



# НАУКА СОТРУЖЕСТВО ПРОГРЕСС

ЕЖЕНЕДЕЛЬНИК ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Газета выходит с ноября 1957 года ♦ № 20 (3959) ♦ Пятница, 15 мая 2009 года

## ДНИ МОЛДАВСКОЙ НАУКИ В ОИЯИ

Дубна, 14 – 15 мая 2009 г.



### СОТРУДНИЧЕСТВО ОИЯИ С ИНСТИТУТАМИ И УНИВЕРСИТЕТАМИ МОЛДАВИИ

Академия наук Молдавии  
Государственный университет Молдавии  
Институт прикладной физики АНМ  
Технический университет Молдавии



- структура и динамика атомных ядер;
- теория конденсированных сред и новые материалы;
- развитие экспериментальной базы ОИЯИ для получения интенсивных пучков тяжелых ионов и поляризованных ядер в целях поиска смешанной фазы ядерной материи;
- радиационные эффекты и физические основы нанотехнологий, радиоаналитические и радиозотопные исследования на ускорителях;
- информационное, компьютерное и сетевое обеспечение;
- организация, обеспечение и развитие учебного процесса;



Вчера в Объединенном институте открылись Дни молдавской науки. Представители Академии наук Молдовы, посольства Республики Молдова в РФ, посольств Азербайджана, Румынии, Украины были приняты в дирекции ОИЯИ и посетили лаборатории физики высоких энергий и ядерных реакций.

Сегодня в Конгресс-центре ОЭЗ «Дубна» проходят круглые столы «Сотрудничество в области науки и базовой подготовки персонала: достижения и перспективы. Реформы в области науки и инноваций»; «Инновации и трансферт технологий». В них участвуют ведущие ученые и специалисты ОИЯИ и научных центров Молдовы, молодые молдавские ученые, студенты и аспиранты.

## ПРОДОЛЖАЮТ ТРАДИЦИЮ НАУЧНЫХ ФОРУМОВ СТРАН-УЧАСТНИЦ В ДУБНЕ

Республика Молдова – одна из 18 стран-участниц ОИЯИ. В марте 1992 года Комитет полномочных представителей ОИЯИ принял Молдавию в число государств-членов Объединенного института ядерных исследований. Полномочный представитель от Республики Молдова – академик В. А. Москаленко, заведующий отделом Института прикладной физики Академии наук Молдовы, член Ученого совета – академик В. Г. Канцер, академик-секретарь отделения математических, физических и технических наук, член президиума Академии наук Республики Молдова.

Сотрудничество между ОИЯИ и научными центрами Республики Молдова развивается в области физики конденсированных сред, а также теории сильно коррелированных систем с приложениями к теории высокотемпературной сверхпроводимости и теории тяжелых фермионов, свойств электрон-фононных систем. Активное участие в этих разработках принимают профессора Республики Молдова Л. З. Кон, В. А. Москаленко, М. Е. Палистронт – Институт прикладной физики АНМ, Е. П. Покатилов и В. М. Фомин – Государственный университет Молдовы, М. И. Владимир – Технический университет, и их сотрудники. Многолетнее плодотворное сотрудничество связывает Лабораторию теоретической физики с группой профессора К. К. Гудимы из Института прикладной физики АНМ. Этот ученый работал в ЛТФ в конце 60-х годов, в 1969 году подготовил и защитил в Дубне кандидатскую диссертацию и все последующие годы не прерывал научные контакты с ОИЯИ. Сейчас в лаборатории работает его ученик А. С. Парван.

Молдавские ученые проводят также совместные с дубненскими коллегами исследования по физике частиц и релятивистской ядерной физике, радиационной и радиобиологической физике, компьютерингу и вычислительной физике. Они уделяют серьезное внимание участию в образовательной программе Института.

Ученые Молдовы участвуют совместно с ОИЯИ в крупных международных программах по современным проблемам ядерной физики. Благодаря этому они расширили свое сотрудничество с международными научными центрами и университетами Бельгии, Германии, Италии, других стран.

(Соб. инф.)

Подробности – в ближайших номерах.

## На конференции в ИМБП

В ГНЦ РФ – Институте медико-биологических проблем РАН прошла VIII конференция молодых ученых, специалистов и студентов, посвященная Дню космонавтики. Программа конференции включала в себя обсуждение широкого спектра актуальных теоретических и прикладных вопросов безопасности и меди-

ко-биологических проблем космических полетов, физиологии человека и животных, космической, экологической, экстремальной медицины и других проблем. От Лаборатории радиационной биологии в работе конференции приняли участие С. И. Стукова, А. Н. Кокорева, В. Н. Чаусов, О. В. Белов, М. А. Тучина, И. И.

Равначка. По итогам конференции почетным дипломом за первое место награжден доклад инженера ЛРБ О. В. Белова «Математическая модель индуцированного мутационного процесса в бактериальных клетках *Escherichia coli* при ультрафиолетовом облучении».

Сегодня на 4–5-й стр. газеты читайте газетную версию научного доклада директора ЛРБ Е. А. Крапивина на сессии КПП ОИЯИ.

Наш адрес в Интернете – <http://www.jinr.ru/~jinrmag/>

## Дубну посетил Борис Громов

7 мая губернатор Московской области Борис Громов побывал с коротким визитом в подмосковной Дубне, сообщает пресс-служба ОАО «ОЭЗ ТВТ «Дубна». Он ознакомился с ходом строительных работ на площадке Инновационно-технологического центра особой экономической зоны левобережья и провел рабочее совещание.

Основной целью визита губернатора была проверка готовности к сдаче в срок всего комплекса ИТЦ. Сдать центр в эксплуатацию планируется в конце июня. Ожидается, что на торжественное открытие комплекса придут представители высшего руководства страны.

Б. В. Громов и сопровождавшие его лица – исполняющий обязанности зампреда правительства Московской области В. Ф. Жидкин, курирующий строительный комплекс и ЖКХ, заместитель председателя правительства области министр транспорта П. Д. Кацын, глава Дубны В. Э. Прох, заместитель руководителя территориального управления РосОЭЗ по Московской области Е. Б. Рябов, генеральный директор ОАО «ОЭЗ ТВТ «Дубна» С. Г. Дегтярев – прошли по этажам офисно-делового корпуса № 2, где уже завершаются отделочные работы, а также осмотрели гостиницы (корпус № 1) – в конце мая там уже должны установить мебель и оборудование.

На выставке инновационных проектов компаний-резидентов ОЭЗ губернатора особо заинтересовали разработки компании «Трекор Технолоджи»: аппарат для очистки крови методом мембранного плазмафереза и фильтры для каскадной нанофильтрации. «Все, что касается медицинского оборудования, – сказал

Б. В. Громов, – мы должны приобрести только в Дубне. Здесь самые современные технологии».

На состоявшемся затем совещании были озвучены вопросы, требующие скорейшего решения. Среди них: определение даты открытия ИТЦ, проблемы передачи земельных участков территории, прилегающей к ОЭЗ, в муниципальную собственность для строительства объектов социальной инфраструктуры и жилья. Обсуждали также необходимость освобождения объектов территории ОЭЗ на 5 лет от налога на имущество, целесообразность увеличения до 30 процентов в 2010–2012 годах вклада Московской области в созда-

ние ОЭЗ, в том числе путем включения в Федеральную адресную инвестиционную программу объектов социальной инфраструктуры – детских садов, школы, лечебного корпуса, а также строительство в интересах ОЭЗ таких объектов, как мост плотины и тоннель Ивановского гидроузла, защитная дамба района Российского центра программирования, автодорога.

Б. В. Громов отметил, что в целом он удовлетворен темпами и ходом строительства, а в решении большинства вопросов Дубна будет иметь поддержку областного правительства. Сразу после совещания состоялось заседание штаба строительства, которое провел В. Ф. Жидкин. Среди главных вопросов были увеличение электрических мощностей, необходимых компаниям-резидентам, завершение работ по дренажной системе, подземным этажам автостоянок и подсветке зданий, сдача в строй таможенной инфраструктуры.

Светлана ЖУКОВА



Анонс

### «На пути к термоядерной энергетике»

17 мая в 12.00 в конференц-зале Физического института имени П. Н. Лебедева РАН пройдет лекция Кристофера Левеллина Смита.

«На пути к термоядерной энергетике» – так называется лекция профессора Оксфордского университета, председателя Совета ИТЭР, председателя Совета СЕЗА, вице-президента Королевского общества Великобритании Кристофера Левеллина Смита. Лектор расскажет об энергетических потребностях современного мира сейчас и в будущем, о самой термоядерной энергии, о связанных с ней нерешенных научно-технологических проблемах, а также о плане развития термоядерной энергетике, которое началось с международного проекта ИТЭР. Кстати, после получения

докторской степени в Оксфорде в 1967 году ученый работал в течение семи лет в теоретическом отделе Физического института Академии наук СССР (ФИАН, Москва), затем работал в ЦЕРН. Во время его руководства Европейской организацией ядерных исследований был принят проект Большого адронного коллайдера и началась работа по его реализации, а также успешно модернизирован знаменитый ускоритель ЦЕРН – большой электрон-позитронный коллайдер (LEP).

Публичные лекции организованы Фондом Дмитрия Зимина «Династия» при содействии Международного центра фундаментальной физики в Москве.

(По сообщению сайта  
Новости науки)

 **ДУБНА**  
НАУКА СОДРУЖЕСТВО ПРОГРЕСС

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 – 65-182, 65-183.  
e-mail: dnsp@dubna.ru  
Информационная поддержка –  
компания КОНТАКТ и ЛИТ ОИЯИ.  
Подписано в печать 13.5 в 17.00.  
Цена в розницу договорная.

---

Газета отпечатана в Издательском отделе ОИЯИ.

В конце апреля на совещании в Бельгии в небольшом городке, Louvain-la-Neuve (Лювен ла Нев), фирма IBA (Ion Beam Applications – Применение Ионных Пучков) провела заключительное международное совещание по проекту сверхпроводящего циклотрона C400, предназначенного для ускорения ионов углерода для лечения онкологических заболеваний. В совещании участвовала большая группа

сотрудников ОИЯИ – разработчиков этого проекта во главе с главным инженером ОИЯИ Г. Д. Ширковым.

Этому предшествовало мартовское совещание руководства IBA, которое проводилось в Дубне (информация о нем была опубликована в 17-м номере газеты). Мы попросили Г. Д. Ширкова прокомментировать итоги бельгийского совещания.

## Цели сотрудничества – здоровье людей

Фирма IBA была основана в 1986 году. Ее основатель и первый руководитель физик-ускорительщик Ив Йонген, мой старый и добрый знакомый, до этого работал в Католическом университете Лювен ла Нев, в 20 километрах от Брюсселя. Это небольшой городок, который вырос вокруг университета в 50–60-е годы прошлого века. В университете сильный физический факультет, на котором ученые и специалисты занимаются ядерной физикой, сами проектируют и строят циклотроны и ионные источники. Сначала знакомство наше было заочным – по препринтам Ива Йонгена по теории ионных источников, которые я использовал в своей работе и, впоследствии, и в моей книге, посвященной ионным источникам. Потом мы с ним встретились на международных ускорительных конференциях, а он в свою очередь один раз был в Дубне в середине 80-х.

Широко известная ныне в мире высоких технологий фирма IBA занимает одно из ведущих мест по производству ускорительной техники для медицинских целей, в том числе занимает порядка 60 процентов рынка, связанного с адронной терапией онкологических заболеваний. IBA проектирует и создает «под ключ» медицинские центры на основе протонных циклотронов, пучки которых весьма эффективно применяются для лечения больных, особенно в случае локализованных опухолей. Лечение онкологических больных уже много лет занимаются и специалисты Лаборатории ядерных проблем, где прошли облучение на пучках фазотрона около тысячи больных.

Около пяти лет назад коллеги из Брюсселя обратились к нам с предложением принять участие в создании нового ускорителя для получения пучков углерода, и для этого Ив вновь приехал в Дубну. В первых переговорах и консультациях принимали участие И. Н. Мешков, Е. М. Сыресин и другие спе-

циалисты по ускорителям, состоялись встречи с А. Н. Сисакином, который с самого начала поддерживал эту деятельность. Мы взяли на себя задачу полностью рассчитать конструкцию ускорителя, магнитной и высокочастотной систем, выполнить моделирование проводки пучка, короче говоря, подготовить технический проект в полном объеме. В группу под руководством Е. М. Сыресина вошли специалисты ЛЯП и ЛФЧ (ныне ЛФВЭ) Г. А. Карамышева, Н. А. Морозов, Е. В. Самсонов, С. А. Костромин, В. С. Александров, В. Ф. Шевцов, А. В. Тузиков, Н. Ю. Казаринов, а на заключительном этапе – конструкторы ЛЯП под руководством В. М. Романова.

Проект сейчас, практически, готов. Его концепция, ход работ и все детали обсуждались каждый квартал поочередно в Лювен ла Нев и в Дубне, и уже на двух международных совещаниях, в которых участвовали специалисты по циклотронам из США, Франции, Италии и других стран. Еще на первом совещании в начале 2007 года наш проект получил самую высокую оценку. В финальном совещании по этому проекту, которое состоялось 22–23 апреля в Лювен ла Нев, где приняли участие около 50 специалистов, еще раз были подтверждены высокая степень проработки и научный уровень проекта. После проведенных обсуждений выработаны рекомендации, и наши бельгийские коллеги уже приступают к сооружению этого нового и уникального ускорителя, начато размещение заказов по изготовлению его узлов и систем. На последнем совещании еще раз было подчеркнуто, что работа нашей команды заслуживает самых высоких похвал.

Кроме сверхпроводящего «углеродного» циклотрона за это время мы подготовили проект новой версии протонного циклотрона для адронной терапии, который позволя-

ет в несколько раз уменьшить потери пучка в ускорителе за счет оптимизации магнитной системы и конструкции ускорителя в целом. Кроме того, по контракту с IBA и на средства этой фирмы в пятом корпусе Лаборатории ядерных проблем подготовлен испытательно-наладочный стенд для новой версии ускорителя. Эти работы проводились под руководством М. Ю. Казаринова и А. А. Кулькова. По нашим планам, новый ускоритель может быть установлен, настроен и запущен силами специалистов ОИЯИ в самое ближайшее время. Впоследствии он должен стать основой центра адронной терапии в Дубне, проекты которого в последнее время интенсивно обсуждаются и прорабатываются с участием российских государственных и коммерческих структур. Новая установка придет на смену фазотрону, эксплуатация которого обходится слишком дорого (это все равно, что стрелять из пушки по воробьям). Таким образом, создается основа для эффективного практического применения научных достижений ОИЯИ и в первую очередь ЛЯП как лаборатории, ориентированной на прикладные исследования.

Честно говоря, лично мне участие в этой работе приносит очень большое моральное удовлетворение, потому что имеет большое гуманитарное значение и предназначено для лечения людей от одной из самых страшных болезней. Использование проверенного оборудования и опыта известной фирмы, при нашем непосредственном участии и научном вкладе, позволит не только во много раз сократить время на сооружение ускорительно-медицинского комплекса, но и значительно ускорить получение всех необходимых сертификатов и лицензий для лечения больных. А это сотни, а то и тысячи, дополнительно излеченных страдающих людей. Современное ускорительное оборудование должно обязательно пройти очень строгий технический и медицинский контроль, и сотрудничество с IBA в этом деле для нас очень важно.

Евгений МОЛЧАНОВ

## Полвека назад...

Первые радиобиологические эксперименты на ускорителях заряженных частиц в ОИЯИ были начаты в конце 50-х годов на синхротроне Лаборатории ядерных проблем. Под руководством основателей космической биологии и медицины академиков Н. М. Сисакяна, А. В. Лебединского, В. В. Парина, О. Г. Газенко были развернуты широкомасштабные исследования биологического действия протонов высоких энергий. Они были обусловлены подготовкой первых пилотируемых космических полетов и связанной с этой эпохальной задачей необходимостью оценки опасности действия на организм космонавтов протонов космического происхождения. В экспериментах на разных животных (крысы, мыши, собаки и даже обезьяны), растительных объектах, а также культивируемых клетках млекопитающих и человека изучались реакции клеточных и тканевых систем при воздействии острого, фракционированного и хронического протонного облучения. Исследовалось модифицирующее влияние разных видов физических и химических агентов на радиационные эффекты. Большой объем работ был выполнен по оценке радиационной опасности при кратковременных и длительных космических полетах человека, по установлению допустимых уровней облучения космонавтов, велась разработка методов физической защиты от космической радиации и т. д. Все эти разработки активно поддерживались дирекцией ОИЯИ и, прежде всего, В. П. Желеповым.

## На ускорителях ионов

Позднее, после создания сектора биологических исследований в ОИЯИ начались многоплановые радиобиологические исследования с более тяжелыми ускоренными ядрами различных элементов на ускорителях многозарядных ионов в Лаборатории ядерных реакций. Эти работы были направлены на решение ряда фундаментальных задач современной радиобиологии, радиационной генетики и молекулярной биологии.

Прежде всего, радиобиологические исследования на пучках тяжелых ионов были связаны с решением одной из центральных задач радиационной биологии – проблемы относительной биологической эффективности (ОБЭ) ионизирующих излучений с разными физическими характеристиками. Проблема ОБЭ – одна из старейших в радиобиологии – сводилась к выяснению важного научного и практического вопроса: почему разные типы ионизирующих излучений при действии на живые клетки в одинаковых поглощенных дозах индуцируют различные эффекты (например, клеточную гибель, возникновение мутаций и т. д.), различающиеся по частоте проявления во много раз? В лабораториях мира пытались решить эту проблему на основе учета переданной энергии излучений формальным микрообъемом, со-

# Задачи космического

На сессии Комитета полномочных представителей правительств государств-членов ОИЯИ 27–28 марта был представлен доклад профессора Е. А. Красавина «Радиобиологические исследования на ускорителях тяжелых ионов ОИЯИ. Проблемы и перспективы». Доклад вызвал большой интерес и получил высокую оценку членов Комитета. Сегодня мы знакомим читателей с основными положениями доклада, представленными автором для газеты.

ответствующим размерам определенных генетических структур. Возникла целая область науки – микродозиметрия, где с использованием современных расчетных методов производились вычисления, связанные с передачей энергии различных видов излучений веществу живых клеток.

Однако на основе этих подходов решить проблему не удавалось. В экспериментах на ускорителях тяжелых ионов Лаборатории ядерных реакций впервые было показано, что различия в биологической эффективности излучений с разными физическими характеристиками определяются не только фактором физической природы, но и биологическими свойствами живых клеток – их способностью к репарации поврежденной ДНК. Хотя влияние биологического фактора на величины ОБЭ было известно и ранее, в работах радиобиологов ОИЯИ было установлено, что степень и характер влияния биологического фактора на коэффициенты ОБЭ сами зависят от фактора физической природы. На основании этого принципиального положения было установлено, что резкое подавление процессов репарации поврежденной ДНК при действии излучений с высокой линейной передачей энергии (ЛПЭ), каковыми являются ускоренные тяжелые ионы (или нейтроны определенного диапазона энергий), обусловлено не подавлением репарации как биохимической системы, а возникновением повреждений ДНК, отличающихся по своим характеристикам от возникающих при гамма- и рентгеновском облучении. Как оказалось, ими являются повреждения «кластерного типа», включающие в себя множественные разрывы химических связей во фрагменте ДНК при прохождении плотно ионизирующей частицы. С учетом этого были построены математические модели, проведены микродозиметрические расчеты выхода таких повреждений при различных условиях. Таким образом, исследования с пучками моноэнергетических тяжелых ионов позволили выяснить механизмы, определяющие различия в летальном действии ионизирующих излучений разного качества на клетки различных организмов. Многолетние исследования по этой проблеме постоянно поддерживались руководством Лаборатории ядерных реакций – академиком Г. Н. Флеровым и Ю. Ц. Оганесяном.

## По рекомендациям классиков

Выполненные разработки оказались исключительно плодотворными при вы-

яснении механизмов мутагенного действия излучений разного качества на клетки. Как известно, фундаментальными свойствами живых систем являются наследственность и изменчивость. Один из главных механизмов, лежащий в основе изменчивости, – это мутационный процесс, и изучение механизмов образования мутаций у разных организмов является одной из главных задач современной биологии. Эффективным инструментом в расшифровке механизмов мутагенеза оказались излучения широкого диапазона ЛПЭ – ускоренные тяжелые ионы. На необходимость и плодотворность применения тяжелых заряженных частиц в изучении механизмов генетического действия радиации давно указывали классики количественной радиобиологии – Н. В. Тимофеев-Ресовский, К. Г. Циммер, Д. Е. Ли. В экспериментах на ускорителях тяжелых ионов были изучены закономерности и механизмы образования генных и хромосомных мутаций у различных клеток, показано влияние репарационных процессов на мутагенез. Выяснилось, что важную роль в формировании генных мутаций у клеток играют кластерные односторонние разрывы ДНК, максимальный выход которых наблюдается при действии ускоренных ионов с ЛПЭ 20–50 кэВ/мкм. На основе полученных экспериментальных материалов были разработаны математические модели образования генных мутаций у бактерий и впервые прослежен весь путь от возникновения первичного повреждения структуры ДНК до закрепления его в мутацию. Описание процесса ответа клетки на повреждающее действие было выполнено в терминах моделирования сложных генетических сетей.

Проводимые в ЛРБ на ускорителях тяжелых ионов радиационно-генетические исследования носят не только фундаментальный характер, но имеют важную практическую направленность. Последние десятилетия выдвинули ряд актуальных практических задач, решение которых требует детального изучения механизмов биологического действия тяжелых ионов высоких энергий. Ускоренные тяжелые ионы (преимущественно ядра углерода с энергией 200–300 МэВ/нуклон) начали успешно применяться при лечении онкологических заболеваний. Оптимальное распределение поглощенной дозы излучения в опухоли при облучении тяжелыми ионами делает этот вид лучевого воздействия весьма перспективным в клинике лучевой терапии. С учетом этого обстоятельства задача детального изучения меха-

## масштаба

низмов биологического действия тяжелых ионов весьма актуальна. Важным остается решение вопросов нормирования лучевых нагрузок на персонал, работающий в смешанных полях ионизирующих излучений, что связано с изучением стохастических эффектов радиационного воздействия, индуцируемых излучениями, различающимися по величине ЛПЭ.

### Марсианская «одиссея»

Одна из важных задач изучения механизмов биологического действия тяжелых ионов высоких энергий связана с проблемами космической радиобиологии. Увеличение дальности и длительности космических полетов выдвинули на первый план проблему оценки опасности биологического действия высокоэнергетичных тяжелых ионов и разработку мер радиационной безопасности экипажей кораблей. В ходе реализации межпланетных пилотируемых полетов, например, к Марсу экипажи будут подвергаться воздействию тяжелых ядер высоких энергий, исходящих из глубин Галактики. Как известно, в спектре галактического космического излучения (ГКИ) преобладают ядра группы углерода и железа. Энергетический спектр ядер ГКИ весьма широк, и такие частицы с высокой эффективностью могут индуцировать неблагоприятные последствия для экипажей космических кораблей. Моделирование биологического действия тяжелых ядер ГКИ в наземных условиях возможно на ускорителях тяжелых ионов высоких энергий. С учетом этого радиобиологи ЛРБ совместно со специалистами Института медико-биологических проблем РАН на протяжении ряда лет успешно проводили исследования на синхрофазотроне, а позднее начали работы на нуклотроне ЛФВЭ. Радиобиологические исследования на этих установках активно поддерживались академиком А. М. Балдиным.

Решение проблемы «радиационного барьера» для успешной реализации марсианской программы представляется исключительно важным. Обеспечить защиту экипажей от действия высокоэнергетичных ядер ГКИ техническими средствами на современном этапе, по видимому, невозможно. Изотропный поток ядер группы углерода и железа в ходе полета вне магнитосферы Земли будет составлять около  $10^7/\text{см}^2$  в течение года. Эта величина радиационного воздействия довольно значительна, поскольку характер энерговыделения в треках тяжелых заряженных частиц коренным образом отличается от передачи энергии веществу тканей электромагнитными видами излучений. В треке одного тяжелого иона сосредоточена энергия, которая электромагнитными видами излучений может быть передана единице массы вещества лишь множественными квантами энергии, стати-

стически равномерно распределенными по всему облучаемому объему. Важно заметить, что в области сердцевины трека тяжелой частицы выделяется энергия, достигающая миллионов Грэй/см. С учетом специфики взаимодействия тяжелых заряженных частиц с веществом тканей можно ожидать возникновение различного рода неблагоприятных последствий для организма космонавтов в ходе длительного межпланетного полета от действия тяжелых ядер ГКИ. Такими последствиями могут быть различного рода мутации генов, раковые заболевания, нарушения структур глаза (развитие катаракты и повреждение сетчатки), повреждения центральной нервной системы.

### Невидимая опасность

Исследования закономерностей возникновения мутаций генетических структур при действии ускоренных тяжелых ионов на ускорителях ОИЯИ, как уже указывалось, свидетельствуют о высокой биологической эффективности тяжелых заряженных частиц по сравнению с фотонами (гамма- и рентгеновским излучением). Об аномально высоких коэффициентах ОБЭ тяжелых ионов (аргона, железа) говорят данные, касающиеся индукции у экспериментальных животных раковых заболеваний. Они достигают значений 100 и выше. Результаты экспериментов показывают, что тяжелые ионы ГКИ высоких энергий представляют собой крайне канцерогенный тип радиационного воздействия, и это необходимо учитывать при оценке радиационной опасности тяжелых ядер ГКИ в условиях длительного межпланетного полета.

Ускоренные тяжелые ионы обладают и высоким катарактогенным влиянием. Коллегами из Колумбийского университета, которые неоднократно бывали в нашем Институте и обсуждали с радиобиологами ЛРБ проблемы биологического действия тяжелых ионов высоких энергий, получены важные данные в этом направлении. Они свидетельствуют о том, что облучение животных ускоренными ионами аргона в очень малых дозах (около 0,01 Гр) спустя несколько недель после воздействия приводит к развитию катаракты. При этом формирование катаракты происходит не так, как это наблюдается в случае действия рентгеновского и гамма-излучения – после накопления некоторой дозы излучения, а беспорогово. Это указывает на то, что катаракта может возникнуть спустя некоторое время после прохождения через хрусталик даже единичных тяжелых заряженных частиц. Полученные результаты чрезвычайно важны и требуют дальнейшего тщательного изучения. В ЛРБ под руководством академика М. А. Островского ведутся дальнейшие эксперименты как на животных, так и *in vitro* с целью выяснения механизмов радиационно индуцированного катарактогенеза.

К числу наименее изученных относятся вопросы повреждающего действия ускоренных тяжелых ионов на центральную нервную систему и сетчатку как часть нервной системы. По оценкам специалистов NASA, в ходе марсианской миссии от 2 до 13 процентов нервных клеток будут пересекаться по крайней мере одним ионом железа, от 8 до 46 процентов нервных клеток – по крайней мере одной частицей с  $Z \geq 15$ , каждое ядро клетки в течение трех дней будет пересекаться протоном и в течение 30 дней – альфа-частицей. С учетом того, что клетки центральной нервной системы и сетчатки, в отличие от активно пролиферирующих тканей, не восстанавливаются, повреждения структур нервной системы могут неблагоприятно отразиться на ее интегративных функциях. Действительно, как показывают опыты с облучением области головного мозга экспериментальных животных ускоренными ионами железа в сравнительно малых дозах, у животных спустя месяц после лучевого воздействия наблюдаются невосстанавливаемые нарушения различных поведенческих реакций, угнетение познавательных функций. Это может свидетельствовать о большой опасности тяжелых ядер ГКИ для правильного выполнения операторских функций космонавтами в ходе осуществления марсианской миссии и поставить под угрозу само выполнение миссии. Такого рода исследования с ускоренными тяжелыми ионами на нуклотроне запланированы специалистами ЛРБ и Института медико-биологических проблем.

\* \* \*

Таким образом, ускорители тяжелых заряженных частиц ОИЯИ представляют собой уникальный инструмент для решения многих фундаментальных и прикладных задач общей радиобиологии, радиационной физиологии, и, конечно, космической радиобиологии. В семилетней программе исследований Лаборатории радиационной биологии ОИЯИ до 2016 года отражены направления работ, касающиеся затронутых проблем. И, конечно, в значительной степени они связаны с решением задач космической радиобиологии. Моделирование биологического действия космических видов радиации и, особенно, тяжелых ядер ГКИ на ускорителях тяжелых ионов высоких энергий, как можно надеяться, позволит решить проблему «радиационного барьера» при длительных космических полетах вне магнитосферы Земли. И, в этой связи, реализация проекта NISA в ОИЯИ в свете вышеизложенных задач представляется исключительно актуальной. Дубна, наш Институт через полвека вновь выходят по своим задачам на космические орбиты, и будем надеяться, что, как и пятьдесят лет назад, слова ОИЯИ и космос будут стоять рядом.

## Встречи в Норвегии

По приглашению профессора Арне Шелторпа, руководителя департамента физики норвежского Института технологий энергетике, в церемонии вручения премии имени Гуннара Рандерса, которая состоялась 20 апреля в конференц-зале IFE, приняли участие директор ЛНФ имени И. М. Франка профессор А. В. Белушкин и помощник директора ОИЯИ доктор Г. М. Арзуманян.

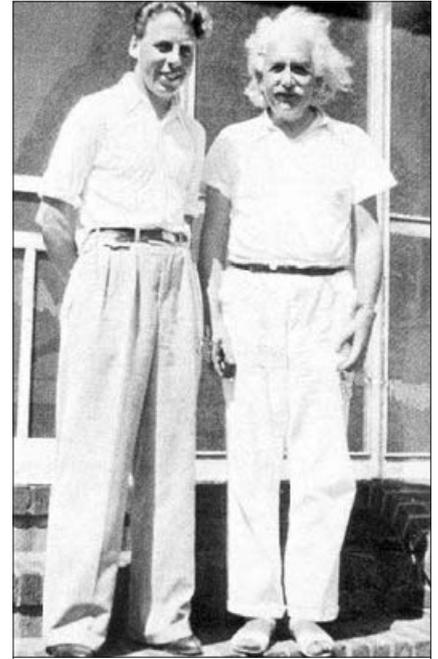
Профессор Гуннар Рандерс (1914–1992) – ученый с мировым именем, инициатор и создатель первого в Норвегии и шестого в мире исследовательского ядерного реактора (1951 год). Сразу после Второй мировой войны Г. Рандерс возглавляет Комиссию по атомной энергии Норвегии, а в 1946 году привлекается к работе в недавно созданный Норвежском исследовательском институте по обороне (FFI). Здесь он руководит работами по атомной энергетике и начинает твердо пробивать идею создания первого норвежского исследовательского реактора. С этой целью он организует строительство и учреждение гражданского Института по атомной энергии (IFA).

В результате всех этих начинаний рождается совместный с Голландией проект JENER (Joint Establishment Nuclear Energy Research), и в 1951 году исследовательский реактор JEEP (Joint Establishment Experimental Pile) был запущен в эксплуатацию.

Запуск реактора стал знаменательным событием в научной жизни Норвегии, которое вывело страну на международную арену по

сотрудничеству в области мирного использования атомной энергии. Начались исследования по физике реакторов, радиоактивным изотопам, ядерной физике и т. п. В дальнейшем в Норвегии были созданы еще три реактора – NORA, JEEP II и HALDEN. В 1980 года IFA был переименован в Институт технологий энергетике (IFE) и в настоящее время является наиболее крупным исследовательским центром Норвегии в области энергетике.

После ухода из жизни Гуннара Рандерса в Норвегии была учреждена премия его имени в области физики конденсированных сред. Премия присуждается раз в два года и вручается победителю конкурса на торжественной церемонии королем Норвегии. Впервые премия Рандерса была присуждена в 2001 году профессору Томасу Эббесену (Университет Луи Пастера, Страсбург) за пионерские работы по углеродным нанотрубкам и оптическим свойствам наноструктурированных металлов. А в этом году пятым по счету обладателем этой премии стал профессор Роджер Пинн из Университета



Гуннар Рандерс и Альберт Эйнштейн, США, 1940 год.

Индианы, США, – за пионерские работы в развитии новых методик по изучению конденсированных сред с помощью нейтронного рассеяния.

В ходе своего визита в IFE делегация ОИЯИ подробно ознакомилась с широким спектром работ этого центра. В свою очередь, Г. М. Арзуманян представил норвежским коллегам обзорный доклад, посвященный ОИЯИ, с научным акцентом в области нанотехнологий. В частности, рассмотрены возможности нелинейно-оптической микроскопии для изучения свойств конденсированных сред, их приложения в биологии и медицине. В рамках состоявшегося круглого стола были обозначены вопросы взаимного интереса для расширения сотрудничества между ОИЯИ и IFE: нейтронная физика, в частности, позиционно-чувствительные детекторы для нейтронной рефлектометрии, нанотехнологии (наноконусы, современная микроскопия) и другие.

В заключительный день пребывания в Норвегии делегация ОИЯИ встретила с известным норвежским ученым-нейрохирургом русского происхождения профессором Н. Н. Цветновым и внуком великого норвежского полярного исследователя и гуманиста, лауреата Нобелевской премии мира за 1922 год Фритьофа Нансена.

**А. БЕЛУШКИН,  
Г. АРЗУМАНЯН**



Король Норвегии Гарольд V (слева), профессор А. Шелторп и профессор Р. Пинн.

## «Через красивое – к человечному»

Дружат ли физики и лирики, выяснили давно – конечно, дружат. А вот дружат ли техники и лирики, удалось узнать 23 апреля, во время 1-го городского конкурса художников-иллюстраторов. Повод для праздника был самый что ни на есть лирический – Международный день поэзии. А организаторами стали Универсальная библиотека ОИЯИ и Станция юных техников «Енот».

Наши ребята занимаются в разных кружках технического направления: судомодельном, авиамодельном, начального технического моделирования. Это учит их быть трудолюбивыми, творческими, любознательными. Цель конкурса (в котором дети с удовольствием приняли участие) – расширить кругозор ребят, познакомить поближе с поэзией, дать им возможность попробовать свои силы в новом для них виде творчества. Мы намеренно предложили для иллюстрации стихи только дубненских поэтов, чтобы познакомить и подружить всех друг с другом.

Стихи А. Асмолова, Г. Варденги, М. Михайлова, А. Сисакяна, Л. Яниной и других поэтов Дубны иллюстрировали учащиеся СЮТ «Енот» и Центра «Бригантина». Техника исполнения – оригами. В фойе библиотеки была организована выставка детских работ, и проводилось голосование на приз зрительских симпатий. Помогал голосовать ...кто

бы вы думали? Все тот же большой и лохматый Енот, который впервые появился на юбилее станции.

Познавательное слайд-шоу об оригами, выступления поэтов – Г. Варденги, Л. Яниной, В. Морозовой, детские песенки в исполнении О. Трифоновой, куклады (модульные шары оригами) и, конечно, крющон – все это было восторженно воспринято зрителями. В конце праздника – награждение победителей конкурса книгами и памятными подарками. В младшей возрастной группе (7–11 лет) ими стали Владик Кошлань, Миша Ершов, Костя Назаров (СЮТ «Енот»). В старшей (11–16 лет), по единодушному мнению жюри, победил Семен Бузмаков (Центр «Бригантина»). Все призы взяли за основу своих работ стихи Генриха Варденги. Поощрительный приз получил Саша Вольцов (школа № 11) за иллюстрацию в технике «квиллинг».

Не только поэты и юные иллюстрато-



ры встретились на этом жизнерадостном празднике, но судьба, наконец, свела вместе двух творческих и неутомимых людей: Ольгу Михайловну Трифонову – методиста библиотеки ОИЯИ и Ирину Викторовну Глаголеву – директора СЮТ. Результат работы этого тандема – прекрасное начало новой городской традиции. На следующий конкурс уже записались новые участники, расширено количество номинаций, и есть надежда, что найдется спонсор. Желаем удачи организаторам и, главное, нашим детям. Ведь девизом конкурса стали слова В. Сухомлинского: «Через красивое – к человечному – такова закономерность воспитания».

**Р. С.** В универсальной библиотеке продолжает работать выставка детских работ. Приходите – посмотрите!

**Ирина ВИКТОРОВА**

## Читатель задает вопрос

### «Эх, путь-дорожка, фронтовая...»

Многие сотрудники Института, имеющие участки на «Сатурнах», глубоко встревожены техническим состоянием автодороги, связывающей Савелово и Дубну, за которое отвечает администрация Кимрского района. Когда начнется ее ремонт? Ответ на этот вопрос опубликован на сайте администрации Тверской области:

Региональная автомобильная дорога общего пользования «Кимры–Клетино–Дубна» имеет протяженность 12,883 км и относится к IV-б технической категории. Генеральной подрядной организацией ООО «Спецдорсервис-Волга» осуществляются работы по содержанию автодороги. Первоначально покрытие данной автодороги было выполнено из цементобетона и впоследствии перекрыто однослойным асфальтобетонным покрытием. В настоящее время оно имеет ряд разрушений, таких как образование отраженных трещин и появление выбоин. Поддержание безопасного движения по данной автодороге в настоящее время осуществляется в рамках содержания, путем проведения ямочного ремонта. Однако предпринимаемые меры недостаточны и носят временный характер ввиду того, что разрушение обусловлено конструктивными особенностями существующего покрытия, возросшими нагрузками от автотранспортных средств и интенсивностью движения.

В связи с этим, по заказу ГУ «Дирекция ТДФ Тверской области», в 2005 году было разработано обоснование

инвестиций в реконструкцию автомобильной дороги «Кимры–Клетино–Дубна»... В 2006 году был проведен конкурс и заключен контракт на разработку проектно-сметной документации с ООО «Трансстройпроект», которое впоследствии контрактных обязательств не выполнило. Проведение повторного конкурса в соответствии с планом дорожных работ по ГУ «Дирекция ТДФ Тверской области» было предусмотрено в 2008 году. Окончание разработки проектно-сметной документации на реконструкцию автодороги планируется в 2009 году, а выполнение строительно-монтажных работ – в 2010–2011 гг.

**Комментарий редакции.** Эта, как говорится, информация к сведению, была получена нами из вышеуказанного авторитетного источника после того, как мы направили свой запрос в администрацию и, наверное, вряд ли что-то в ближайшее время изменится. Так что придется бить машины еще года два... Но не исключено, что капля долбит камень, так что, пишете, дорогие товарищи по несчастью, на сайт region.tver.ru.

## ВАС ПРИГЛАШАЮТ

ДОМ КУЛЬТУРЫ «МИР»

21 мая, четверг

19.00 Концерт хора «Бельканто».

24 мая, воскресенье

15.00 Отчетный концерт детской балетной студии «Фантазия».

28 мая, четверг

19.00 Спектакль «Поздняя любовь» (в ролях: Н. Новикова, Э. Виторган, Л. Каневский). Международный проект театра «Гешер» (Тель-Авив). Билеты в продаже ежедневно с 14.00 до 19.00.

19-20 мая выставка-продажа «Мир камня».

До 20 мая работает выставка дубненских художников В. Городулина, А. Куманькова, Ю. Сосина, посвященная Дню Победы (живопись, графика). Вход свободный.

ЗАЛ АДМИНИСТРАЦИИ

(ул. Балдина, 2)

17 мая, воскресенье

13.00 Детский музыкальный спектакль «Белоснежка и гномы» (худ. рук. ДХШ «Дубна» М. Пулова). Режиссер - А. Донец, хормейстеры - Е. Суворова, М. Куфтина, А. Смирнова, хореограф-постановщик - Г. Ефремова. На сцене юные артисты от трех лет. Билеты продаются по адресу: ул. Блохинцева, 3; 17 мая - в зале администрации перед спектаклем. Справки по телефону: 4-69-40. Цена взрослого билета 150 руб., дети до 10 лет - бесплатно.

### **День нашей памяти**

В ДУБНЕ уже давно сложились свои традиции празднования 9 Мая, остались им верны жители наукограда и в нынешнем году. Накануне Дня Победы во всех образовательных и культурных учреждениях города прошли праздничные вечера, встречи школьников с ветеранами войны. 7 мая на набережной Волги, у ротонды, прошел общегородской молодежный митинг памяти павших при исполнении воинского долга. Однако главные торжества по случаю Дня Победы развернулись непосредственно 9 мая – сначала в левобережье, в недавно реконструированном и благоустроенном парке Авиастроителей, а затем на Большой Волге – у мемориала воинам, погибшим в годы Великой Отечественной войны (по материалам газеты «Встреча»).

### **В Твери – об информационном обществе**

2–3 ИЮЛЯ состоится VI Тверской социально-экономический форум «Информационное общество», организуемый при официальной поддержке Администрации Президента РФ, Совета Федерации РФ, Государственной Думы РФ, правительства Москвы и администрации Тверской области. Форум, имеющий статус общероссийского мероприятия, будет посвящен современному состоянию и перспективам развития информационного общества в России. В рамках Форума, сообщает официальный сайт администрации Твери, состоятся выездные заседания Президиума и экспертно-консультативной группы Совета при Президенте Российской Федерации по развитию информационного общества в Российской Федерации.

### **Умным стать богатыми**

ПОМОЖЕТ капитализация интеллектуальных ресурсов. При создании совместного с итальянцами предприятия в рамках проекта «Сухой Суперджет-100» впервые в истории современной России в уставной капитал с российской стороны были внесены нематериальные активы, в основе которых лежит интеллектуальная собственность, охраняемая патентами, ноу-хау и пр., в то время как иностранные партнеры внесли соответствующие денежные средства. Директор Республиканского научно-исследовательского института интеллектуальной собственности (РНИИС) доктор юридических наук, профессор Владимир Лопатин сообщил, что вся работа по оценке не-

материальных активов проведена специалистами этого института, учредителем которого является Счетная палата Российской Федерации при участии Российской академии наук. В Конгресс-центре ОЭЗ «Дубна» открыто представительство РНИИС – центр интеллектуальной собственности. Это уже второй центр в сфере управления интеллектуальными ресурсами в инновационной инфраструктуре, которая выстраивается в особой экономической зоне подмосковного наукограда. Подробности – на сайте <http://dubna.rosoez.ru>.



**По данным отдела радиационной безопасности ОИЯИ, радиационный фон в Дубне 13 мая 2009 года составил 8–10 мкР/час.**

### **В «Одно окно»**

С 6 МАЯ в Конгресс-центре ОЭЗ «Дубна» открылась служба «одного окна». «Одно окно» в особых экономических зонах – это система предоставления государственных услуг резидентам и заинтересованным лицам, направленная на создание благоприятного климата для развития бизнеса и упрощение процедур взаимодействия с органами государственной власти. Направления и график работы офиса «Одно окно» представлены на сайте <http://dubna.rosoez.ru/>.

### **«Вестник ОЭЗ» – о Дубне**

ВЫШЕЛ в свет четвертый номер информационно-аналитического журнала «Вестник особых экономических зон», который выпускает Ассоциация резидентов ОЭЗ при поддержке Федерального агентства по управлению особыми экономическими зонами (РосОЭЗ). Темой номера стали технико-внедренческие особые экономические зоны. В журнале публикуются материалы о

важнейших событиях в жизни российских особых экономических зон. В их числе – открытие строительной площадки ЗАО «Нанокаскад» на территории ОЭЗ «Дубна» и визит в особую экономическую зону председателя правления, генерального директора Российской корпорации нанотехнологий А. Б. Чубайса.

### **Торжественное открытие**

ДНЕЙ славянской письменности и культуры состоится 17 мая в 17.00 в ДК «Мир». Участвуют коллективы из Дубны и других городов. В фойе будет развернута выставка декоративно-прикладного искусства мастеров нашего города.

### **Вечер дружбы**

НАЦИОНАЛЬНЫХ групп стран-участниц ОИЯИ пройдет в пятницу, 22 мая, в Доме культуры «Мир». Он посвящен Дням славянской письменности и культуры.

### **Гей, славяне!**

УНИВЕРСАЛЬНАЯ библиотека ОИЯИ (ул. Блохинцева, 13) в рамках Дней славянской письменности и культуры проводит 21 мая (четверг), в 18.00 концерт Детской музыкальной школы № 1; 23 мая (суббота), в 18.00 – сольный концерт «Круговая чаша» автора-исполнителя, поэта Бориса Щеглова, члена Союза писателей России, члена правления Международного фонда славянской письменности и культуры, кавалера золотой Есенинской медали (г. Москва). 14 мая в библиотеке с успехом прошел концерт кимрского ансамбля русских народных инструментов «Калинка».

### **Новая экспозиция**

#### **«Иваньковского подворья»**

18 МАЯ, в понедельник, во Всемирный день музеев в выставочном зале ООО ПК «Экомебель» (ул. Приборостроителей, 36) в 15 часов состоится открытие новой музейной выставки архитектурно-этнографического музея «Иваньковское подворье»: кухонная утварь, предметы домашнего обихода 19-20-го веков, а также выставка русского крестьянского женского костюма Московской, Тверской, Олонецкой, Костромской и других губерний России.

### **Дом ученых приглашает**

НА ЭКСКУРСИОННУЮ поездку по маршруту Дубна – Торжок – озеро Селигер – Тверь – Дубна. Вы можете до 20 мая позвонить по телефону 4-09-09 с 19.00 до 21.00.