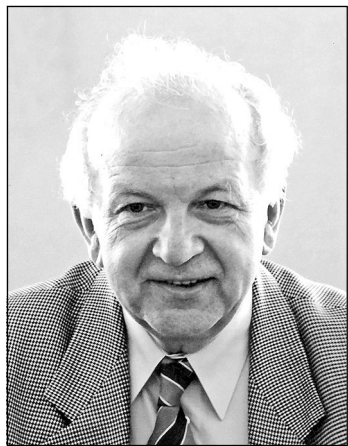


Центры коллективного пользования ИЯФ СО РАН

Из доклада академика Г.Н. Кулипанова



Во всём мире современная инфраструктура выполнения исследовательских работ в различных областях науки существенным образом определяется наличием сети исследовательских центров коллективного пользования (ЦКП), образованных вокруг уникальных установок (как правило, это установки «mega science»).

На базе созданных в Институте ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН источников синхротронного излучения ВЭПП-3 и ВЭПП-4, лазера на свободных электронах NovoFEL, ускорительного масс-спектрометра AMS в настоящее время работают Центр синхротронного и терагерцового излучения и Центр геохронологии кайнозоя.

Работы с синхротронным излучением в Новосибирске были начаты в 1973 году, в семидесятые годы в мире работало только три рентгеновских источника синхротронного излучения — ВЭПП-3 (Новосибирск), DORIS (Германия) и SPEAR (США). В то время Сибирский центр синхротронного излучения находился на мировом уровне и во многом определял этот уровень. Первые в мире исследования на синхротронном излучении структуры цезиевых солей ДНК с использованием аномального рассеяния были проведены профессором М.А. Мокульским (Институт молекулярной генетики РАН, Москва). Первое в мире рентгенодифракционное «кино» с рекордным временным разрешением 2 миллисекунды, демонстрирующее изменение структуры живой мышцы в процессе сокращения, было получено группой А.А. Вазинной (Институт биофизики РАН, Пущино). Самый интенсивный по тем временам пучок рентгеновского излучения мощностью 1,2 киловатта был получен из первого в мире сверхпроводящего вилггера, установленного на ВЭПП-3 в 1980 году.

Создание во многих странах мира в 1980—1990-х годах нового поколения источников синхротронного излучения, каждый стоимостью (0,5—1,5) миллиарда долларов, обеспечило новый исследовательский, технический и организационный уровень проведения работ с синхротронным излучением (СИ). В настоящее время в мире насчитывается 46 действующих источников СИ, работающих на исследователей 6—8 тысяч часов в год. На каждом источнике установлено от 20 до 60 различных экспериментальных станций, ежегодно в мире работу с синхротронным излучением проводят около шестидесяти тысяч исследователей. За последние годы шесть Нобелевских премий в области химии и биологии были получены за работы, выполненные с помощью синхротронного излучения.

В Сибирском центре синхротронного излучения сегодня работает тринадцать экспериментальных станций, созданных с участием сотрудников многих институтов СО РАН.

1. Станция «LIGA-технология» и рентгеновская литография — глубокая рентгеновская литография в толстых (до 1 мм и более) резистивных слоях для изготовления микроструктур, в том числе рентгеношаблонов.

2. Станция «Взрыв» — исследование быстротечающих (за микросекунды) процессов, в том числе, исследование ударно-волновых и детонационных процессов.

3. Станция «Прецизионная дифрактометрия и аномальное рассеяние» — прецизионные исследования (получение порошковых дифрактограмм высокого разрешения) атомной структуры веществ.

4. Станция «Локальный и сканирующий рентгенофлуоресцентный элементный анализ» — определение основного элементного состава и микропримесей в образцах — определение распределения элементного состава в различных протяженных объектах с разрешением 100 мкм.

5. Станция «Дифрактометрия при высоких давлениях» — рентгендифракционные исследования образцов при высоких давлениях и (или) повышенной температуре.

6. Станция «Рентгеновская микроскопия и томография» — получение рентгеновских проекционных и томографических изображений образцов с микронным разрешением.

7. Станция «Дифракционное «кино» (дифрактометрия с временным разрешением)» — исследование структурных превращений при химических реакциях и внешних воздействиях.

8. Станция «Малоугловое рассеяние» — исследование образцов и проб веществ различной природы методом малоуглового рентгеновского рассеяния.

9. Станция «Люминесценция с временным разрешением» — исследование спектральных и временных свойств люминесценции образцов.

10. Станция «Прецизионная дифрактометрия-2» — прецизионные исследования (получение порошковых дифрактограмм высокого разрешения) атомной структуры веществ на фиксированных энергиях рентгеновских квантов.

11. Станция «EXAFS-спектроскопия» — получение EXAFS спектров от образцов и извлечение структурной информации о локальном окружении атомов, исследование зарядового состояния ионов в образце методом XANES-спектроскопии.

12. Станция «Мягкая рентгеновская спектроскопия» — исследования в мягком рентгеновском диапазоне спектра в целях метрологии (калибровка рентгеновских детекторов, элементов рентгеновской оптики и др.) и извлечение структурной информации о локальном окружении атомов лёгких элементов периодической системы.

13. Станция «Космос» на ВЭПП-4 — исследования в ВУФ и мягком рентгеновском диапазоне спектра в области метрологии (калибровка рентгеновских детекторов, элементов рентгеновской оптики и др.).

В прошедшем 2011 году на пучках СИ в течение 2000 часов проводили работы исследовательские группы более чем из 50-ти институтов, университетов и других организаций России и зарубежных стран, в том числе из 18 институтов СО РАН. Несмотря на общее отставание от лучших зарубежных центров синхротронного излучения, некоторые работы нашего Центра по-прежнему определяют мировой уровень в своей области. Например, только в Новосибирске на станции «Взрыв» исследуются взрывные и детонационные процессы с временным разрешением 125 наносекунд (!) сотрудниками Института гидродинамики, Института химии твёрдого тела и механохимии, российских ядерных центров из Снежинска и Сарова.

Кроме того, Институт ядерной физики является признанным мировым лидером в области разработки и изготовления генераторов интенсивных пучков СИ с помощью разнообразных вилггеров и ондуляторов, создаваемых на базе сверхпроводящих магнитов, постоянных магнитов, обычных электромагнитов. Новосибирские вилггеры и ондуляторы установлены практически на всех источниках синхротронного излучения России, Европейских стран, США, Канады, Австралии, Бразилии.

В связи с началом работ в терагерцевом диапазоне на мощном лазере на свободных электронах NovoFEL название Центра в 2005 году было расширено — Сибирский центр синхротронного и терагерцового излучения (СЦСТИ). Структурно ЦКП «Сибирский центр синхротронного и терагерцового излучения» по существу объединяет два Центра: «Сибирский центр синхротронного излучения» и «Сибирский центр фотохимических исследований и технологий», расположенный на территории ИХКиГ.

В 2011 году на пучках терагерцового излучения проводили работы в течение 1200

часов 22 исследовательские группы из семи институтов СО РАН, НГУ, НГТУ и двух организаций из Москвы.

На пучках ТГц в настоящее время работают 6 экспериментальных станций: метрологическая станция; станция химико-физических и биологических исследований; станция молекулярной спектроскопии; станция фотохимии; станция «Интроскопия и спектроскопия»; станция «Аэродинамика».

Мощность NovoFEL (0,5 кВт), относительная ширина линии (0,3 %) и диапазон плавной перестройки являются рекордными показателями в мире. Работы с терагерцевым излучением на базе ЛСЭ в Новосибирске во многом определяют современный мировой уровень работ в этой области. Следует отметить пионерные работы по мягкой абляции терагерцевым излучением биологических объектов (ИХКиГ, ИЦиГ, ИЯФ), сверхбыструю терагерцевую спектроскопию (time domain spectroscopy, ИХКиГ, ИЯФ) и исследование влияния терагерцового излучения на биологические объекты (ИЦиГ).

Второй центр коллективного пользования — «Геохронология кайнозоя» функционирует на базе лабораторий Института археологии и этнографии СО РАН, Института геологии и минералогии СО РАН и Института ядерной физики СО РАН.

В ИЯФ СО РАН для ЦКП создан комплекс ускорительной масс-спектрометрической аппаратуры (УМС) для измерения ультракоротких концентраций изотопов с относительной чувствительностью до 10⁻¹⁵ г/г.

В современном живом объекте (растения, животные) содержание радиоактивного изотопа ¹⁴C находится на уровне 10⁻¹² относительно стабильного изотопа ¹²C; когда объект отмирает, количество ¹⁴C уменьшается в два раза за 5730 лет. В концепцию УМС заложены специальные возможности по уменьшению фона, определению ионами и молекулами типа ¹³CH, ¹²CH₂, ¹⁴N. Испытания, проведенные в 2011 году, показали возможность достижения фона до 10⁻¹⁵, что соответствует определению возраста более 50 тыс. лет.

За 2011 год проведено тестовое датирование 154 образцов из различных органических материалов (ископаемые кости, древесина, древесный уголь, карбонаты, донные осадки и др.). В 2012 году уже проведено датирование около 500 образцов. Проведено более 50 сверточных измерений образцов с предположительно известным возрастом. Результаты определения возраста найденных в Новосибирской области костных останков бизона, пещерного льва и мамонта (около 20—25 тыс. лет) свидетельствуют о теплом климате в Сибири в это время. Также были проведены измерения возраста проб в кернах бурения донных осадков озер Ширы и Телецкое.

В 2012 году начаты работы по использованию УМС для биомедицинских исследований (ИЯФ СО РАН, ИК СО РАН и НГУ).

Будущее развитие работ в ЦКП «Геохронология кайнозоя» мы видим следующим образом: необходимо выделение специального финансирования Президиума СО РАН для Института археологии и этнографии; кроме того, нужна поддержка Приборной комиссии СО РАН по покупке нового оборудования. Необходимо также увеличение производительности участка пробоподготовки с помощью сотрудников химических институтов.

Для расширения работ с терагерцевым излучением необходимо строительство нового экспериментального зала для размещения новых экспериментальных станций.

Будущее развитие работ с синхротронным излучением обязательно должно быть связано со строительством нового источника СИ. Мы во многом определяем мировую идеологию создания следующего поколения источников СИ. Мы сохранили и развили технологический потенциал для создания нового поколения источников СИ, выполняя контракты для США, Англии, Германии, Испании, Швейцарии, Франции и других стран. Но нам необходима активная поддержка всего научного сообщества по созданию нового источника СИ (~ 10 млрд. руб) в Новосибирске, возможно в рамках создания установки mega-science чарм-тау фабрики в ИЯФ СО РАН.

вируса клеща энцефалита, а в прошлом году — геном боррелии. Мы детектируем все основные инфекционные агенты, переносимые клещами.

В Институте цитологии и генетики уже идёт к завершению полногеномное исследование возбудителя описторха. Митохондриальный геном полностью расшифрован, в следующем году будет проведено полное геномное исследование. Всё это нужно для диагностики и неизбежно приведет к созданию новых средств терапии.

Что касается биотехнологий, здесь абсолютным лидером является красноярский Институт биофизики. Самая интересная работа, выполненная учёными данного института, это создание биодеградируемых полимеров — из них, как из обычных пластмасс, можно производить средства доставки лекарств, разные пленки, матрицы для выращивания клеток и органов, а также для широкого спектра хозяйственных нужд.

Если говорить о биотехнологическом производстве препаратов, сейчас на хорошей стадии испытаний находится противоопухолевое средство — белковый нетоксичный продукт, подавляющий опухоль. В настоящее время ведутся испытания препаратов, которые подавляют метастазирование, работы организованы совместно с израильской фирмой, получены хорошие результаты на лабораторных животных.

В Сибирском регионе имеются значительные источники растительного сырья, неисчислимо количество находящихся в нём соединений. И наши биологи очень разумно подходят к реализации возможных проектов в этой области. Рекордсменом здесь является уже упоминавшийся Институт биологических проблем криолитозоны: из ягеля они производят большое число препаратов, которые используются разными категориями лиц, в том числе и спортсменами, для поддержания и специальной стимуляции организма, улучшения состояния здоровья.

А в Бурятии учёные, на основании знания старинных трактатов разработали оригинальные составы биологических добавок, которые реально действуют, а химики работают сейчас над тем, чтобы выснить, какой состав сложных органических соединений, входящих в них, оказывает воздействие на организм. Эти добавки широко продаются и повсеместно используются.

По поводу новых медицинских технологий. В Институте цитологии и генетики научились получать индуцированные стволовые клетки, из них уже можно «выращивать» фрагменты хряща, сосуды — сейчас такая работа ведётся совместно с некоторыми институтами. Повседневной реальностью становится и генетическая паспортизация — уже сейчас широко распространены генетические тесты, и, я думаю, что здесь нас ждёт большое будущее. Для того, чтобы вводить клетки в определённые участки, необходима хирургия. И благодаря новым инструментам, которые делают наши физики и механики, она сейчас выглядит совершенно по-другому. Международный томографический центр СО РАН является сейчас лучшим, пожалуй, не только за Уралом, но и во всей стране по разработке новых методов обследования пациентов, причем все это дополняется ультразвуковыми исследованиями. Такая визуализация позволяет лучше проводить диагностику и во многих случаях разрешать неразрешимые задачи.

У нас имеется большое количество институтов, которые могут производить и производят приборы для медицины и биологии, у них есть идеи, методики, вещества, устройства, есть и больницы, которые были бы счастливы использовать все эти достижения. Но здесь существует своего рода пропасть — ведь для того, чтобы какой-то препарат или устройство попали в лечебное учреждение, должны быть пройдены испытания, подтверждена безопасность, соблюдены условия Минздрава и т.д.; имеются и научные проблемы. Это огромный путь, и затраты тоже огромные. У нас образуются такие содружества: в области между медициной, физикой и химией работает Томоцентр, действуют ЦНМТ, недавно созданный в Красноярске центр, который ориентирован на гематологические исследования, а также центр, не так давно возникший в Иркутске.

Понятно, что мы не в вакууме, существует большое количество организаций, с которыми мы сотрудничаем, и, в первую очередь, институты СО РАН — с ними, благодаря нашей программе, у нас имеются совместные гранты. Кроме того, рядом находится Институт патологии кровообращения Минздрава — огромная структура с массой возможностей. Я думаю, что идеи трансляционной медицины воплотятся в Сибирском отделе в создании института, и в Новосибирске мы будем иметь возможность формирования биомедицинского кластера, которого больше нигде нет.