и второе. На самом деле, если проект начнет удачно реализовываться, надо будет время от времени встречаться, чтобы сверять часы, обсуждать совместные вопросы. Еще это зависит от того, как мы организуем работу: будем ли независимо делать что-то похожее и обмениваться результатами или начнем что-то делать совместно, а это уже разные степени кооперации. Я надеюсь, что они будут время от времени происходить.

Подвести итог двух дней совещания прошу профессора Тянжао Лиана:

— По докладам, сделанным с обеих сторон, можно сказать, что у нас есть много точек соприкосновения. В CSNS есть нейтронный дифрактометр, мы разработали метод рассеяния нейтронов для дифрактометров, рефрактометров, приборов для малоуглового рассеяния нейтронов и многих других. Также можно развивать связанные с этим методы — от детекторной техники до нейтронной оптики, физики нейтронов. На самом деле, нужно еще кое-что обсудить: технологии, связанные с источником нейтронов, особенно холодный замедлитель.

Конечно, точки соприкосновения должны детально обсуждаться. Построены хорошие

взаимоотношения между учеными наших центров, идет обмен идеями. Я думаю, мы найдем еще новые темы для сотрудничества после итогового обсуждения.

## Может ли возникнуть какой-то новый проект после этого совещания?

— Мы работаем над этим, какие-то наметки уже есть, но детали еще прорабатываются, возможно, через пару месяцев после подписания соглашения о нем можно будет рассказать. Также мы изыскиваем возможность финансовой поддержки в Российском научном фонде и в Китайском научном фонде.

## На новой нейтронной установке ЛНФ планируется создание источника ультрахолодных нейтронов. В CSNS также планируется создание такого инструмента?

Мы сейчас работаем над двумя проектами и планируем построить источник ультрахолодных нейтронов. Я думаю, у нас есть возможность для сотрудничества в этом направлении. Такие установки, как наши, нацелены на изучение фундаментальных проблем, они требуют тесного международного сотрудничества не только с Россией, но и со многими странами.

## Планируете ли вы проводить это совещание регулярно?

Возможно, оно станет ежегодным, но мы в Китае проводим много других конференций. Может быть, стоит его собирать раз в два года, это надо обсудить с коллегами. Это совещание точно не последнее. Я думаю о расширении сотрудничества, более тесном взаимодействии.

По итогам совещания был подписан меморандум о взаимопонимании, определяющий направления дальнейшего сотрудничества.

Ольга ТАРАНТИНА,  
перевод Дианы АЛЬ-МААЙТА,  
фото Игоря ЛАПЕНКО



## Энергии хватает на всё, и это только начало...

Есть такая поговорка: «Где родился, там и пригодился». И моя судьба — тому яркое подтверждение. Я родилась в Дубне. И вся моя жизнь связана с нашим прекрасным городом: детский сад, школа, вуз и теперь работа... В школьные годы ходила в разные кружки, посещала волейбольную секцию, школу конфликтологов, закончила музыкальную школу по классу аккордеона, участвовала в организации акций движения «Наши», выступала на школьных праздниках.

С 17 лет начала работать — сначала официанткой в кафе «Пищерони», потом оператором в кол-центре «Восточного экспресс-банка». Весомый вклад в мое будущее, как оказалось, внесла должность распределителя работ в электротехническом цехе ОАО «Энергия-Тензор». Полученные знания я смогла применить в дальнейшем.

В 2014 году, после окончания университета Российской академии образования, меня приняли на работу инженером в Объединенный институт ядерных исследований. Помимо прочего, в мои обязанности входило составление графиков планово-предупредительного ремонта (ППР) для котельного и азотного цехов, ремонтно-монтажного участка и цеха эксплуатации коммуникаций и водоснабжения. Спустя несколько лет, когда ушла на пенсию сотрудница, составлявшая графики для электроцеха, ее обязанности также передали мне, а еще через пару лет добавили графики по грузоподъемному оборудованию. Таким образом, в течение десяти лет я постепенно училась, осваивала новые навыки и в итоге стала единственным специалистом, который занимается графиками ППР в Отделе главного энергетика.

Помимо работы, у меня по-прежнему много увлечений.

В 2019 году я организовала волейбольную секцию. Сначала собирались друзья и знакомые в спортивном зале администрации города «Инициатива». Потом состав начал меняться, и на протяжении четырех лет наш круг расширился и обновился. Сейчас в секцию ходят ребята разного возраста, из разных организаций города. Есть сотрудники ОИЯИ, которые с первых игр и до сих пор остаются с нами. В 2021 году я познакомилась с зимним плаванием. Для меня это стало и открытием, и испытанием. Я никогда не думала, что это легко и сложно одновременно. Поначалу, конечно, боишься обморожения, проруби. Если почитать соответствующие статьи и рекомендации, то часть страхов и сомнений уходит. Но первый момент соприкосновения холодной воды

с кожей не заметить невозможно. К такому стрессу можно привыкнуть — если заниматься постоянно. Также помогло общение. Когда узнаешь, что все участники ощущают холод в той или иной степени, понимаешь, что они тоже не обладают какой-то суперсилой. Сейчас я состою в клубе «Моржи Дубна», участвовала в соревнованиях «Дубна. В десятку!». Оно проходит в начале октября на набережной Менделеева. Участникам надо проплыть максимальное количество метров за 10 минут. Первый раз я продержалась в воде не больше 40 секунд. На следующий год преодолела себя и смогла продержаться в воде все 10 минут. Постоянная работа над собой и практика позволила побороть свои страхи. Занятия длятся всю зиму, а если точнее, как только в августе вода становится прохладной, мы начинаем плавать, постепенно приучая свой организм к плаванию в проруби. Если кто-то захочет присоединиться — мы собираемся по выходным в 11:00 на Менделеевской набережной.

В 2022 году закончила Школу кадрового резерва в городе Дубна, где нас учили реализовывать проекты — от идеи до защиты презентации в присутствии главы города и представителей администрации. Я научилась создавать финансовую модель, паспорт проекта, настраивать коммуникации. Особенно понравились тренинги по командообразованию и лидерству. Также познакомилась с административным управлением города, узнала о работе портала «Добродел», о показателях и рейтингах. В том же году принимала участие в конкурсе «Лидеры России».

Участие в школе укрепило во мне желание продолжить обучение в магистратуре. В 2023 году я поступила в университет «Дубна» и сейчас учусь по направлению «Прикладная информатика».

В тот же год в Дубне начались занятия по импровизации, которые проводили Анастасия Палюга и Евгений Елисеев. На них я узнала о создании шуток, разнообразии игр и применении правила «сделай из партнера звезду». Было много волнительных момен-



тов. Особенно запомнилось выступление на Improv-теплоходе. Я редко выступаю перед аудиторией, а в тот вечер было запланировано выступление постоянных участников нашего сообщества ImproveDubna. На теплоходе было 90 зрителей, перед которыми мы выступали на протяжении двух часов. У нас не было заготовленного текста, но в итоге наши импровизации вызвали много аплодисментов и улыбок публики. Второй раз я выступала уже на суше, в декабре, на отчетном концерте курса «Импровизация».

С июня 2023 года я стала принимать участие в организации мероприятий Объединения молодых ученых и специалистов ОИЯИ. Первым пробным мероприятием для меня стала XXVII летняя научная школа молодых ученых и специалистов «Липня-2023». Подготовка была интересной и сложной, организаторы не жалели времени, старались максимально применить свои знания. За период подготовки и проведения школы мы стали настоящей командой. После этого меня пригласили участвовать в организации пикника Back to Office и конференции AYSS-2023. Конференция стала для меня хорошим опытом в общении с миром людей, влюбленных в науку, готовых отдавать все силы и умения, чтобы реализовать свои научные идеи, людьми, чей научный интерес намного больше, чем предусмотрено режимом работы, готовыми дни и ночи напролет обсуждать гипотезы и научные новости.

В ноябре с научными сотрудниками ОИЯИ я участвовала в III Конгрессе молодых ученых. Директор ОИЯИ Григорий Владимирович Трубников стал участником четырех сессий, научный руководитель ЛЯР Юрий Цолакович Оганесян в формате онлайн-трансляции отвечал на вопросы молодых ученых,

ученый секретарь ЛЯР Александр Владимирович Карпов был спикером сессии. Члены Совета ОМУС встречались с представителями других советов молодых ученых по России и других стран. Я испытала гордость за ОИЯИ и родной город. Увидела перспективы и возможности нашей организации, реакцию других участников на информацию об ОИЯИ.

В 2024 году курировала конкурс «Идеи будущего», который ОИЯИ проводил совместно с Особой экономической зоной технико-внедренческого типа «Дубна». В конкурсе участвовали 32 проекта по пяти направлениям. Мне выдалась возможность быть среди членов жюри у школьников 5—8-х классов. Работы были разноплановые и интересные, участники увлекательно представляли свои проекты.

На данный момент я стала первым в истории Института сотрудником ОГЭ, которого избрали в Совет ОМУС. В Совете представляю интересы молодых специалистов общепитовских подразделений, служб, департаментов и отвечаю за взаимодействие с Особой экономической зоной.

Свое будущее я связываю с ОИЯИ и ОМУС. Надеюсь, что смогу применить свои профессиональные и организаторские навыки для сотрудников Института, сделать их работу более комфортной, организовать связи с другими организациями, способствовать притоку молодых кадров. Это не только мои амбиции, активная жизненная позиция, в этой деятельности заключается и моя благодарность за возможность учиться, развиваться и реализовывать свои идеи в ОИЯИ и в родном городе. Уверена, что это только начало, и судьба еще много раз даст мне шанс стать полезной обществу.

Екатерина КОЛОСОВА,  
инженер ОГЭ

### • Лекции

## Нейронные сети и нейтронная томография

Популярность нейросетей в последние годы растет. Их идея заключается в том, чтобы максимально близко смоделировать работу человеческого мозга: а именно его способности к обучению и исправлению ошибок. Это одно из направлений в разработке систем искусственного интеллекта. С помощью нейросетей можно генерировать тексты, редактировать музыку, создавать изображения и писать код, например. А можно с успехом применять в науке. О том, с какими задачами сталкиваются ученые ОИЯИ и как применяют на практике нейронные сети, рассказал 16 мая в ходе онлайн-лекции «Нейронные сети для физики» младший научный сотрудник ЛНФ Булат Бакиров.

Итак, что же такое нейросеть и как она работает? «Нейрон в нашем понимании — это математическая модель, на вход которой подаются какие-то данные, они суммируются, применяются нелинейные функции, получается какой-то результат, — рассказывает Булат Бакиров. — Единичные нейроны объединяются в слои, а потом компонуются между собой. Нейронную сеть нужно обучить. И здесь не всё так просто. Величина ошибки изначально очень большая. И необходимо перестроить параметры таким образом, чтобы она уменьшилась. Подобная перестройка параметров сети называется одной единичной эпохой обучения. Через какое-то количество эпох обучения можно получить удовлетворяющий нас результат».

Это обычная нейросеть, когда каждый нейрон связан с каждым следующим и последующим слоем. На самом деле она отлично работает с рядом задач, но не с теми, которые связаны с изображениями. Более сложные задачи решает так называемая сверточная нейронная сеть. Название свое эта специальная архитектура искусственных нейронных сетей получила из-за наличия операции свертки, суть которой в том, что каждый фрагмент изображения умножается на матрицу (ядро) свертки поэлементно, а результат суммируется и записывается в аналогичную позицию выходного изображения.

Как можно применять сверточные нейросети, например в науке? В ЛНФ ученые их применяют в задачах нейтронной томографии, рассказывает Булат Бакиров. Для построения изображений можно использовать не только видимый свет, но и ионизирующие излучения. В этом случае можно получить информацию не только о внешнем, но и внутреннем строении объекта. По сравнению с рентгеном, имеющим электромагнитную природу, нейтронное излучение характеризуется более глубоким проникновением в глубь исследуемого объекта, что позволяет с его помощью исследовать достаточно крупные предметы и решать широкий круг междисциплинарных научных задач.

В ЛНФ на 14-м канале высокопоточного импульсного реактора ИБР-2 была создана специализированная установка для исследований с помощью нейтронной радиографии и томографии. Появление этой установки позволило развить новое прикладное направление исследований, связанное с неразрушающим анализом внутреннего строения широкого круга

объектов, изделий и материалов, среди которых — археологические объекты культурного наследия.

«Коллеги-археологи присылают нам какие-то образцы для исследований с раскопок, артефакты. Мы их исследуем на установке ИБР-2, а затем пытаемся реконструировать технологии изготовления данных артефактов, изучаем их внутреннюю структуру, определяем степень их сохранности», — отмечает ученый.

Какие результаты можно получить таким образом? Например, исследуя средневековые серебряные монеты, можно увидеть, что некоторые из них являются подделкой, причём сделанной еще в Средние века. При дефиците серебра по различным причинам средневековые мастера экономили этот металл. Делалась заготовка, которая покрывалась серебром. Другими традиционными методами это никак не определить, разве что сломать монету пополам и посмотреть, что внутри.

«Также мы исследовали бронзовые греческие монеты с раскопок на берегу Черного моря, покрытые очень толстым слоем коррозии. С помощью нейтронной томографии мы смогли увидеть, каким было исходное изображение. Исследовали, например, находки древнеримского поселения на территории Румынии, образцы керамики бронзового и железного веков, Средневековья. И для всех этих задач применяли нейронные сети», — подчеркивает Булат Бакиров.

Они помогают удалить шум с полученных изображений, уменьшить количество проекций, которые необходимо сделать для качественной реконструкции модели. Как признаются сами ученые, «доставание» картинки с помощью алгоритмов искусственного интеллекта позволяет сэкономить им до 80 % времени и исследовать в пять раз больше объектов. В ближайших планах — научиться повышать качество реконструкций с помощью нейросетей, над этим ученые ЛНФ сейчас активно работают.

Подготовила Ксения МОРИНОВА

Ссылка на полную версию лекции «Нейронные сети для физики» Булата Бакирова





## Об истории реактора – наглядно и подробно

**В этом году одним из важнейших юбилейных событий в ОИЯИ стало 40-летие запуска реактора на быстрых нейтронах ИБР-2 в Лаборатории нейтронной физики. Этому событию посвящена открывшаяся в Музее истории науки и техники ОИЯИ выставка «40 лет с ИБР-2».**

На торжественном открытии директор Лаборатории нейтронной физики Егор Валерьевич Лычагин рассказал об истории реактора ИБР-2, его предшественниках, а также поделился планами на будущее.

Выставка организована коллективами ЛНФ и Музея ОИЯИ. Историческая линия проекта ИБР-2 от идеи до основных направлений работы реактора отражена на четырех стендах. На выставке представлены действующая модель реактора ИБР-2, полноразмерный макет активной зоны ИБР-2, модель и аксонометрический чертеж реактора ИБР-1, единственная в своем роде нейтронная рулетка, первое техническое задание на реактор ИБР-2, панель управления установки РЕГАТА, детали зеркальных нейтронных труб, а также уникальные фотоснимки и документы.

До конца года запланирован цикл докладов, посвященных 40-летию ввода в эксплуатацию реактора ИБР-2. Начальник группы сектора диф-

рактометрии ЛНФ Сергей Евгеньевич Кичанов сделал первый доклад «Как нейтроны заглядывают в прошлое: обзор прикладных исследований на реакторе ИБР-2 в археологии». Лекция была посвящена тому, как физики ОИЯИ помогают археологам решать исторические загадки, исследуя с помощью нейтронной томографии объекты культурного наследия и археологические находки из разных стран. Лектор привел результаты нейтронной структурной диагностики широкого круга объектов: от фрагментов керамической посуды до монет, от чугунных казанов до золотых украшений. И действительно, такая методика помогает существенно расширить наши исторические познания, разрешить научные споры, а также реставрировать объекты культурного наследия и изучать тонкости древних технологий. Перед историками, антропологами, искусствоведами, нумизматами, геральдистами открылись огромнейшие перспективы!

В рамках работы выставки запланирован ряд научно-популярных лекций и семинаров. Приглашаем сотрудников ОИЯИ, жителей и гостей города в будние дни с 14:30 до 18:00.

**Кирилл КОЗУБСКИЙ, фото Игоря ЛАПЕНКО**



# О науке в воспоминаниях

В Издательском отделе вышли две новые книги научных сотрудников Лаборатории ядерных проблем: сборник Владимира Комарова «Физика в кругу друзей и коллег» и монография «Мюоны и ядра, или Приключения мюона в ядре» за авторством Басара Сабирова.

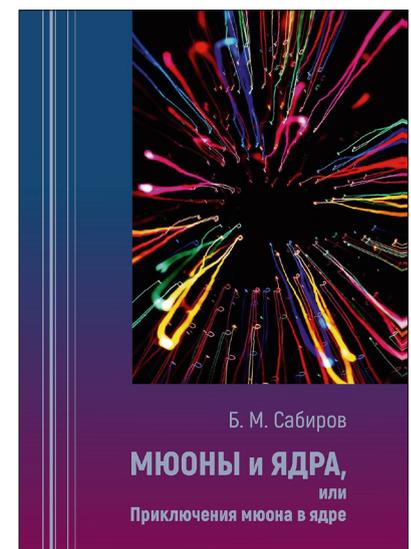
Сборник «Физика в кругу друзей и коллег» содержит научно-мемуарные статьи, посвященные физикам Лаборатории ядерных проблем и их научной работе. Владимир Комаров подобрал очерки о друзьях и коллегах, с которыми ему довелось общаться и работать в течение более 65 лет. Первая статья посвящена 70-летию запуска первого дубненского ускорителя, а последняя — одной из актуальных физических проблем современности. Краткая научная автобиография и список публикаций дают представление о физике, в кругу которой вращался автор и вспоминаемые им друзья и коллеги.

Монография «Мюоны и ядра, или Приключения мюона в ядре» адресована начинающим физикам, интересующимся изучением мюонов, ищущим новые явления взаимодействия элементарных частиц с ядрами и атомами и решения возникающих проблем современными методами эксперимента.

В книге описаны результаты экспериментов с совершенно разными и независимыми подходами к решению проблемы взаимодействия мюонов с ядрами. Рассмотрены различные пути захвата мюонов ядрами и последующие пути вторичных процессов: безрадиационный захват с последующим делением ядра, возбуждение ядра с вылетом частиц (нейтронов и заряженных), возбуждение ядерных уровней с вылетом гамма-квантов. Экспериментальные данные требуют уточнения, в частности, в отношении спектроскопии фрагментов деления, спектроскопии вторичных частиц, а также статистической точности. Все описанные экспериментальные методы опираются на интерпретацию в рамках теоретических моделей. Улучшение каждой из этих частей будет стимулировать уточнения или новые пути в дальнейших исследованиях.

**Владимир Иванович Комаров** (р. 1935) — физик-экспериментатор, доктор физико-математических наук, ветеран Лаборатории ядерных проблем. Начал работу в ОИЯИ в 1957 г. с дипломной практики на синхротронной лаборатории. Получив диплом с отличием на физическом факультете Московского университета, был принят в 1959 г. на работу в ЛЯП, где работал в должностях от младшего до главного научного сотрудника. Научные эксперименты периодически совмещал с административной работой в должности ученого секретаря лаборатории либо руководителя научного отдела. Проводил экспериментальную работу на протонных ускорителях Дубны, Протвино, ЦЕРН и Юлиха (Германия). Результаты изложены в более чем 180 научных публикациях, написанных лично им либо в соавторстве с коллегами.

**Басар Мухитдинович Сабиров** окончил в 1967 г. физический факультет Ташкентского государственного университета по специализации «физик-ядерщик». С 1969 г. — сотрудник ЛЯП. Приобрел опыт работы с мюонными атомами в исследованиях ядерных, атомных и химических свойств вещества, активно участвовал в экспериментах по применению мюонных атомов в медико-биологических космических исследованиях совместно с Институтом медико-биологических проблем РАН. Автор и участник эксперимента по изучению монополярного возбуждения ядер при распаде связанного мюона. Участвовал в создании мюонной системы в эксперименте D0 в Фермилабе (США), где исполнял обязанности руководителя группы ОИЯИ. Провел большую исследовательскую работу по модернизации криомодуля международного линейного коллайдера (ILC), получил патент на изобретение. В настоящее время занимается производством и исследованием строу-трубок для международного эксперимента COMET в Японии.



Книги доступны на сайте Издательского отдела ОИЯИ.

## Квантовый мир победил

Группа исследователей из Института САУ университета «Дубна» и Лаборатории информационных технологий ОИЯИ активно внедряет квантовые алгоритмы в свою работу, связанную с вычислительными процессами на коллайдере NICA.

В состав группы под руководством профессора Сергея Ульянова входят профессор Владимир Кореньков, доценты Андрей Решетников и Ольга Тятюшкина, аспирант Роман Капков и другие ученые. Исследователи уже выпустили серию учебных пособий и лабора-

торных практикумов в области квантового искусственного интеллекта, робототехники и автономных систем. Эти научные труды могут стать основой для обеспечения образовательного процесса при подготовке кадров в области квантовых технологий.

Подготовку подобных кадров обсуждали на недавнем съезде Российского союза промышленников и предпринимателей (РСПП), в котором принял участие президент РФ Владимир Путин. В процессе дискуссии был поднят вопрос создания консорциума бизнеса и вузов страны для плановой подготовки кадров в области квантовых технологий. Также были отмечены результаты внедрения квантовых алгоритмов на дубненском коллайдере NICA. Президент согласился с необходимостью развивать «квантовые кадры» и отметил, что правительство поддержит предложение создать на базе РСПП консорциум по подготовке квантовых инженеров, в который будут включены бизнес и ведущие вузы страны. Такие инженеры будут способны предлагать алгоритмы и для сферы безопасности всех уровней, для логистической отрасли, сельского хозяйства, фундаментальной науки.

Сквозными квантовыми технологиями занимаются ведущие ученые РФ и мира, и очень важно, что дубненские ученые задействованы в таких критически важных проектах.

### Серия «Квантовые сквозные ИТ»



## • Вас приглашают

### ДК «Мир»

**24 мая в 19:00** – концерт «Рахманинов. Многогранность гения» оркестра «Фонограф-Джаз-Бэнд» под управлением народного артиста России Сергея Жилина

**26 мая в 15:00** – отчетный концерт «У каждого свое кино» студии танцев и спорта «Арт-лаборатория»

**31 мая в 19:00** – сольный стендап-концерт Ольги Малащенко

### ДЕНЬ ЗАЩИТЫ ДЕТЕЙ

**1 июня с 11:00** – праздник на площади перед ДК «Дети – детям»:

- театральные мастер-классы от детской театральной студии «Балаганчик»;
- «текстильные бабочки» (шитье), игрушка, заколка, брошка;
- квест «Котики, вперед!», игры и мастер-классы от Универсальной библиотеки ОИЯИ;
- «вязаная сумка» от кружка «ЭЛЕМЕНТарная петелька»;
- «бисерная ромашка» от кружка «Элементарно, Бусинка»;
- блеск-тату, сладкая вата от «Туси Ленд»;
- сеанс одновременной игры в шахматы, проводит тренер спортивной школы «Дубна», мастер ФИДЕ В. Г. Березин;
- конкурс «Рисунк на асфальте»;
- ярмарка от ремесленников Дубны

**1 июня в 12:00** – спектакль «Золушка» семейного театра Дубненско-Талдомского благочиния «Дорогою добра»

### Выставочный зал

**До 16 июня** – выставка акварельных иллюстраций из книги «Тайна потерянного Жадета». Автор Мария Бали

*Время работы: вторник – воскресенье, 13:00 – 19:00, понедельник – выходной*

### Универсальная библиотека имени Д. И. Блохинцева

**23 мая**

**18:00** – встреча киноклуба ОИЯИ

**19:00** – книжный клуб «Список на лето»

**24 мая**

**18:00** – исследовательский проект для детей 10–12 лет «Груша Архимеда».

*Подробности в группе ВК «Блохинка детям»*

**18:00** – встреча «ВИП», литературный дискуссионный клуб для подростков, 12–14 лет

**25 мая**

**13:30** – игротка 16+

**16:00** – проект для детей 9–11 лет «Времена и эпохи»: погружаемся в историю через книги и игры, цикл «Древний Рим».

*Подробности и запись в группе ВК «Блохинка детям»*

**17:00** – «Почитайки», 7–9 лет

*По записи в группе ВК*

**18:00** – встреча литературно-дискуссионного клуба для подростков, 14–16 лет

**18:00** – встреча с пересказами нехудожественных книг «Курилка Гутенберга»



## Ветераны встретили праздник

**В Доме ученых состоялся вечер, посвященный 79-й годовщине Победы в Великой Отечественной войне. Его провел совет ветеранов Объединенного института.**

В мероприятии приняли участие глава городского округа Дубна М. А. Тихомиров, главный инженер ОИЯИ Б. Н. Гикал, председатель ОКП в ОИЯИ депутат городского Совета депутатов В. П. Николаев, председатель Совета депутатов городского округа Дубна Е. У. Углов, депутат Совета депутатов А. В. Тамонов, председатель городского совета ветеранов Н. В. Шувикова. Они тепло поздравили ветеранов Института со светлым праздником Победы, выразили благодарность за активное участие в развитии и процветании Института и пожелали им крепкого здоровья и успехов в воспитании подрастающего поколения.

На вечере состоялось награждение активистов совета ветеранов. Почетной грамотой главы г.о. Дубна награждена В. Н. Баландина. Грамот городского Совета ветеранов удостоены Г. С. Азарова и Л. Н. Карпухина.

От имени совета ветеранов председатель совета С. А. Елизарова, члены совета В. А. Никитин и В. Б. Трофимов тепло поблагодарили руководство Института и города за заботу и внимание, за поддержку старшего поколения.

Участники вечера тепло встретили выступления юных хористов Детской школы искусств «Рапсодия» – ансамбля мальчиков «Соколята» (руководитель Е. В. Бектимиева) и ансамбля девочек «Антарес» (руководитель М. В. Колгина, концертмейстер Н. Ю. Стальцова), исполнивших дорогие ветеранам песни о великом подвиге народа.

