

# ЭНЕРГИЯ



№ 9–10 (332–333),  
сентябрь–октябрь  
2012 г.

## Сеттис

### Полувековой юбилей СЛАКа

*Празднование пятидесятилетнего юбилея в СЛАКе (теперь его официальное название — «SLAC National Accelerator Laboratory») прошло 24 и 25 августа. От нашего института там присутствовали директор ИЯФ, академик А. Н. Скринский и главный научный сотрудник, д. ф.-м. н. Е. П. Солодов — наш корреспондент попросил его поделиться впечатлениями.*

В первый день состоялся научный симпозиум, посвященный этому событию. С докладами выступили физики из разных физических лабораторий мира, примерно половина докладов была посвящена фотонной физике — изучению вещества с помощью рентгеновских источников, в частности, рентгеновского лазера, который в последние годы работает в СЛАКе.

С докладом, посвященным изучению свойств наноматериалов, выступал П. Аливисатос из Лаборатории Беркли. О следующем поколении рентгеновских лазеров рассказал в своем докладе Ф. Сетте из Европейской синхротронной лаборатории (ESRF). Тема доклада А. Хоккера из ЦЕРНа — «Бозон Хиггса — что дальше». Новые данные по поиску темной материи — об этом шла речь в докладе Дж. Фенга из Калифорнийского университета в Ирвине. Еще одна интересная тема — источники излучения во Вселенной с очень большой энергией, этому был посвящен доклад Р. Орга из Калифорнийского университета в Лос-Анджелесе. Доклад Ф. Зиммерманна из ЦЕРНа посвящен будущему высоких энергий. Ж. Хуанг из СЛАКа рассказывал о будущем мощного

(Окончание на стр. 2)

#### *Уважаемая профессор Персис Дрелл!*

Примите наши искренние поздравления по случаю 50-летия СЛАКа!

В этот замечательный момент все ваши коллеги и друзья в Сибири с энтузиазмом присоединяются ко всем поздравлениям и словам оценки. Великие достижения СЛАКа и огромный вклад в области ускорительной физики и физики элементарных частиц не может быть переоценен.

Нам особенно приятно отметить, что у СЛАКа и Института ядерной физики много общих интересов. В 1960-х годах СЛАК и ИЯФ стояли у истоков метода встречных пучков, который в течение многих десятилетий является ключевым инструментом экспериментальной физики частиц. За это время наши лаборатории провели (в том числе и совместно) ряд блестящих экспериментов по изучению физики фундаментальных взаимодействий, свойств кварков и адронов. Фотонная наука, разработка и создание ярких источников рентгеновского излучения являются новой и перспективной страницей нашего сотрудничества.

В день юбилея не все члены ученого совета нашего института смогут приехать в Менло Парк, но 24 августа мы здесь, в Новосибирске, отметим это великое событие, вспомним выдающиеся достижения СЛАКа, пожелаем дальнейшего плодотворного сотрудничества между СЛАКом и ИЯФом и великого будущего вашей знаменитой лаборатории.

*Ученый совет  
Института ядерной физики  
Сибирского отделения  
Российской академии наук  
Новосибирск, Россия.*



(Начало на стр. 1)

рентгеновского источника, созданного в этой лаборатории. Г. Чепман из ДЭЗИ в своем докладе продемонстрировал, как получают трехмерное изображение отдельной молекулы на рентгеновском лазере. С заключительным докладом выступил министр энергетики США нобелевский лауреат Стивен Чу. Тема его доклада — возобновляемые источники энергии: производство этанола, биотоплива, солнечная энергетика, ветряная энергетика. Это был полноценный научный симпозиум, все докладчики отмечали вклад СЛАКа в различные области науки за пятьдесят лет.

На следующий день — 25 августа — для всех бывших и нынешних сотрудников СЛАКа был организован обед. На огромной поляне накрыли столы, здесь собралось около тысячи человек. Отдельный прием был для VIP-гостей. Здесь присутствовали нобелевские лауреаты, все бывшие директора СЛАКа, представители Министерства энергетики США, а также различных зарубежных

физических центров — из Европы, Японии, России. На этом приеме директор нашего института академик А. Н. Скринский поздравил слаковских коллег и вручил сувенир от ИЯФа, который был подготовлен к этому юбилею (на снимке слева). Для гостей была организована экскурсия на рентгеновский лазер (на снимке внизу) — это уникальная установка, замечательно работающая, очень красивая. С 14 до 16 часов проходила так называемая юбилейная церемония и поздравления. На поляне отдельно поставили огромный шатер на тысячу посадочных мест, и там перед присутствующими выступали: нынешний директор СЛАКа Персис Дрел, бывшие директора — Джонатан Дорфан, Бартон Рихтер — нобелевский лауреат, вновь вы-



ступал министр энергетики США Стивен Чу. Все они рассказывали об истории СЛАКа, о том, что было достигнуто за эти годы.

Период каждого директорства знаменовался Нобелевскими премиями. Основатель СЛАКа Вольфганг Панофский, директор лаборатории в 1961–1984 годах, к сожалению, не дожидился наших дней; в эти годы три человека получили Нобелевскую премию за исследование структуры протона. Бартон Рихтер, директор с 1984 по 1999 годы, сам был удосто-

ен этой премии за открытие  $J/\Psi$ , а Мартин Перл — за открытие Тау-лептона. В то время, когда СЛАК возглавлял Джонатан Дорфан (с 1999 по 2007 годы) получили Нобелевскую премию японцы Ё. Намбу, М. Кобаяши и Т. Маскава, которые высоко ценили заслуги СЛАКа в получении результатов, подтвердивших Стандартную модель. Они даже пригласили Дорфана на церемонию вручения им Нобелевской премии. Роджер Д. Корнберг, профессор структурной биологии Стэнфордского университета, в 2006 году получил Нобелевскую премию по химии за работу, подробно описывающую то, как генетический код в ДНК считывается и преобразуется в сообщение, которое управляет синтезом белков. Ключевые

аспекты этого исследования проводились на Стэнфордском источнике синхротронного излучения (SSRL). В общей сложности из СЛАКа вышло шесть нобелевских лауреатов.

В последние годы СЛАК значительно изменил программу своей деятельности. Теперь ее основные направления — астрофизика, лазерная рентгеновская техника и исследования на фотонных пучках. Все работы по физике высоких энергий фактически сворачиваются, однако сотрудничество ИЯФа со СЛАКом продолжается. Еще не завершено анализ данных эксперимента ВаВаг. Это очень успешный проект, в котором команда из ИЯФа участвовала много лет. Ближайшие год-два эта работа будет продолжаться. СЛАК считается домашней лабораторией этого проекта, а его сотрудники участвуют в работе этой коллаборации.



## Актуальные проблемы астрофизики и физики элементарных частиц

### Что представляет собой Вселенная?

При ответе на этот вопрос мы основываемся, прежде всего, на данных астрономических и астрофизических наблюдений. Вселенная — это все, что нас окружает. Масштаб расстояний, которые доступны для современного инженерного наблюдения — около 10 миллиардов световых лет. Однако, наблюдая за Вселенной, мы думаем, что она статична, что на протяжении многих лет и даже веков она не меняется. На самом деле это не так, просто ничтожно маленький в масштабах Вселенной период жизни человека и существования человеческой цивилизации в целом не позволяет нам заметить эти изменения.

Загадочная Вселенная всегда будоражила разум людей, но «бум» астрономических открытий пришелся на XX век. Примерно 80–90 лет назад ученые обнаружили, что все объекты во Вселенной «разбегаются»: чем они дальше, тем с большей скоростью от нас удаляются. Это экспериментальное наблюдение получило название закона Хаббла. По этому закону можно рассчитать возраст Вселенной. Поскольку она расширяется, то, вероятно, это происходило и в прошлом, и можно узнать, когда началось это расширение. По современным подсчетам, с момента возникновения Вселенной, названного Большим взрывом, прошло около 14 миллиардов лет. Все, что мы видим сейчас, все, что нас окружает, в том числе и мы сами — продукты этого взрыва.

До 300 тысяч лет с момента образования Вселенной все вещество представляло собой ионизованную плазму, имеющую очень высокую температуру и состоящую из электронов, ядер, отдельных протонов и нейтронов. По мере расширения

*Выступление чл.-корреспондента РАН Александра Евгеньевича Бондаря в рамках цикла «Академический час» в Выставочном центре СО РАН было посвящено вопросам современного научного представления об устройстве Вселенной. Речь шла о том, на основе каких знаний, наблюдений, экспериментов эти представления возникли и каким образом физика элементарных частиц связана с устройством Вселенной в целом.*

температура вещества во Вселенной уменьшалась, образовался нейтральный газ, который под действием гравитационного притяжения начал собираться в сгустки. Стали образовываться протогалактики, протоскопления галактик, а в дальнейшем в них появились звезды. В звездах водород сгорал в более тяжелые элементы, из которых в дальнейшем образовались планеты.

Предположение, что где-то должен быть центр Большого взрыва — центр Вселенной — на самом деле не совсем верно, поскольку во Вселенной взорвалось все и сразу. Чтобы это понять, можно использовать двумерную модель. Расширяющуюся Вселенную можно представить как поверхность надуваемого шара, а звезды, галактики — как точки на этой поверхности. Для такого двумерного мира будет выполняться закон Хаббла: чем больше расстояние между двумя точками, тем быстрее они удаляются друг от друга. Где же центр этого расширения? Он находится вне геометрического пространства двумерного мира, в третьем измерении. Нечто похожее происходит и с Вселенной. Можно сказать, что трехмерное пространство возникло одновременно с Большим взрывом и эволюционирует вместе со Вселенной.

### Каковы свойства Вселенной?

Такие параметры Вселенной, как температура, средняя плотность

вещества, очень однородны по всему пространству наблюдения. Кроме того, Вселенная непрерывно расширяется. Размер Вселенной удваивается за характерное время примерно 12 миллиардов лет. В прошлом она расширялась гораздо быстрее. Почему так происходит?

Ответ можно найти в законе всемирного тяготения Исаака Ньютона. Допустим, вещество во Вселенной расширяется по инерции по аналогии с тем, как ведет себя подброшенный в небо камень. Получив толчок, он некоторое время движется вверх, затем его движение под действием гравитационных сил замедляется, после чего камень падает вниз. Исходя из такой картины, справедлива версия, которая развивалась до недавнего времени, что в какой-то момент расширение Вселенной остановится, и она начнет «схлопываться». Чем это закончится?

Для ответа на этот вопрос закона Ньютона уже недостаточно. И на помощь приходят обобщенное уравнение всемирного тяготения Альберта Эйнштейна, учитывающее ускорение не только при малых скоростях, но и при скоростях, близких к скорости света, при неограниченно больших массах, и космологическая модель Вселенной Александра Фридмана, описывающая однородную изотропную нестационарную Вселенную с веществом, обладающую положительной, нулевой или отрицательной постоянной кривизной. Фридман показал, что в зависимости от средней плотности вещества могут быть разные сценарии развития Вселенной. В принципе, Вселенная может расширяться до некоторых пор, а потом начать «схлопываться» под действием тяготения. По другому сценарию Вселенная может расширяться до

(Продолжение на стр. 4–5)



(Начало на стр. 3)

бесконечности, а исход событий зависит от такого параметра, как средняя плотность вещества во Вселенной.

Стоит учитывать, что знания физиков о Вселенной в то время были довольно сильно ограничены, потому что не было инструмента, по которому можно было бы изучать прошлое вещества. И тут как нельзя кстати пришлось открытие инженеров фирмы «Белл» Роберта Вильсона и Арно Пензиаса, которые сконструировали радиотелескопы высокой чувствительности. В начале 50-х годов прошлого века при испытании очередного радиотелескопа они обнаружили посторонний шум, гораздо больший, чем шум, ожидаемый из расчетов, из чего был сделан вывод, что радишумы издает какой-то внешний источник. Оказалось, что шумит Вселенная, а радиоизлучение Вселенной назвали реликтовым излучением.

#### Что излучает Вселенная?

Реликтовое излучение рассматривается как одно из главных подтверждений теории Большого взрыва. Оно сохранилось с начальных этапов существования Вселенной, когда вещество было в виде плазмы, а свет и электроны находились в термодинамическом равновесии. После того, как плазма охладилась, фотоны перестали взаимодействовать с веществом. Свет «отцепился» от вещества, потому что нейтральные атомы гораздо хуже взаимодействуют со светом, чем заряженные частицы.

Реликтовое излучение — это радиоволны очень высокой частоты. Для сравнения, частота радиоволн сотовой связи примерно 1

ГГц, это примерно соответствует длине волны 0,3 метра. В случае реликтового излучения речь идет о длинах волн порядка миллиметра, то есть о гораздо большей частоте.

Астрономы стали изучать, насколько свойства реликтового излучения зависят от направления на небосводе. Оказалось, что температура излучения с высокой степенью точности одинакова везде. Вариация температуры соответствует примерно  $10^{-5}$  от средней температуры. Это говорит о том, что температура плазмы в момент, когда свет оторвался от вещества, тоже была с очень высокой точностью одинакова.

Однако, хоть и небольшие, но вариации температуры все же наблю-

С другой стороны, мы можем оценить количество вещества, доступного для наблюдения с помощью приборов. Оказывается, что оно составляет не более пяти процентов от всего вещества, находящегося во Вселенной (количество которого мы получили, изучая свойства реликтового излучения). Таким образом, все, чем занималась физика за время своего существования со времен Галилея и Ньютона — это всего лишь пять процентов того, из чего построена Вселенная. Это говорит о том, что перед будущими учеными стоят задачи по изучению вещества, которое как минимум в двадцать раз больше чем все то, что мы изучали до сих пор.



#### Что нельзя увидеть в телескопах?

Еще в середине прошлого века, наблюдая за движением галактик в их скоплениях, астрономы обнаружили явление, которое можно было объяснить наличием неизвестной в природе материи, которую назвали темной материей.

Темная материя — это вещество, которое невидимо, но участвует в гравитационном взаимодействии, то есть имеет особенность собираться в сгустки, в звезды, галактики, скопления галактик. Наблюдая за доплеровским смещением излучения отдельных галактик в скоплении, можно померить среднюю скорость движения галактик относительно гравитирующего центра скопления и построить зависимость средней скорости галактики от расстояния до центра данного скопления.

Наблюдение показывает, что скорость движения объекта растет даже на расстоянии, превышающем видимые размеры скопления. Если, исходя из третьего закона Кепплера, рассматривать, как должна вести

даются. Если поинтересоваться, каков характерный угловой размер этих вариаций, оказывается, он соответствует примерно одному угловому градусу. Эта величина супер важна для понимания устройства Вселенной. И сейчас Фурье-спектр угловых вариаций температуры реликтового излучения хорошо изучен. Почему это важно? Потому, что это именно тот параметр, который говорит нам о средней плотности вещества во Вселенной. Измерив угловые вариации температуры реликтового излучения, мы сегодня можем сказать, что средняя плотность вещества во Вселенной соответствует приблизительно пяти атомам водорода в кубическом метре пространства.

Темная материя — это вещество, которое невидимо, но участвует в гравитационном взаимодействии, то есть имеет особенность собираться в сгустки, в звезды, галактики, скопления галактик. Наблюдая за доплеровским смещением излучения отдельных галактик в скоплении, можно померить среднюю скорость движения галактик относительно гравитирующего центра скопления и построить зависимость средней скорости галактики от расстояния до центра данного скопления.



себя скорость наблюдаемого объекта, находящегося в гравитационной связи с другим гравитирующим объектом (в данном случае скоплением галактик), то мы ожидаем увидеть, что скорость галактик при увеличении расстояния от центра скопления должна падать. А эксперимент показывает, что она, хоть и медленно, но продолжает расти. Это означает, что видимая область скопления галактик находится внутри гигантского сгустка невидимой материи неизвестной природы.

Еще одно подтверждение тому, что такое вещество существует — это так называемый эффект микролинзирования. Известно, что массивные тела притягиваются тем сильнее, чем больше их массы. А если в качестве тела взять безмассовый объект? Например, фотон, квант света. Казалось бы, он массы не имеет, и сила должна быть равной нулю. Но это не так. Дело в том, что формула, которую вывел Ньютон, работает для нерелятивистских объектов — объектов, движущихся со скоростями, много меньшими скорости света. Это объекты, обладающие массой. Масса покоя больше по сравнению с кинетической энергией. У фотона совсем по-другому. В этом случае справедлива общая теория Эйнштейна, и она гласит, что фотон будет точно так же участвовать в гравитационном взаимодействии, как и обычные тела, то есть притягиваться к тяготеющим объектам. Такое притяжение приводит к эффекту микролинзирования.

Представим себе, что у нас есть источник света, например, очень удаленная галактика. Поскольку этот объект далеко от нас, он выглядит как точка. И свет, распространяющийся от этого объекта, движется по прямой и попадает в объектив нашего прибора.

Теперь поместим между наблюдателем и источником гравитирующий объект — тело, которое имеет очень большую массу. Это тело может быть прозрачным, но иметь большую массу. Что тогда произойдет? Точно так же, как Земля вокруг Солнца, за счет тяготения свет будет двигаться по кривой. Это приведет к тому, что лучи, которые изначально должны были

проходить мимо наблюдателя, под действием гравитации попадают в объектив наблюдателя. И точечный источник света будет выглядеть как несколько объектов. Этот эффект называется эффектом микролинзирования и сейчас является одним из основных инструментов астрономов для восстановления распределения гравитирующего вещества во Вселенной по изображению точечных источников.

### Для чего нужны коллайдеры?

Одна из доминирующих на сегодняшний момент гипотез о том, что темная материя — это облака холодных тяжелых частиц с массой в сотни и тысячи масс протона. Эти частицы возникли на самых ранних этапах Большого взрыва. Они ни с чем не взаимодействуют и не распадаются, живут бесконечно долго вместе со Вселенной, вместе с ней охлаждаются и участвуют только в гравитационном взаимодействии между собой и с видимым веществом. Заметная часть вещества, образовавшаяся в результате гигантского взрыва, сохранилась как реликтовая темная материя.

Но если это частицы, и они образовались, когда Вселенная имела гигантскую температуру, можно ли их изучать в лабораторных условиях? Можно — с помощью современных коллайдеров. Если взять обычное вещество (те же самые протоны), разогнать до больших энергий, столкнуть между собой, то из этого очень маленького, но плотного сгустка вещества, где энергия столкнувшихся протонов превращается в другие виды материи, с какой-то вероятностью могут возникать и такие тяжелые частицы. В свою очередь, эти частицы распадаются на более легкие, которым потом уже не на что распадаться. Их можно искусственно создавать в лаборатории и изучать. Эта одна из примеров, для чего нужны коллайдеры.

Самый большой в мире коллайдер — Большой адронный коллайдер, который находится на территории двух государств, Франции и Швейцарии. Установка состоит из нескольких вспомогательных

ускорителей для того, чтобы подготовить пучки протонов или ядер тяжелых элементов, а затем эти пучки на большой энергии запустить в основной коллайдер. Основной коллайдер состоит из двух ускорителей, движение частиц в которых происходит навстречу друг другу. Тоннель, в котором построен ускоритель, находится под землей, на глубине около 100 метров. Длина окружности этого тоннеля — 27 километров, что в полтора раза больше, чем длина окружности кольцевой линии Московского метрополитена. Почему он так велик? Оказывается, размер установки напрямую связан с максимальной возможной энергией частиц в ней. Технические возможности человечества по созданию напряженных магнитных полей ограничены, а в этом ускорителе получены фактически рекордные магнитные поля, что позволяет удерживать в нем частицы рекордных энергий. Оказывается, чтобы получить пучки с энергией в семь тысяч раз больше, чем масса покоя протона, потребуется кольцо длиной как раз 27 километров.

Чтобы удержать частицы внутри коллайдера, нужно создать поперечное магнитное поле. Тогда, двигаясь по окружности во внешнем магнитном поле, они могут вращаться бесконечно долго. Навстречу можно запустить такие же частицы, но в другом кольце и пересечь эти пучки между собой. При столкновении частиц «лоб в лоб» вся их кинетическая энергия превращается в энергию новых частиц, среди которых могут родиться и тяжелые частицы, возможно, возникавшие в природе только в первые мгновения рождения Вселенной. Здесь опять уместно вспомнить знаменитую формулу Эйнштейна  $E = mc^2$ . Для того чтобы «родить» тяжелую частицу с массой в сотни масс протона, в столкновение протонов нужно «вкочать» энергию как минимум в тысячу раз больше, чем масса покоя протона. Для этого и требуются ускорители на все большие и большие энергии.

*Подготовила Ю. Бибко,  
фото автора.*



## ИЯФ — для медицины

Так, малодозовые цифровые рентгеновские установки (МЦРУ) «Сибирь» для медицинских приложений, разработанные в ИЯФе в 1984 году, давно и успешно работают в клиниках России и за рубежом. В свое время это была первая в СССР полноформатная цифровая система. В том же году она была установлена во Всесоюзном центре охраны здоровья матери и ребенка (г. Москва), где МЦРУ, с учетом низких доз облучения (в 30–50 раз ниже, чем на лучших рентгеновских установках того времени), успешно использовалась для обследования беременных женщин.

Однако эта установка пригодна и для других обследований. Особенно эффективно ее применение для массовых профилактических обследований, в частности, органов грудной клетки, так как дозы облучения пациентов очень малы (5 мкЗв — при разрешенной годовой дозе 1000 мкЗв), результаты обследований можно получить быстро, удобно архивировать большие массивы данных. Весьма перспективным может быть применение МЦРУ в педиатрии, где также требуются низкие дозы облучения.

Несколько лет наш институт производил единичные экземпляры МЦРУ, отработывая технологию и накапливая опыт ее применения. Промышленное производство началось в 1997

*Институт ядерной физики имени Г. И. Будкера СО РАН занимается фундаментальными исследованиями в области физики элементарных частиц и физики плазмы. Вместе с тем, прикладные разработки, в частности, для медицины, основанные на результатах этих исследований, занимают важное место в его работе.*

году на предприятии «Научприбор» в г. Орел. Оно продолжается и сейчас. Конечно, выпускаемые установки постоянно совершенствуются. Лицензии на право производства МЦРУ были приобретены компаниями Китая и Южной Кореи. Сейчас около 350 установок МЦРУ разных модификаций работают в клиниках России и за рубежом.

Надежная стерилизация медицинских изделий — сложная и важная задача, в решение ко-

торой ИЯФ внес большой вклад. Речь идет об электронно-лучевой стерилизации одноразовых медицинских изделий ускорителями ИЯФа.

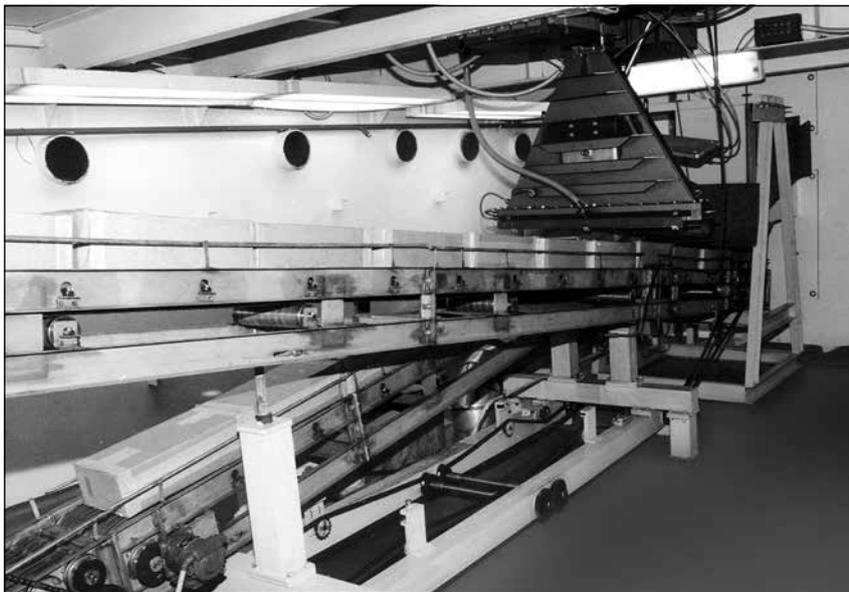
Использование одноразовых медицинских изделий принципиально изменило практику их стерилизации, кото-

рая проводилась, в основном, с использованием химии. В конце 80-х — начале 90-х годов прошлого столетия стали применять ускорители электронов для электронно-лучевой стерилизации одноразовых медицинских изделий. Сначала по этой технологии стерилизовали мелкие партии медицинских изделий непосредственно в ИЯФе. Затем в 1996 году в Ижевске на основе ускорителя ИЛУ-6 производства ИЯФа была введена в эксплуатацию промышленная линия для стерилизации одноразовых шприцев.

Спустя несколько лет наш институт совместно с фирмой «Здравмедтех» успешно реализовал технологию стерилизации одноразового медицинского белья с помощью ускорителя ИЛУ-6, а с 2003 года начался серийный выпуск продукции. Основное ее отличие от импортных изделий — гарантированная стерильность и безопасность. Ведь процесс стерилизации целиком ведётся в России и в полном соответствии с российским законодательством и нормами. Сибирские



*Малодозовая цифровая рентгеновская установка.*



*Ускоритель в Ижевске, используемый для стерилизации медицинских изделий.*

врачи сразу оценили эти преимущества, и продукция отечественного производителя стала вытеснять конкурентов с нашего рынка. Затем на ИЯФ стали выходить другие, в том числе, вновь образованные компании, производители медицинского белья, акушерских наборов, биодобавок, фиточаев и много другого.

В частности, с 2004 г. в Новосибирске начато производство одноразового медицинского белья фирмой «ИндиКон» (используется ускоритель производства ИЯФ). Количество облучаемой продукции к концу 2012 года составит более 500 тонн в год.

Сейчас производится монтаж нашего ускорителя для стерилизации в Казахстане.

Сложнейшая проблема в области охраны здоровья человека и окружающей среды — обеззараживание медицинских отходов. Специалисты нашего института разработали электронно-лучевой метод для решения этой задачи. Процесс радиационного обеззараживания отходов сходен с процессом электронно-лучевой стерилизации. Проект включает следующие

фазы. Твердые опасные и особо опасные медицинские отходы классов Б и В, предварительно расфасованные в специальные стандартные мешки весом до 10–12 кг, облучают на ускорителе электронов (производства ИЯФ) в режиме двухстороннего облучения. Ускоритель в этом процессе используется в режиме конверсии в рентгеновское излучение. Излучение проникает внутрь пакета и стерилизует его содержимое без вскрытия. Поэтому риск распространения инфекции сведен к нулю.

Технологические решения позволяют реализовать непрерывный процесс конвейерного типа с производительностью до 1–1,5 т/час при номинальном режиме работы ускорителя. Микробиологические тесты, проведенные после радиационной обработки образцов медицинских отходов, практически не выявили на них патогенной микрофлоры. Обработанные таким образом отходы могут классифицироваться уже как бытовые и проходить обычный цикл уничтожения, при этом полимерные медицинские отходы вполне могут быть использованы в каче-

стве вторичного сырья для производства изделий хозяйственного назначения.

Сейчас такой проект реализуется в Москве в «Федеральном медицинском биофизическом центре им. А. И. Бурназяна» Федерального медико-биологического агентства, который приобрел ускоритель, изготовленный в ИЯФе.

В нашем институте накоплен огромный опыт применения синхротронного излучения (СИ) для исследований в различных областях науки и применений, например, при создании микро-наноплюидных аналитических систем (МФАС) для использования в биологии и медицине.

В последние годы в медицине происходит настоящая технологическая революция, цель которой — переход к малым и сверхмалым размерам устройств, предназначенных для клинической диагностики на основе микро/наноплюидных систем, оперирующих нано- и пиколитрами жидкостей. В свою очередь это существенно уменьшает объемы анализируемых проб, количество используемых реагентов, время анализа, а также количество биоопасных отходов при проведении биоаналитических экспресс-тестов.

Институты СО РАН (ИЦиГ, ИЯФ и КТИ НП) ведут разработку настольного биоаналитического комплекса нового поколения, который бы соответствовал следующим требованиям: стоимость — не более 1 млн. рублей, цена стандартного анализа крови по 20 параметрам — 100–150 рублей. Комплекс позволит выявлять возбудителей, входящих в список обязательных для диагностики в Службе крови Минздрава России и в системе роддомов, в частности,

*(Окончание на стр. 8)*



(Начало на стр. 6–7)

вирус иммунодефицита человека, вирус гепатита В и С и многие другие. Кроме того, с помощью этого комплекса можно будет выявить широкий круг антигенов, используемых в медицинской диагностике — гормоны и онкомаркеры.

Один из основных расходных материалов для такого биоаналитического комплекса — одноразовые микро-наноплювидные аналитические системы (МФАС). Технология их производства разработана в Центре синхротронного излучения ИЯФ СО РАН.

Разработкой методов применения МФАС для конкретных анализов занимаются специалисты ИЦиГ СО РАН.

С каждым годом все активнее используются электронно-лучевые технологии для создания лекарств, более того, уже появилось немало нанофармпрепаратов, один из них — «Тромбовазим». Совместными усилиями ученых Института цитологии и генетики и Института ядерной физики СО РАН была создана уникальная технология электронно-лучевой иммобилизации биомолекул на инертном носителе.

С помощью этой технологии впервые в мире создан новый лекарственный препарат, пероральный (таблетированный) тромболитик «Тромбовазим» для лечения острого инфаркта миокарда и ишемического инсульта.

Для организации производства лекарств на основе этой технологии было создано ЗАО «Сибирский центр фармакологии и биотехнологии», запущена фармацевтическая фабрика по стандартам GMP и начато массовое производство «Тромбовазима» (в трех лекарственных формах) объемом 200 тысяч

курсов лечения в год (при общей потребности только в России до 6 миллионов штук).

Наряду с промышленными партиями лекарственных препаратов для терапевтической практики, сейчас здесь выпускают опытно-промышленные партии фармацевтических субстанций для научных исследований.

Сейчас в ИЯФе разрабатываются новые проекты, связанные с медицинскими применениями. Наибольший интерес представляют два проекта: разработка компактного высокоинтенсивного ускорительного источника эпитепловых нейтронов для бор-нейтронзахватной терапии злокачественных опухолей и ускорительный комплекс для терапии рака протонными и ионными пучками.

Бор-нейтронзахватная терапия (БНЗТ), путем насыщения опухолей препаратами, содержащими бор, позволяет осуществить избирательное поражение клеток злокачественных опухолей, что позволяет лечить такие виды злокачественных опухолей, которые практически не поддаются никаким другим методам, как глиобластомы мозга и метастазы меланомы. Хирургия или традиционная радиотерапия не останавливают распространение опухоли по всему мозгу и позволяют разве что ненадолго продлить жизнь. Эта методика уже опробована на нейтронных источниках на базе ядерных реакторов.

Однако для широкого применения этой методики требуется разработка и создание нейтронного источника на основе компактного и недорогого ускорителя, которым можно было бы оснастить практически каждую онкологическую клинику.

Такой ускоритель сейчас разрабатывается в ИЯФе. На созданном прототипе такого уско-

рителя уже получены потоки нейтронов, близкие к необходимым для БНЗТ.

Второй проект — это ускорительный комплекс для терапии рака протонными и ионными пучками.

Основными особенностями терапии ускоренными протонами и ионами является то, что эти частицы при прохождении через вещество имеют, в отличие, скажем, от гамма-квантов, точный пробег, определяемый энергией частиц; выделяют большую часть своей энергии в конце пробега (пик Брэгга); значительно слабее рассеиваются при прохождении вещества; обладают повышенной относительной биологической эффективностью.

К настоящему времени в разных странах построено несколько протонных и ионных ускорителей, специализированных для терапии онкологических заболеваний. Ияфовский проект имеет по сравнению с ними ряд достоинств. Впервые предложено использовать электронное охлаждение для уменьшения фазового объема пучка тяжелых частиц в терапевтических целях. При этом можно получить малые поперечные размеры пучка, что дает возможность, во-первых, дать тканям опухоли нужную для каждой её части дозу облучения, минимально облучая здоровые ткани. Во-вторых, позволяет использовать в ускорителе и каналах транспортировки пучков к пациентам магниты с минимальными апертурами. Все это уменьшает как стоимость проекта, так и эксплуатационные расходы; как следствие, уменьшается стоимость лечения.

Развитие лучевых методов для разнообразных приложений в медицине могло бы развиваться гораздо быстрее при появлении государственного финансирования этой важной области.



## Медицина — для ИЯФа



— Юрий Борисович, давайте напомним нашим читателям о том, какие изменения произошли в статусе поликлинического отделения несколько лет назад и чем они были вызваны.

— Уже довольно давно мы сотрудничаем с АНО «Центр новых медицинских технологий в Академгородке» (ЦНМТ), а с 2007 года поликлиника ИЯФа стала его подразделением. Дело в том, что в 2007 году Центральная клиническая больница, которой мы в то время подчинялись и с которой у нас всегда были хорошие отношения (и таковыми, надеюсь, останутся), претерпела серьезные изменения. В частности, поликлиники, которые были подразделениями ЦКБ, были переведены в муниципальное подчинение. И от ЦКБ остался практически один стационар. В связи с этим нам тоже было предложено искать себе новое

Поликлиническое отделение в нашем институте существует с начала 60-х годов прошлого века. Сначала это был здравпункт, постепенно он расширялся, в 1988 году — теперь уже поликлиническое отделение института — разместилось на первом этаже здания ДОЛ. Сейчас здесь работает 26 медицинских работников, из них — 12 врачей. В последние годы происходят изменения в статусе ПО и его работе. Об этом наш корреспондент побеседовал с заведующим поликлиникой Юрием Борисовичем Юрченко.

пристанище. В конце концов, после серьезных поисков наш выбор пал на ЦНМТ. В результате переговоров было достигнуто соглашение, и с октября 2007 года мы стали подразделением ЦНМТ.

— *Каковы результаты этого сотрудничества?*

— На мой взгляд, сотрудничество оказалось вполне успешным, Центр новых медицинских технологий нам очень многим помог и поддержал, в том числе, и в плане аппаратного оснащения. Многие проблемы, которые у нас давно накопились, были решены.

— *Расскажите, пожалуйста, подробнее.*

— Вся наша деятельность финансируется ИЯФом, но с определенного момента это финансирование становилось все более ограниченным. Сейчас, когда мы сотрудничаем с ЦНМТ, институт продолжает выделять нам средства на поддержание базового уровня нашего существования, но этого совершенно недостаточно, чтобы нор-

мально развиваться, прежде всего, в плане материальной оснащенности поликлиники. И так, к сожалению, происходило в течение длительного времени.

Политика ЦНМТ оказалась более гибкой. Так, с его помощью нам удалось решить сложную проблему со стоматологическим кабинетом, который был уже на грани закрытия, так как старая установка уже не работала. Центр новых медицинских технологий приобрел для нас в кредит новую стоматологическую установку, а через некоторое время была закуплена и стоматологическая рентген-установка. Наши пациенты стали частично рассчитываться за медицинские услуги, и постепенно кредит за эту технику мы вернули.

С помощью ЦНМТ удалось практически переоснастить нашу клиническую лабораторию: теперь здесь несколько новых, достаточно дорогих приборов для проведения анализов.

Также Центр передал нам ультразвуковую установку, она не новая, но значительно лучше и современнее той, которая была здесь до этого. Полностью



Обновленный кабинет УЗИ.

(Продолжение на стр. 10)



(Начало на стр. 9)

оснащен гинекологический кабинет. Постепенно осуществляется ремонт наших помещений.

Все это поможет повысить качество медицинского обслуживания наших пациентов, в первую очередь — сотрудников ИЯФа.

— **Вы упомянули о том, что в поликлинике появились платные услуги...**

— Чтобы обеспечивать себе существование и дальнейшее развитие, мы должны зарабатывать деньги. Договора с ИЯФом для решения этой задачи недо-

и не имея возможности туда попасть. Прием сотрудников института и внешних посетителей будет проводиться в разное время. Сотрудники ИЯФ будут посещать нас, как и раньше — преимущественно до 14:00. Если после 14:00 у кого-то из них возникнет срочная необходимость в обращении к врачу поликлиники ИЯФа — ему не будет отказано. Хотелось бы подчеркнуть, что для ияфовцев режим медицинского обслуживания в нашей поликлинике остается неизменным. Дополнительный вход в поликлинику со стороны ИФП будет

рому близкие родственники сотрудников института, которые пожелают обследоваться или лечиться в поликлинике ИЯФа, будут иметь скидку 10%.

— **Какие у вас планы на ближайшее будущее?**

— Сейчас одно из наиболее слабых мест у нас — это глазной кабинет: там старая аппаратура, пора ее заменять. Нужно обновлять парк приборов для физиокабинета. Не исключено, что мы будем ставить вторую стоматологическую установку. Это было бы хорошо и для наших сотрудников, и для внешних посетителей.

— **Как регулируются взаимоотношения ИЯФа и ЦНМТ?**

— Между ЦНМТ и ИЯФом сейчас три договора: о проведении профосмотров, о медицинском обслуживании, включающий диспансеризацию, и о предрейсовых осмотрах водителей.

Следует отметить, что одна из основных задач, которую должна решать наша поликлиника — организация своевременного и квалифицированного профосмотра в институте. Приказ, регламентирующий профосмотр, значительно изменился, в нем появились новые требования. В этом году профосмотр стал значительно сложнее по объемам исследований. В рамках профосмотра все делается бесплатно, в том числе, и анализы.

Договор медобслуживания предполагает визит к нашим специалистам. Все, что делается непосредственно в поликлинике для сотрудников института — бесплатно. Общие анализы в нашей лаборатории также проводятся бесплатно, однако, за дополнительные, например, биохимические и другие сложные анализы, которые делаются в лаборатории ЦНМТ, нужно платить.

Следует особо сказать об оплате приема стоматолога, который, как было выше сказано,



статочно. Поэтому в течение последних двух лет мы занимаемся профосмотрами внешних организаций: это институты СО РАН и другие организации, которые к нам обращаются.

Помимо этого, мы имеем возможность принимать отдельных пациентов, обследовать и лечить их, и таким способом зарабатывать деньги не только на закупку оборудования, но и на дополнительные заработки для сотрудников, которые в рамках договора с ИЯФом не столь велики.

Чтобы упростить «внешним» пациентам — не сотрудникам ИЯФа — процедуру посещения, было принято решение сделать дополнительный вход в поликлинику. Теперь они могут самостоятельно войти в поликлинику, не заходя на территорию института

открываться с 14:00 по необходимости. На дверь, которая ведет из поликлиники в ИЯФ, установлен домофон, около нее организован пост охраны. С точки зрения режима охраны эта система, наверное, даже более правильная.

— **Имеют ли какие-то льготы наши сотрудники, обращающаяся непосредственно в ЦНМТ?**

— Фактически наша поликлиника относится к Центру новых медицинских технологий.

Для сотрудников института прием в нашей поликлинике бесплатный, без ограничения числа посещений. Исключением является прием у стоматолога, который по условиям последнего договора будет стоить для сотрудника ИЯФа 50% его цены. Кроме того, принято решение, по кото-



оплачивается в размере 50% его стоимости. При этом учитывается весь объем лечения, который получает конкретный человек. Формируя наш прайс по стоматологии, мы предварительно провели мониторинг цен на подобные услуги в других местах и немного отступили от этого уровня в меньшую сторону для сотрудников института, их родственников и близких. Вот, собственно, и все изменения.

— **В связи с происходящими изменениями в работе нашей поликлиники, расширился ли спектр медицинских специалистов?**

— Приказ о проведении профосмотра увеличил объем и набор в штат тех специалистов, которые должны в этом смотре участвовать. Появилось обязательное посещение хирурга, психиатра и нарколога, и не только при приеме на работу, но и плановое, ежегодное. Для женщин — обязательное посещение гинеколога, а с определенного возраста — ультразвуковое обследование молочных желез или маммография. Кроме того, востребованы консультации дерматолога и хирурга. Благодаря сотрудничеству с Центром новых медицинских технологий нам удалось привлечь всех этих специалистов. В рамках профосмотра они принимают бесплатно, но если потребуется консультация, могут принять нашего сотрудника за дополнительную плату.

По своей сути мы остаемся поликлиникой ИЯФа, а ИЯФ — неизменно наш главный VIP-клиент. Конечно, основная перспектива нашего хорошего или плохого будущего в значительной степени зависит от ситуации в ИЯФе, и я надеюсь, что наше сотрудничество будет продолжаться.

*И. Онучина.  
Фото Н. Купиной.*



## Восхождение на Белуху

*Гора Белуха (4506 метров) — наивысшая точка Алтая, покрытая мощными ледниками от подножья до вершины. Она овеяна ореолом мифов и легенд. Здесь, по верованиям буддистов, располагалась легендарная заоблачная страна богов Шамбала. Предания гласят, что здесь находится «пуп Земли», энергетически связанный с Космосом, дарующий людям заряд бодрости и здоровья, открывающий новые знания. В августе этого года группа туристов и альпинистов из Новосибирска совершила восхождение на Белуху, среди них была и сотрудница нашего института, кандидат в мастера спорта по горному туризму Тамара Шторк.*

— Мечту подняться на Белуху каждый из нас вынашивал ни один год. Бывая в этом районе и раньше, мы подолгу любовались величиной двуглавой красавицы, её неприступностью и ослепительной красотой.

С прошлого года наш руководитель Сергей Сенченко начал готовить группу к этому восхождению: зимой ледовые тренировки проходили на склоне реки Иня, весной — скальные, на железнодорожной станции «Учебный».

В августе нынешнего года мы вышли на маршрут из поселка Тюнгур. Тяжелое снаряжение и основные продукты отправили на лошадях до Аккемского озера, а сами, чтобы лучше акклиматизироваться, пошли следом через перевал Каратюрк (3 000 метров над уровнем моря). С этого перевала открывается едва ли ни лучший вид на белоснежный Катунский хребет, вершины Восточная и Западная Белуха, Делоне, Корона Алтая, которые обрываются в долину ледовыми сбросами Аккемской стены.

По долине реки Аккем и леднику мы шли ещё два дня. Техническая часть маршрута началась с перевала Делоне (кате-

гория трудности 2Б). Это около 300 метров подъема по крутому, до 50 градусов, ледовому склону. В нашей группе было восемь человек из разных турклубов Новосибирска. Слаженность работы группы во многом определял опыт, полученный на тренировках. Подъем на перевал потребовал много сил, но то, что мы увидели, как рукой сняло всю усталость. Перед нами открывалась удивительная картина: огромное ледовое поле, изрезанное хаотичными изгибами трещин, панорама Катунского хребта с ледовыми стенами, разломами, испещренный ледопад Менсу.

«Раскрутив» поле трещин, мы поднялись на Белухо-Берельское седло, откуда обычно начинают восхождения. Отсюда открывается великолепный вид на Казахстан и воздушную перспективу Алтайских гор и отрогов Тянь-Шаня — от темно-синих вблизи до нежно-голубых на горизонте.

Мы вышли на восхождение 8 августа в 4:30 утра, перед рассветом. Погода — как на заказ! Такое на Белухе бывает нечасто. Маршрут восхождения был вы-

*(Окончание на стр. 12)*

*(Начало на стр. 9)*

## Восхождение на Белуху

Это была настоящая награда за наши усилия! Моментально забылась вся усталость: открывшаяся панорама завораживала. Под нами — снега и льды высотой от одного до полутора километров с причудливыми разломами, вдали — из-под ледника с юга вытекает и серебрится под лучами солнца Катунь,

и Корона Алтая (4 178 м). На горизонте, на все 360 градусов, застыли цепи гор с нанизанными облаками. Выше нас — только небо!

На отдыхе приготовили чай из талого снега, пообедали и съели заслуженный шоколад. Спускались с вершины во второй половине дня по леднику, когда с южного склона ушло солнце и подморозило снег. В это время дня снижается лавинная опасность склонов. Довольно быстро, в связках — радостные и счастливые — мы спустились в лагерь.

Через два дня были на «зеленке». И как приятно после четырех дней снегов снова увидеть деревья, цветы, пить

воду из ручья и разжигать костер! ...А еще — мечтать о новых восхождениях.

*Фото автора.*

бран по юго-восточному скальному ребру: не самый простой (категория трудности 3Б — альпинистская), но наиболее безопасный. К тому же с гребня открываются необыкновенные виды. Путь по скалам был осложнен участками льда, поэтому идти приходилось в «кошках». Преодолев 320 метров подъема по веревкам, мы оказались на широком снежном «плече». Отсюда начинался последний технический участок восхождения — крутой ледовый предвершинный купол. Пройдя очередные 120 метров верёвок и участок гребня, мы оказались на вершине.



с севера уходит широкая долина Аккема, на востоке извивается длинный язык ледника Менсу, а на западе — величественные Белуха Западная (4 400 м)



Адрес редакции: 630090, Новосибирск,  
просп. Ак. Лаврентьева, 11, к. 423.  
Редактор И. В. Онучина.  
Телефон: 8 (383) 329-49-80  
Эл. почта: onuchina@inp.nsk.su

Газета издается  
ученым советом и профкомом  
ИЯФ им. Г. И. Будкера СО РАН  
Печать офсетная.  
Заказ №0912

«Энергия-Импульс»  
выходит один раз  
в месяц.  
Тираж 450 экз.  
Бесплатно.