



НАУКА СОДРУЖЕСТВО ПРОГРЕСС

ЕЖЕНЕДЕЛЬНИК ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Газета выходит с ноября 1957 года № 21 (4211) Пятница, 6 июня 2014 года

DRIBsIII: от этапа к этапу

Уникальный бренд: Дубненский Циклотрон (ДЦ)

Итак, на календаре вторник, 3 июня, сияющий летний день, и бетонные строительные площадки нового корпуса ЛЯР залиты солнечным светом. Вот эта ниша примет в себя новый циклотрон, оборудование для которого отчасти уже готово и можно было бы начинать монтаж, да крыши еще нет, запаздывают строители. И в очередной беседе с главным инженером ЛЯР Георгием Гульбекиным мы подводим итоги мая 2014 на DRIBsIII. Вместе со мной пришли на эту встречу коллеги: Елена Пузынина с фотокамерой, Игорь Бельведерский и Инна Орлова с видеокамерой и микрофоном. Так что вскоре этот материал появится на видеопортале и на сайте ОИЯИ, на нашей институтской страничке в YouTube.

– За время, прошедшее после нашей последней встречи, работа была посвящена как новым проектам, так и реализации программы работы ускорителей в этом году, – начинает Георгий Герасимович



свой рассказ. – Я не устаю повторять, что ускорители лаборатории должны работать на эксперимент и лучше работать постоянно. На ускорителе У-400 5 мая был закончен первый эксперимент на установке ВАСИЛИСА на пучках титана-50. Более подробно о его ре-

зультатах расскажет начальник сектора ЛЯР Александр Еремин. Еще один эксперимент проводился на пучках новых для нас ионов гадолиния на установке КОРСЕТ (Эдуард Козулин, Валерий Загребав). Он завершен, но будет продолжен во второй половине августа. На этом же ускорителе работал сектор Юрия Пенионжкевича – установка МСА использовала ионы кислорода-18. А сейчас готовится к исследованиям сепаратор ГНС по изучению возможности синтеза новых изотопов сверхтяжелых элементов на пучках традиционного для нас кальция-48. Эти эксперименты должны завтра начаться (то есть 4 июня – *Е. М.*).

Александр Еремин, начальник сектора ЛЯР:

– Титан-50 был впервые ускорен на нашем циклотроне с использованием ЕЦР-источника, причем это делалось в тесной коллаборации с французскими коллегами. Без них нам вряд ли удалось бы осуществить этот процесс. Они разработали химическую процедуру подготовки исходного материала с титаном-50, и первый тестовый заход состоялся в ноябре прошлого года. А в мае проведен полноценный физический эксперимент, он длился три недели, достигнута очень высокая интенсивность пучка ($3 \cdot 10^{12}$ частиц в секунду), и мы изучали спонтанное



деление резерфордия. В середине 60-х годов прошлого столетия этот элемент в нашей лаборатории был открыт, но, к сожалению, его называли не так, как мы хотели, и несколько событий синтеза этого элемента было получено в течение примерно полугодового облучения. А мы сейчас за три недели синтезировали более полутора тысяч ядер этого изотопа. Таков прогресс за прошедшие полвека. В результате получена очень хорошая физическая информация о результатах спонтанного деления этого изотопа. Вообще титан-50 – очень интересная сама по себе частица, потому что, к сожалению, эксперименты с кальцием-48 подходят к своему логическому завершению. И следующий шаг на пути к сверхэлементам, возможно, будет связан с использованием ускоренных пучков титана-50. Таким образом модернизированный сепаратор в этом сеансе показал, что деньги вложены не зря и он работает достойно. И еще раз хочу подчеркнуть, что, несмотря на все мировые экономические проблемы, весной этого года наша дубненско-французская коллаборация прекрасно работала,

(Окончание на 3-й стр.)

В докладе директора УНЦ на Финансовом комитете «Развитие образовательной программы ОИЯИ» было анонсировано заседание рабочей группы представителей ряда стран-участниц Объединенного института, посвященное дальнейшему развитию образовательной программы Института, которое состоялось 24 марта (см. № 13 нашего еженедельника). Всеобщую поддержку нашло предложение расширить ее в части подготовки инженеров-физиков. Острая нехватка инженерных кадров ощущается как в исследовательских центрах стран-участниц, так и в лабораториях Объединенного института. Планы образования научно-инженерного отдела УНЦ были восприняты с большим воодушевлением. И через два дня на заседании КПП по инициативе полномочного представителя Чехии Ивана Штекла в итоговый протокол было внесено соответствующее предложение.

— Центральная идея этого проекта — создание и использование научно-учебных стендов для решения исследовательских задач с одновременной организацией практики инженеров-физиков, — комментирует приказ Станислав Пакуляк. — Таких стендов в Институте практически нет. В УНЦ есть лаборатории общезначимого практикума на 5-м этаже корпуса № 113 и в Лаборатории ядерных реакций находится специа-

Инженер — дефицитный специалист

Приказом директора ОИЯИ № 222 от 16 апреля 2014 года и в соответствии с решением Комитета полномочных представителей от 25–26 марта о создании на базе Учебно-научного центра ОИЯИ научно-инженерного подразделения для реализации учебных программ по подготовке инженеров-физиков с использованием учебных экспериментальных стендов была образована рабочая группа. До 15 июня рабочая группа должна сформировать предложения по общей концепции создания и образовательной программе будущего научно-инженерного отдела УНЦ. О задачах, стоящих перед создаваемым подразделением УНЦ, сегодня рассказывают руководитель рабочей группы, главный инженер ОИЯИ Г. Д. Ширков и заместитель руководителя группы, директор УНЦ ОИЯИ С. З. Пакуляк.

лизированный практикум по ядерной физике, где усилиями сотрудников этой лаборатории созданы и поддерживаются учебные стенды по изучению работы различных детекторов. В процессе обсуждения проекта по созданию парка учебных экспериментальных стендов в ОИЯИ родилась идея использовать в качестве такой установки стенд линейного ускорителя в здании № 118 ЛНФ.

— Этот стенд, созданный на базе ускорителя, перевезенного десять лет назад из Амстердама для нерезализованного проекта синхротронного центра, собран опытными сотрудниками ЛФВЭ, принимавшими также участие в создании линейного ускорителя для установки ИРЕН, — продолжает Григорий Ширков. — Под руководством инженеров-физиков, создающих этот стенд, и сотрудников будущего научно-инженерного отдела УНЦ, студенты могли бы проходить практику в широком диапазоне направлений ускорительной техники — высокочастотные системы, высоковольтная и силовая электроника ускорителей, магнитные системы и каналы транспортировки пучков, системы контроля и диагностики на ускорителе, вакуумные системы и другие. Во время такой учебы молодые инженерно-технические специалисты смогли бы на практике познакомиться с основами техники безопасности на физических установках, охраны труда, радиационной и ядерной безопасности. Пока идет создание этого стенда, каждый этап представляет технический интерес для молодых людей, которые будут там стажироваться. Но для использования этой установки в качестве учебного стенда необходим постоянный штат специалистов, не отвлекающихся на другие срочные инженерные работы в других проектах Института. Таких специалистов необходимо найти, и они могли бы составить основу будущего научно-инженерного отдела УНЦ.

— Может возникнуть естественное возражение, что инженеров-физиков должны готовить вузы, — продолжает Станислав Здиславович, — но там ведут лишь теоретическую подготовку. Например, в МИФИ катастрофическая ситуация с учебными установками: у студентов практически нет доступа к современному оборудованию для физических исследований. Неудивительно, что они после этого не хотят идти в экспериментальную физику. Поэтому хотелось бы иметь в ОИЯИ учебную лабораторию по ускорительной физике для студентов и аспирантов — российских и из стран-участниц, где они могли бы практиковаться в инженерной работе, а такой работы, пока стенд линейного ускорителя достраивается, хватит на много лет.

Для решения этих задач можно также перевезти из Германии небольшой циклотрон. На нем могли бы обучаться студенты, специализирующиеся в радиационной физике, радиохимии и других областях, связанных с обслуживанием медицинских ускорителей. В вузах они изучают теоретические курсы, а практической подготовки нет нигде. В случае успешной реализации этих возможностей в Институте появятся два ускорительных стенда, на которых можно будет реализовать крайне востребованную в странах-участницах практику по разнообразным инженерно-физическим учебным программам.

— Проблема с инженерно-техническими кадрами назрела, и ее ощущают и в странах-участницах, — подвел итог Г. Д. Ширков. — Сегодня молодых инженеров не хватает гораздо сильнее, чем молодых физиков. Ситуация складывается удачно для нас, поскольку есть и где, и кому этим заниматься. А надеяться, что каждый главный инженер сможет решить кадровую проблему на своей базовой установке, — это только откладывать ее решение.

Ольга ТАРАНТИНА



Еженедельник Объединенного института
ядерных исследований

Регистрационный № 1154

Газета выходит по пятницам

Тираж 1020

Индекс 00146

50 номеров в год

Редактор Е. М. МОЛЧАНОВ

АДРЕС РЕДАКЦИИ:

141980, г. Дубна, Московской обл., ул. Франка, 2.

ТЕЛЕФОНЫ:

редактор — 62-200, 65-184;

приемная — 65-812

корреспонденты — 65-181, 65-182.

e-mail: dnsp@dubna.ru

Информационная поддержка —

компания КОНТАКТ и ЛИТ ОИЯИ.

Подписано в печать 4.6.2014 в 12.00.

Цена в розницу договорная.

Газета отпечатана в Издательском отделе
ОИЯИ.

(Окончание. Начало на 1-й стр.)

и мы на себе никаких международных проблем не чувствовали.

– В это же время на У-400М, – продолжает свой рассказ Георгий Гульбекян, – готовится к монтажу установка АККУЛИНА-2. Работа тяжелая, потому что ведется она в действующем зале, в основном пока своими силами. Сейчас площадка подготовлена для заливки постаментов и полов, создания нормальных рабочих условий. Буквально сегодня прибыли строители и включаются в работу. Последние десять дней на ускорителе У-400М решались прикладные задачи по испытанию микросхем по заказам Роскосмоса. Постепенно за несколько лет мы стали основной лабораторией для испытания электронных компонент, которым предстоит работать в условиях открытого космоса.

Циклотрон ИЦ-100 до середины месяца работал. Во второй половине мая проводилась модернизация ЕЦР-источника, он сейчас запущен и мы видим хороший результат этой модернизации – ускоритель достаточно успешно эксплуатируется, на нем будут проводиться исследования по физике конденсированных сред и решению различных прикладных задач. Микротрон МТ-25 тоже постоянно в строю, за исключением небольшого перерыва на профилактику. Выполнен комплекс облучений для задач группы ЛФВЭ под руководством Александра Малахова (об этом газета недавно писала), по новым изотопам для группы Николая Аксенова (ЛЯР) и по исследованиям, которые ведутся Александром Дидьком.

Планово комплектуется оборудование для циклотрона ДЦ-280. Здесь надо отметить, что в названии семьи современных машин, созданных в ЛЯР, зашифрован бренд: Дубненский Циклотрон. Большинство заказов размещено и размещается. Есть трудности. В основном финансовые. Мы не знаем точно до сих пор, сколько нам отпущено средств на год.

В зеркале прессы

Официальный сайт, доступный по адресу <http://www.fano.gov.ru/>, запустило Федеральное агентство научных организаций.

«Сайт представляет полную и оперативную информацию о деятельности ФАНО России. В соответствующих разделах посетители веб-ресурса могут познакомиться с информацией о текущей и планируемой деятельности Агентства», – говорится в первом сообщении, опубликованном на сайте ФАНО.

На сайте размещены три основных раздела, в центре главной страницы расположен новостной блок. В разделе «Об Агентстве» пользователи ресурса получают информацию о структуре ФАНО России и списке подведом-



Наш финансовый план дирекции не утвержден. Есть проблемы и геополитические. Как уже говорилось, часть крупногабаритного оборудования заказана в Новокраматорске, но постоянная связь есть, мы видим, что работы там ведутся, обмениваемся информацией. Завод работает, хотя сотрудникам в нынешних условиях нелегко. Люди живут и в Славянске, и в других местах на расстоянии 10–15 километров друг от друга, практически в центре известных событий.

Рабочий проект строящегося экспериментального корпуса сейчас в стадии коррекций и замечаний – это очень важно, уже можно размещать в любой фирме заказы на создание систем этого корпуса. Но строительство идет с отставанием. Фирму-подрядчика приходится постоянно подстегивать. В то же время задача нашего Института – комплектация нестандартного оборудования для этого здания, и эту задачу мы выполняем. Это грузоподъемное оборудование, защитные двери и многое другое.

И еще ведем проект по реконструкции экспериментального зала У-400, наряду с модернизацией самого ускорителя, – это резко уве-

личит возможности экспериментальных установок после их размещения. Проект в стадии принципиальных решений практически уже готов, до конца июля будут устранены замечания, согласован протокол замечаний, а потом надо сдавать документы в Главэкспертизу.

«За отчетный период» у нас произошло большое и радостное событие. Начальник научно-технологического отдела ускорительных установок Борис Гикал защитил докторскую диссертацию. Это, мы считаем, успех всего коллектива. Комплекс машин, которые под его руководством были сделаны, – это ИЦ-100, ДЦ-60 для Астаны, ДЦ-110. Мы все его поздравляем, это чрезвычайно важный успех и признание. На фоне многих других докторских защит материал, собранный Борисом Николаевичем в его работе, содержит научную и, что чрезвычайно важно, инженерную информацию о новом уникальном классе циклотронов тяжелых ионов для физики конденсированных сред, прикладных исследований и технологий.

Евгений МОЛЧАНОВ,
фото Елены ПУЗЫНИНОЙ

ственных агентству организаций. Также там размещены официальные документы, регламентирующие деятельность ФАНО России. В разделе «Пресс-центр» пользователи смогут ознакомиться с новостями Агентства, просмотреть фото- и видео-материалы об официальных выступлениях и встречах руководства ФАНО России. В рубрике «Комментарии» опубликованы актуальные ответы руководителя Федерального агентства научных организаций Михаила Котюкова на вопросы научного сообщества.

«Администрация сайта ФАНО России учитывает все пожелания по размещению необходимой информации и созданию новых разделов», – уточняется в сообщении агентства.

STRF.ru

OPERA и тау-лептоны

Явление нейтринных осцилляций, то есть перехода одного типа нейтрино в другое, связано прежде всего с наличием у нейтрино ненулевой массы, что выходит за рамки Стандартной модели и поэтому представляет огромный интерес для физики частиц. Сегодня нейтринные осцилляции интенсивно изучаются в разных экспериментах по всему миру, для этого используются разные источники нейтрино (солнечные, реакторные, ускорительные, атмосферные) и разная методика их детектирования. В случае эксперимента OPERA задача осложняется тем, что зарегистрировать тау-нейтрино чрезвычайно сложно. Только в 2000 году в эксперименте DONUT в Фермилабе было обнаружено 8 случаев взаимодействия тау-нейтрино в детекторе. В случае эксперимента OPERA задача еще сложнее, так как тау-нейтрино должны появиться в результате осцилляций и на расстоянии 730 км от источника, где поток нейтрино уже становится во много раз меньше.

Первым предположил существование нейтринных осцилляций Бруно Понтекорво. Автор многих блестящих идей в области физики нейтрино, он еще в 1957 году опубликовал работу, где обсуждалась возможность переходов нейтрино в анти-нейтрино. В то время еще не были открыты разные типы нейтрино (электронное, мюонное, тау), поэтому были рассмотрены осцилляции нейтрино-антинейтрино, но позднее Б. Понтекорво и В. Грибов развили математический формализм, описывающий осцилляции между разными типами нейтрино. Тогда осцилляции были всего лишь научной гипотезой, которая могла объяснить некоторые научные наблюдения – например, дефицит солнечных и атмосферных нейтрино. Количество тех и других можно было рассчитать, но оказывалось, что их наблюдается значительно меньше, почти в два раза. Если в случае с солнечными нейтрино долго считали, что проблема кроется в несовершенстве солнечной модели, то для атмосферных модельные представления были проще и базировались на расчете ядерных каскадов от космических частиц, которые развиваются в атмосфере. На каждое электронное нейтрино в среднем должно быть два мюонных, а в ряде экспериментов наблюдался недостаток мюонных нейтрино. Хотя для объяснения этого дефицита предлагались и осцилляции, причина могла крыться в экспериментальных систематических погрешностях, тем более что не все детекторы наблюдали это явление.

19–22 мая в Дубне прошло международное совещание научной лаборатории OPERA, объединяющей 140 ученых из 11 стран. Эксперимент OPERA нацелен на исследование нейтринных осцилляций, на поиск появления тау-нейтрино в пучке мюонных нейтрино в результате осцилляций.

В 1998 году эксперимент Супер-Камиоканде продемонстрировал на большой статистике зависимость количества атмосферных нейтрино от зенитного угла, что означает – и от расстояния между источником нейтрино до детектора. С этого момента осцилляции были признаны в качестве объяснения явления дефицита нейтрино, и подготовка новых экспериментов для изучения осцилляций развернулась.

Одним из особенно актуальных был вопрос, куда пропадают или во что переходят мюонные нейтрино в атмосфере и в экспериментах на ускорителях. Среди разных гипотез (переход в стерильные нейтрино, распад и т. д.) основной была все-таки модель, в которой мюонные нейтрино превращаются в тау-нейтрино. Сам факт исчезновения мюонных нейтрино в пучках на расстоянии от ускорителя был уже хорошо зафиксирован в ускорительных экспериментах, сначала K2K, а потом MINOS, но доказать переход в тау-нейтрино можно было, только экспериментально обнаружив появление этого нового типа нейтрино в пучке.

Решить эту сложную задачу должен был эксперимент OPERA, предложенный в 1998 году. В основе эксперимента лежал метод регистрации тау-нейтрино с помощью ядерной фотоэмульсии, а точнее идея так называемой «эмульсионной пузырьковой камеры» – сравнительно небольших блоков, состоящих из многих тонких слоев свинца и пленок фотоэмульсии, где достигается микронное разрешение. При взаимодействии тау-нейтрино с веществом детектора по каналу заряженного тока рождаются тау-лептоны, короткоживущие частицы с пробегом всего несколько сот микрон. В блоках детектора, где миллиметровые пластины свинца прослоены пленками фотоэмульсии, удастся зарегистрировать след тау-лептона так же, как и следы частиц от его распада. Из небольших блоков можно создать детектор такой массы, чтобы даже на расстоянии 730 км от источника нейтрино можно эффективно их регистрировать. Именно этот метод был успешно применен в эксперименте DONUT, где тау-нейтрино были впервые зарегистрированы.

В 2003 году началось создание детектора – массу 1,25 кило тонн обеспечивали 150 тысяч блоков из свинца и эмульсии. Эмульсию произвела японская компания Fuji (более 100 тысяч квадратных метров эмульсии, нанесенной в два тонких слоя на прозрачную пленку). Из блоков были построены 62 стенки размером около 40 м², они чередовались с трековыми детекторами, служащими для определения блока, в котором произошло взаимодействие, и составляющими так называемую трековую систему целеуказания (ТСЦ).

ОИЯИ принимал участие в подготовке эксперимента с самого начала, вместе с группами из Франции, Бельгии и Швейцарии мы работали над созданием ТСЦ. Трековые детекторы собирались из сцинтилляционных стрипов, которые были произведены в Харькове, в Институте монокристаллов, с которым ОИЯИ связывает многолетнее сотрудничество. Специалисты из ЛЯП помогли автоматизировать производство, организовать контроль качества продукции. Было сделано более 30 000 стрипов (около 60 тонн пластического сцинтиллятора), экструдированных одновременно со светоотражающим покрытием. Стрипы отправлялись в Страсбург (Франция), где интернациональный коллектив, включающий сотрудников ОИЯИ, собирал из них детектирующие модули размером 7 x 1,5 м². За три года собрано 500 модулей, которые потом были перевезены в Италию, в подземную лабораторию Гран Сасо, где из них были сложены 62 стенки ТСЦ. Приняв активное участие в создании детектора, сравнительно небольшая группа ОИЯИ в дальнейшем стала ответственной и за анализ информации ТСЦ, в Дубне были разработаны алгоритмы и созданы программы, с помощью которых определяется блок мишени, содержащий вершину, – основная задача электронных трековых детекторов.

OPERA – гибридный детектор: электронные детекторы регистрируют нейтринные взаимодействия в режиме реального времени и позволяют выделить вершину с точностью до блока, а «тонкий» анализ события на микронном уровне делается



путем изучения трековой информации в ядерной фотоэмульсии после извлечения блока из детектора. В этом состоит большое отличие установки от большинства детекторов.

Ядерная фотоэмульсия может считаться, наверное, старейшим детектирующим методом, и в представлении большинства людей кажется устаревшей методикой экспериментальной регистрации частиц, медленной и требующей больших затрат труда для извлечения информации из эмульсии. Но это не вполне справедливо. Действительно, в прошлом в научных центрах за микроскопами сидели многочисленные лаборанты и вручную анализировали информацию. Однако несколько лет назад началось развитие автоматических методов эмульсионного анализа. Развитие вычислительной техники, цифровой киносъемки и алгоритмов распознавания изображения позволили создать автоматические сканирующие микроскопы, способные считывать всю информацию о треках в эмульсии со скоростью несколько десятков см² в час. В Японии создается система, способная сканировать информацию из эмульсии со скоростью даже в тысячу см² в час. Теперь эмульсию можно рассматривать в качестве носителя информации, содержащего «сырые» данные, а автоматические микроскопы – в качестве устройства чтения данных и создания файлов с восстановленной трековой информацией, которые уже мало чем отличаются от тех, с которыми работают в чисто электронных экспериментах.

В 2008 году начался набор данных на пучке нейтрино из ЦЕРН. Детектор был надежно скрыт от фона космических мюонов полутораклометровым слоем скального грунта в подземной лаборатории Гран Сассо и регистрировал около сорока нейтринных событий от пучка в сутки. Эксперимент должен был продлиться пять лет и зарегистрировать из-за сложности задачи всего 5–6 тау-нейтрино. Кажется, это очень мало, но и фон при этом от всех возможных источников ожидался очень небольшим – всего около 0,23 события.

В 2012 году набор данных был закончен, детектор зарегистрировал около 17 000 взаимодействий нейтрино, для них были определены блоки мишени, содержащие вершину события, в процессе набора данных специальный робот извлекал блоки из детектора, они разбирались, ядерная фотоэмульсия была проявлена и отправлена в институты-участники эксперимента для анализа. ОИЯИ также имеет современную лабораторию для сканирования эмульсии, оборудованную двумя автоматическими микроскопами, и вместе с коллегами из других научных центров ведет поиски интересных событий и делает их анализ. На сегодняшний день большая часть материала уже обработана, найдены 4 события – кандидата в тау-нейтрино, при фоне в 0,23 события, статистическая значимость появления тау-нейтрино в пучке мюонных нейтрино в результате осцилляций составляет 4,2 стандартных отклонения, что означает ве-

роятность наблюдения в результате статистической флуктуации фона менее 10⁻⁵. Этот очень важный результат доказывает существование переходов двух типов нейтрино – мюонных и тау, объясняет дефицит атмосферных мюонных нейтрино.

Вближайшие два года анализ данных будет полностью завершен, детектор разобран. Однако накопленный за годы проведения эксперимента опыт использован в новых проектах по нейтринной физике. Части детектора OPERA уже ждут в экспериментах JUNO (Китай) и SHIP (ЦЕРН). В последнем проекте ожидается беспрецедентно интенсивный поток тау-нейтрино, и опыт эксперимента OPERA будет чрезвычайно полезен для исследования взаимодействий этой частицы.

На совещание в Дубне коллаборация OPERA собралась перед важнейшей для нас конференцией «Нейтрино-2014», которая в этот раз пройдет в Бостоне. На конференции OPERA представит доклад о последних результатах эксперимента по осцилляциям нейтрино. Участникам совещания, впервые приехавшим в Дубну, наш город запомнится хорошей погодой, обилием зелени, весенними ароматами и красочными закатами. Фотография у памятника патриарха экспериментальной нейтринной физики, автора идеи осцилляций – Бруно Понтекорво и его коллеги Венедикта Джелепова поможет сохранить приятные воспоминания.

Юрий ГОРНУШКИН,
фото Павла КОЛЕСОВА

Нейтронная радиография и томография: НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ на реакторе ИБР-2

Восприятие и анализ изображений объектов, получаемых с помощью видимого света, – неотъемлемая часть нашей повседневной жизни. А если нам что-то особенно запомнилось или понравилось – мы всегда можем сделать фотографию на память.

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. Так, рентгеновское излучение используется для предполетного контроля провозимого багажа в аэропортах, диагностики переломов и разных заболеваний.

По сравнению с рентгеном, имеющим электромагнитную природу, нейтронное излучение характеризуется более глубоким проникновением в

них элементов дает информацию о внутреннем распределении неоднородностей исследуемых материалов. Частный случай метода нейтронной радиографии – нейтронная томография, при которой выполняется объемная реконструкция внутреннего строения исследуемого объекта из набора отдельных радиографических изображений, полученных при различных угловых положениях образца относительно направления нейтронного пучка.

Первые эксперименты по получению нейтронных изображений были

многих крупных нейтронных центрах.

У нас в Дубне с 2012 года возобновил регулярную работу модернизированный реактор ИБР-2, который не уступает по характеристикам зарубежным источникам нейтронов. С учетом важности нейтронных методов неразрушающего контроля и интроскопии на канале № 14 реактора была создана экспериментальная установка для исследований с помощью методов нейтронной радиографии и томографии.

Составной вакуумированный коллиматор формирует выходной нейтронный пучок с размерами 20x20 см, что открывает широкие возможности для исследования достаточно крупных объектов в интересах различных областей науки и техники. Для регистрации нейтронов служит детектор на основе пластины сцинтиллятора, которая конвертирует нейтронное излучение в видимый свет. А уже оптическое изображение регистрируется высокочувствительной видеокамерой на основе CCD матрицы с размером одного пикселя 9 мкм. Минимальный размер неоднородности, который можно «увидеть» с помощью этого детектора, – около 0,2 мм, а время одного такого эксперимента не превышает 10 секунд. Для реконструкции трехмерной модели методом нейтронной томографии для вращения образца в нейтронном пучке служит система гониометров.



Общий вид установки для нейтронной радиографии и томографии (слева) и фотография детектора для регистрации нейтронных изображений (справа).

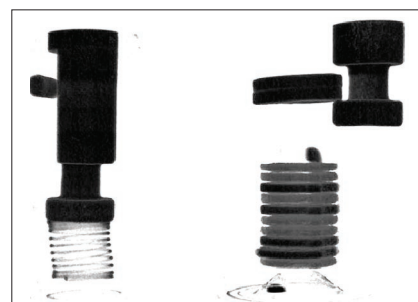


глубь исследуемого объекта, что позволяет с его помощью исследовать достаточно крупные объекты как научного, так и инженерного типа. Нейтрон – нейтральная частица и взаимодействует с ядрами элементов, из которых состоит исследуемый объект. А это дает непосредственные преимущества при исследовании материалов, одновременно содержащих легкие элементы, такие как водород или литий, и тяжелые металлы; материалов, применяемых в ядерных технологиях, а также изотопов химических элементов. Все это определяет значительный потенциал применения нейтронных методов неразрушающего контроля и анализа внутреннего строения объектов различного характера.

Метод нейтронной радиографии заключается в получении нейтронных изображений исследуемых объектов, где различие в нейтронных сечениях поглощения для раз-

выполнены еще в 1935 году в Берлине Кальманом и Кюном, которые обозначили многие из основных идей нейтронной радиографии. В Лаборатории нейтронной физики ОИЯИ эксперименты по нейтронной радиографии впервые были проведены В. М. Назаровым в середине 80-х годов на реакторе ИБР-2.

По сравнению с рентгеновской радиографией и томографией развитие аналогичных нейтронных методов долгое время ограничивалось сложностью получения и ограниченными возможностями для количественного анализа изображений. Однако недавнее развитие современных цифровых технологий и методов получения нейтронных изображений значительно усилило научный и общественный интерес к задачам, требующим применения методов нейтронной радиографии и томографии, что привело к созданию специализированных установок во



Восстановленная объемная модель внутреннего устройства замка с помощью нейтронной томографии.

На рисунке представлена восстановленная трехмерная модель металлического замка: нейтроны без видимого поглощения проходят через алюминиевую конструкцию замка, но довольно сильно поглощаются в его стальных конструкциях. И мы можем наблюдать внутреннее устройство замка с субмиллиметровым пространственным разрешением, не разбирая его!

Большие возможности открывают методы нейтронной радиографии и томографии в геофизических и астрофизических исследованиях. На рисунке представлена трехмерная модель распределения железоникелевого сплава в железокремнистом метеорите Сеймчан, обнаруженном в 1967 году. Нейтроны почти не поглощаются минералом оливином (желтые вкрапления), но зато сильно поглощаются железоникелевым сплавом. Нейтронная томография позволила восстановить объемный металлический «каркас» метеорита, не разрушая столь ценный объект исследования.



Восстановленная трехмерная модель распределения железоникелевого сплава в метеорите Сеймчан с помощью нейтронной томографии. Также представлена реальная фотография метеорита (справа).

Команда исследователей, занятых в реализации проекта экспериментальной установки по нейтронной радиографии и томографии, не намерена останавливаться на достигнутом. Так, известно, что сечение поглощения нейтрона в кристаллических материалах имеет сильные скачки при определенных длинах волн, поэтому, используя вариацию энергии нейтронов в эксперименте, можно усиливать контраст составляющих частей объекта из определенного материала для их более точного анализа. Планируется варьировать энергию падающих на образец нейтронов с помощью временипролетной методики, что значительно расширит возможности исследований. Кроме этого, предполагается проведение исследований множества интересных объектов из различных сфер наук: палеонтологических, инженерных, минералогических, геофизических.

С. КИЧАНОВ, Д. КОЗЛЕНКО

Уважаемые жители Дубны!

В соответствии с решением губернатора Московской области А. Ю. Воробьева с июня 2014 года в муниципальных образованиях начинают работу общественные приемные органов исполнительной власти Московской области и органов местного самоуправления.

Прием граждан в общественной приемной городского округа Дубна будет проводиться уполномоченными лицами центральных органов исполнительной власти Московской области по адресу: ул. академика Балдина, 2, каб. 119 с 10.00 до 13.00 часов:

- 2 июня – главное управление территориальной политики,
- 6 июня – главное управление записи актов гражданского состояния,
- 11 июня – главное управление государственного строительного надзора,
- 18 июня – главное управление ветеринарии,
- 23 июня – главное контрольное управление,
- 27 июня – главное управление по информационной политике,
- 2 июля – главное управление социальных коммуникаций,

- 7 июля – комитет по конкурентной политике,
- 11 июля – комитет по труду и занятости населения,
- 16 июля – главное управление архитектуры и градостроительства,
- 21 июля – главное архивное управление,
- 25 июля – главное управление государственной и муниципальной службы,
- 30 июля – комитет лесного хозяйства,
- 4 августа – главное управление государственного административно-технического надзора,
- 8 августа – главное управление дорожного хозяйства,
- 13 августа – комитет по ценам и тарифам,
- 18 августа – главное управление «Государственная жилищная инспекция»,
- 22 августа – главное управление региональной безопасности,
- 26 августа – министерство строительного комплекса,
- 28 августа – министерство образования.

Отдел общественных связей
и международного сотрудничества
администрации Дубны

«Студенческий лес»

Эта экологическая акция проводится в Московской области ежегодно с целью формирования у молодежи бережного отношения к природе, чувства ответственности и сопричастности к охране окружающей среды. 30 мая она проходила в Университете «Дубна».

В ходе проведения акции студенты разделились на команды – «Экологи», «Экопатруль», «Эко-санитары», «Эко-просветители», «Экохимики», «Эко-медиа». Каждый отряд имел свой девиз и экологическое задание. В соответствии с направленностью команд ребята выполнили разнообразные экологические задания: высадили саженцы на территории университета, провели уборку городского леса, организовали экологический патруль по городу, рассказали воспитанникам детского сада «Радуга» и учащимся колледжа университета «Дубна» об окружающей среде и провели с ними экологическую викторину, провели полевые исследования экологического состояния почвы, воды,



воздуха. Кроме того, состоялась конференция на тему «Природоохранная деятельность. Заповедники России. Проблемы, перспективы». По итогам акции был подготовлен экорепортаж.

Всего в акции приняли участие около 300 человек. За вклад в охрану природы экологические отряды были награждены дипломами. Все участники были приглашены на чаепитие.

По материалам сайта
www.uni-dubna.ru

MOBILIS с программой «Мистерия»

В четверг 28 мая в Доме ученых ОИЯИ состоялся концерт ансамбля MOBILIS с программой «Мистерия». Художественный руководитель ансамбля лауреат международных конкурсов Родион Замуруев (скрипка). В составе ансамбля лауреат международных и всероссийских конкурсов Андрей Оганесов и Маргарита Тимошенко (скрипка), Александр Митинский

(альт), Мария Гришина (виолончель), Юрий Адищев (контрабас) и Виктор Чернелевский (фортепиано). Ансамбль в Дубне впервые.

В первом отделении прозвучали «Сарабанда» Г. Ф. Генделя (1685–1759), два произведения И. С. Баха (1685–1750) – «Концерт для двух скрипок и камерного ансамбля» и ария альты из оратории «Страсти по Матфею». В заключение перво-

го отделения прозвучала великолепная аранжировка темы Монтеки – Капулетти из балета С. С. Прокофьева (1891–1953) «Ромео и Джульетта».

Второе отделение составили «Времена года» итальянского священника А. Вивальди (1678–1741) в интересной аранжировке. На бис исполнены две небольшие пьесы.

Концерт удался, публике очень понравился. Надеемся, что MOBILIS приедет к нам вновь. Нужно поблагодарить Марию Гришину, она частый гость в ДУ, за содействие в организации концерта.

«Кредо» поет а капелла

В пятницу 30 мая в малом зале ДК МИР ОИЯИ состоялся отчетный концерт камерного хора «Кредо», художественный руководитель и дирижер Ирина Качкалова. Хор в составе 18 женщин и 10 мужчин исполнил программу а капелла, но с одним исключением. Это была русская народная песня в обра-

ботке Ирины Качкаловой, а сама Ирина была концертмейстером. В программе – песни западных и русских композиторов, русские, украинские и латиноамериканские народные песни, и даже африканские. Концерт прошел в двух отделениях, публики, цветов и аплодисментов было много.

«Белые ночи» в ДК «Мир»

Под этим названием Дубненский симфонический оркестр и проводит несколько променада-конcertов в ДК «Мир».

Первый концерт состоялся в понедельник 2 июня в малом зале. На фортепиано играла ассистент-стажер иностранного отделения Московской консерватории, класс народного артиста России М. Воскресенского, лауреат международных конкурсов Нгуен Тхи Ким Нган (Вьетнам, год рождения 1989). В программе: И. С. Бах (1735–1782) хорошо темперированный клавир

(1-й том), прелюдии и фуги. Концерт удачный, публики для понедельника много, в том числе и почти вся группа вьетнамских сотрудников. Бурные аплодисменты, цветы и в ответ – благодарность Нгуен слушателям на неплохом русском за теплый прием и терпение (концерт длился почти два с половиной часа, включая пере-рыв).

Второй концерт состоялся во вторник 3 июня в малом зале. На фортепиано играл Даниил Саямов.

Антонин ЯНАТА

«Бело Платно» в Дубне

10 июня в актовом зале администрации города в 19.00 состоится концерт ансамбля балканской и византийской музыки «Бело Платно» (Белград, Сербия).

Эта сербская группа горячо любима в Европе и во всем мире за чистоту подачи традиционной балканской музыки с особенно выраженным восточным оттенком. В состав группы входит народная певица, «голос Сербии» Светлана Спаич, которая, по оценке фестиваля Wotex-10, вошла в топ десяти лучших исполнителей фолк-музыки мира. Первый раз группа выступала в нашем городе в 2012

году в рамках Дней славянской письменности и культуры.

Группа «Бело Платно» выступит в Дубне с благотворительным концертом, все средства от которого пойдут на помощь жителям Сербии, пострадавшим от недавнего наводнения. Зрители, пришедшие на концерт, смогут увидеть фотовыставку о Сербии.

Стоимость билетов 500 рублей, для школьников, студентов и пенсионеров 250 рублей. Билеты будут продаваться в день концерта в фойе актового зала.

Сайт «Бело Платно»: [www. Belo-Platno.com](http://www.Belo-Platno.com)

Вас приглашают

ДОМ КУЛЬТУРЫ «МИР»

10 июня, вторник

19.00 Променада-концерт «Белые ночи в Дубне». Симфонический оркестр театрально-концертного центра П. Слободкина. В программе: Бетховен, концерт № 2 для фортепиано с оркестром, солист А. Осокин; Мендельсон, концерт для скрипки с оркестром, солистка Л. Солондухина.

17 июня, вторник

19.00 Променада-концерт «Белые ночи в Дубне». Концерт фортепианной музыки. Играет А. Фоменко. В программе произведения Бетховена, Шопена.

10–30 июня персональная выставка А. Соломатовой «Ищу природы красоту». Открытие 10 июня в 17.00.

13–14 июня выставка-продажа «Мир камня».

УНИВЕРСАЛЬНАЯ

БИБЛИОТЕКА

11 июня, среда

19.00 МузЭнерго представляет адаптированную сказку «Садко» в исполнении гусляра Максима Анухина (для детей и взрослых).

12 июня, четверг

22.00 Insomnia («Бессонница») – фестиваль анимационных фильмов для взрослых.

20 июня, пятница

17.00 Игротека: настольные игры для детей и взрослых.

Летом библиотека работает с понедельника по пятницу с 11.00 до 19.00 (суббота, воскресенье – выходные дни).

Уважаемые читатели!

Следующий номер
еженедельника выйдет
20 июня.