

ФЕДЕРАЛЬНАЯ ЦЕЛЕВАЯ ПРОГРАММА "ИНТЕГРАЦИЯ"

Лет девять назад в Красноярске появились не совсем обычные студенты: числились в одном вузе, а занимались сразу в двух. Весомую часть учебного времени (один день на третьем курсе и два – на четвертом-пятом) проводили не в учебных аудиториях, а в лабораториях и цехах – в Институте физики СО РАН, на трех засекреченных предприятиях. Речь о студентах МИФО – Межвузовского инженерно-физического отделения, образованного Красноярским государственным университетом (КГУ) и Сибирской аэрокосмической академией (САА) в 1990 году. Каждый вуз набирает по одной группе, учебный план единый.

МИФО – не миф!

Создание МИФО – пример столь популярной сегодня интеграции, о которой тогда еще практически не говорили. Однако сама жизнь подталкивала к новым формам сотрудничества. КГУ с Институтом физики связан исторически: его образованию и становлению в конце шестидесятых годов в немалой степени способствовал первый директор ИФ академик Леонид Киренский. Сибирская аэрокосмическая академия в свое время была создана при Красноярском машиностроительном заводе (Красмаше) как завод-вуз – чтобы специально для предприятий Сибири готовить кадры по специальностям, связанным с разработ-

кой и производством ракетно-космической техники. САА сегодня носит имя академика Михаила Решетнева – бывшего директора НПО прикладной механики, ближайшего соратника Сергея Королева. Рассказывают, что именно Решетнев первым обратил внимание на то, что в его объединении, выпускающем практически все спутники в СССР, кандидатов и докторов наук можно пересчитать по пальцам. До тех пор, пока использовался научный потенциал центра, это было не так уж и важно. Но к концу восьмидесятых стало ясно, что отраслевые вертикали начнут ломаться в первую очередь. И что время узких специалистов проходит – инженеру, связанному с наукоемким производством, необходимы глубокие фундаментальные знания. В то же время обладающие этими знаниями физики-теоретики достаточно слабо ориентировались в технике. В общем, идея объединения усилий в подготовке специалистов оказалась актуальной для всех.

Самое общее для промышленных предприятий края, САА и КГУ направление – материаловедение. В частности, космическое материаловедение. Сначала появилась межвузовская кафедра физики. Потом подключился Институт физики. А чуть позже – Красноярский государственный технический университет (КГТУ), у которого были свои этапы "большого пути" совместно с Институтом фи-



В космосе и на Земле

Мир переполняет множество радиоволн. Когда мы ловим любимую радиостанцию, то настраиваемся на определенную частоту: для этого в приемнике есть специальные устройства. В СВЧ-диапазоне с той же целью используются селективные устройства другого рода – микрополосковые резонаторы. На их основе в объединенной научно-учебной лаборатории микрополосковых устройств и СВЧ-диагностики материалов разработаны специальные фильтры, которые нашли применение в космосе, где без них просто невозможна связь, радиолокация, особенно бортовая.

Можно получить фильтр с такими же характеристиками, как у нас, но он будет больших габаритов. Можно получить фильтр таких габаритов, как у нас, но у него будут хуже характеристики. У нас вариант оптимальный, – считает заведующий лабораторией профессор Борис Беляев. И не без оснований. Ученые лаборатории разрабо-

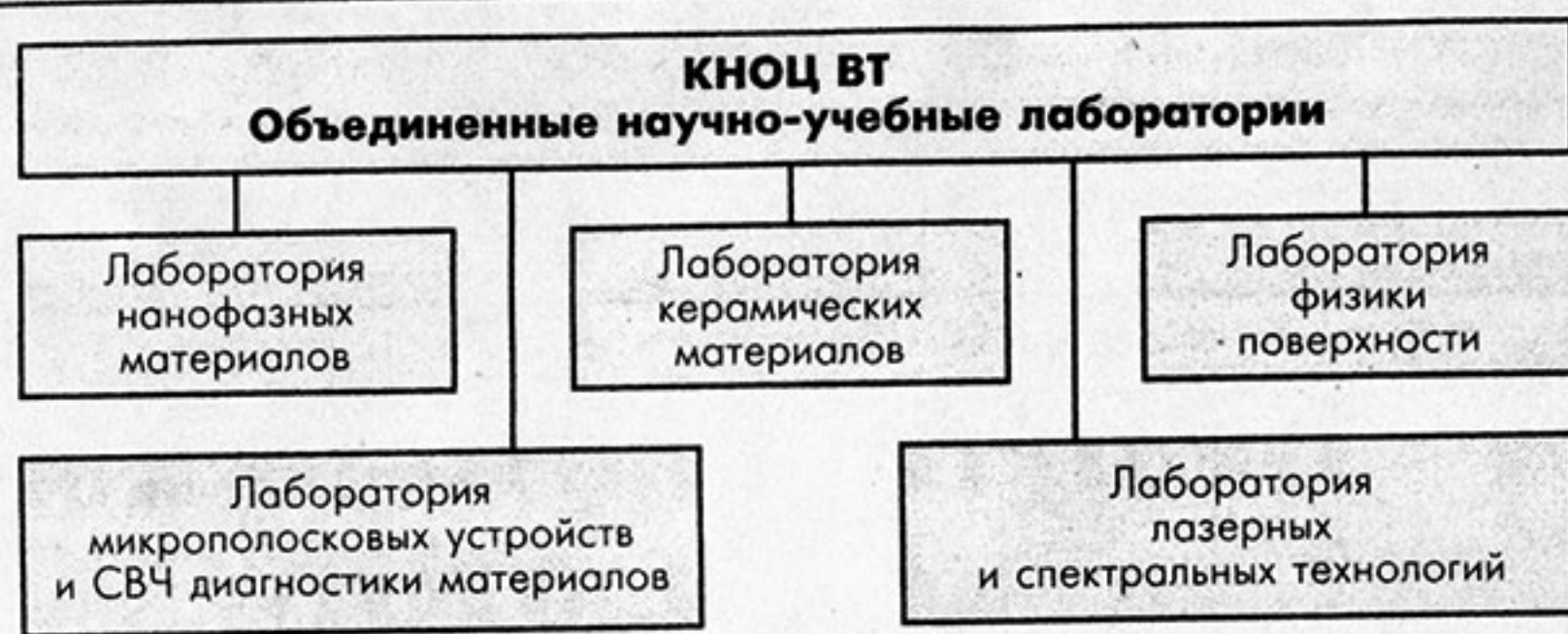
характеристике. Поэтому еще одно направление работ лаборатории – исследование материалов с помощью СВЧ.

СВЧ может помочь в любой области народного хозяйства, – рассказывает Борис Афанасьевич. С помощью СВЧ-датчиков можно мерить и толщину асфальта, и влажность грунта, и даже... жирность молока. Мы занимаемся измерением диэлектрической проницаемости различных материалов, в том числе и жидкостей. Результаты исследований неожиданно нашли практическое применение: по заказу совхоза "Солонцы" (это своеобразный научно-исследовательский институт по воспроизводству стад на территории Красноярского края и других регионов Сибири) мы изготовили датчики для оперативного – в несколько секунд! – измерения жирности молока. Частично за свой счет, частично – за счет совхоза. Такие датчики нужны сегодня фермерам, молокозаводам: в зависимости от содержания жира в молоке меняется техноло-

СТРУКТУРА

Красноярского научно-образовательного центра высоких технологий (КНОЦ ВТ)





зики: от первой лаборатории двойного подчинения (1985 г.) до Физико-технологического института ИФ СО РАН и КГТУ (1996 г.). Когда в 1997 году начала работать программа "Интеграция", Красноярский научно-образовательный центр высоких технологий вступил в нее уже действующей, работоспособной структурой, с богатым опытом сотрудничества вузов, НИИ и предприятий. И с уверенностью в том, что объединение через научные

пель-96", который позволяет конструировать фильтры, не прибегая к фотолитографии – сложной и дорогой технологии. На этапе проектирования приходится испытывать много промежуточных вариантов, поэтому технология должна быть доступной и недорогой. "Скальпель-96" позволяет с помощью компьютера рассчитать конструкцию фильтров, программу их синтеза. Активно занимается конструированием фильтров научная молодежь. Например, в прошлом году студенты КГТУ впервые теоретически и экспериментально исследовали две конструкции сверхширокополосных микрополосковых фильтров. Разработанные устройства миниатюрны, отличаются малым затуханием сигнала в полосе пропускания, высокой устойчивостью к большим уровням СВЧ-мощности.

Патентов уже больше тридцати. А если учесть заявки, поданные в последнее время, то и все сорок. Среди них много патентов на датчики, разработанные на основе микрополосковых элементов и высокочувствительные к нужной

гия изготовления сыров. У нас в стране сейчас используется химический метод измерения жирности молока, но он трудоемкий, не очень точный и уж никак не оперативный.

Путь к изобретениям, по словам профессора Беляева, примерно один и тот же – ставится задача – появляется идея – приходит решение. Одно из последних изобретений получено благодаря сотрудничеству с Пражским техническим университетом. Чешские ученые посетовали на трудность измерения степени механических напряжений в высокопрочных легированных сталях при обработке деталей на станке. Станок "мнет" материал, его прочность снижается... Приехавший к сибирякам пражский профессор увидел в лаборатории ценный прибор – сканирующий спектрометр ферромагнитного резонанса – и спросил, нельзя ли его использовать для измерения механических напряжений. Выяснилось, что напрямую нельзя. А косвенно – можно, и оказалось, очень даже успешно. Так было сделано еще одно изобретение – новый СВЧ-датчик...

Глубины поверхности

Поверхность с точки зрения физика – очень тонкий слой из нескольких атомных слоев вещества. По своим свойствам это фактически новый вид материала. Но чтобы получить чистую поверхность, необходим сверхвысокий вакуум, иначе в считанные секунды из остаточных газов образуется еще один слой. Иными словами, нужна сверхсложная аппаратура. И она у красноярских ученых есть.

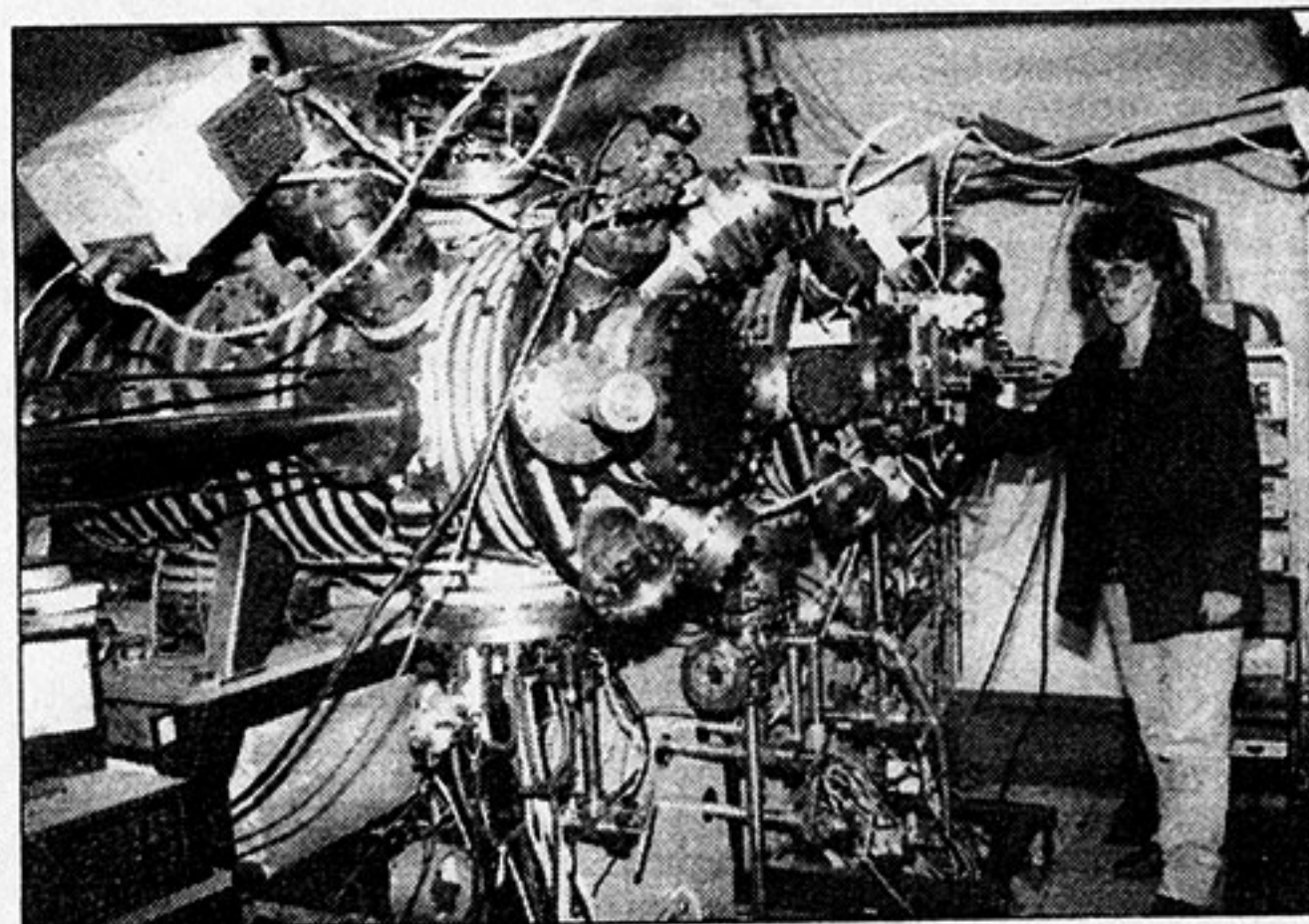
Современный этап физики поверхности начался с 60-х годов, – рассказывает заведующий объединенной научно-учебной лабораторией физики поверхности профессор Анатолий Паршин. – Предположим, для решения какой-то прикладной задачи требуется особый материал. Если раньше его просто выбирали по нужным свойствам из уже известных, то теперь подбирают состав и варьируют толщину атомных слоев различных полупроводников – и получают новый материал. Чередуя слои, имеющих свои особые механические и физические свойства, дает гигантский магниторезистивный эффект, который можно использовать в датчиках различных устройств, для записи информации на магнитных носителях.

Один из методов получения тонких пленок и многослойных структур – молекулярно-лучевая эпитаксия, то есть рост кристаллов вещества на монокристаллической подложке. В СССР центр таких исследований находился в Новосибирске, в Институте полупроводников СО РАН. Там и была разработана и изготовлена уникальная установка молекулярно-лучевой эпитаксии в сверхвысоком вакууме "Ангара", на которой сегодня вместе с учеными ИФ имеют возможность работать ученые, аспиранты и студенты трех вузов, входящих в Красноярский научно-образовательный центр высоких технологий, – КГУ, САА, КГТУ.

Для Института физики СО РАН изучение многослойных магнитных структур традиционно. Сам основатель ИФ академик Леонид Киренский занимался физикой тонких магнитных пленок, которые, в частности, находили применение в портативных элементах хранения информации в ЭВМ. Основные направления исследований объединенной лаборатории сегодня – фундаментальные и прикладные исследования в области физики поверхности и гра-

ниц раздела, развитие современных методов исследования поверхности твердых тел, технология получения многослойных структур полупроводниковых и магнитных материалов. И, конечно, – подготовка кадров. В лаборатории сегодня работают научные "дети" и "внуки" основателя института. Кстати, профессор Анатолий Паршин получал свой университетский диплом из рук самого Киренского. Это был первый выпуск Красноярского государственного университета. Собственно, в КГУ училось большинство сотрудников ИФ. Так что здесь интеграция совершенно органична.

На снимке: аспирантка проводит эксперимент на установке молекулярно-лучевой эпитаксии "Ангара".



Только факты

Сегодня в состав Красноярского научно-образовательного центра высоких технологий (КНОЦ ВТ) равноправными партнерами входят Институт физики СО РАН и три красноярских вуза: Государственный университет (КГУ), Государственный технический университет (КГТУ), Сибирская аэрокосмическая академия (САА).

КНОЦ ВТ был создан для того, чтобы готовить специалистов по-новому, объединив образовательный процесс с фундаментальными научными исследованиями в области высоких технологий.

Цель начального этапа работы – формирование и поддержка объединенных научно-учебных лабораторий.

Цель сегодняшнего этапа – укрепление связей с промышленными предприятиями региона.

Объединенные научно-учебные лаборатории с участием всех партнеров КНОЦ ВТ – особая форма интеграции. Сегодня в структуре центра пять таких лабораторий: нанофазных материалов, керамических материалов, физики поверхности, лазерных и спектральных технологий, микрополосковых устройств и СВЧ-диагностики материалов. Расположены лаборатории в основном в Институте физики СО РАН.

Основные направления научных исследований КНОЦ ВТ совпадают с утвержденным Правительством РФ в 1996 году "Перечнем новых приоритетов науки и техники" по разделу "Критические технологии федерального уровня".

КНОЦ ВТ сотрудничает с университетами Айовы (США), Тулузы и Ле Мана (Франция), Сарагосы (Испания), университетами Берлина и Бохума, Университетом Гумбольдта (Германия), с Чешским техническим университетом.

На пути к оптическому компьютеру

Некоторые выводы, к которым сегодня приходит наука, казались бы просто фантастическими, если бы не находили потом вполне реально-го практического применения. Что такое трехмерное пространство, знает любой школьник. А попробуйте себе представить пространство дробной размерности! И в самом деле - фантастика. Но, оказывается, эта фантастика напрямую связана с возможностью создания оптического компьютера, имеющего множество преимуществ перед обычным электронным.

В объединенную научно-учебную лабораторию лазерных и спектральных технологий, образованную на базе отдела оптики Института физики РАН, приходят студенты и аспиранты двух красноярских университетов - классического и технического. Они не просто выполняют лабораторные работы согласно учебному плану, но участвуют в исследованиях, что называется, на переднем крае науки. Одно из интереснейших направлений работы - изучение нелинейно-оптических свойств гидрозолей металлов с использованием основных идей и результатов сравнительно новой области физики - физики фракталов.

Рассказывает заведующий лабораторией профессор Виталий СЛАБКО:

- Слово "фрактал" удачно придумано ученым Мандельбротом с использованием двух слов: fraction - дробь и fracture - излом. Фрактал - это изломанный объект с дробной размерностью. Другое его отличительное свойство - самоподобие, то есть сколь угодно малая часть фрактала по своей структуре подобна целому, как ветка подобна дереву. Введение понятия "фрактал" позволяет выделить ранее скрытые закономерности в строении и свойствах природных объектов, имеющих неупорядоченную структуру. Примеров природных фракталов множество: деревья, облака, трещины в материале - все, что на первый взгляд не имеет закономерностей в своем строении. Но если описать фрактал, используя дробную размерность, закономерности проявляются, и даже дерево в принципе можно описать с помощью формул.

Мы изучаем физические, в частности оптические и нелинейно-оптические, свойства фракталов, образованных при агрегации малых металлических частиц в гидрозоле. Свойства очень интересные. Например, некоторые параметры нелинейной восприимчивости у фрактального агрегата на шесть порядков выше, чем у образующих его отдельных частиц. Этот факт был предсказан теоретически. Нам удалось доказать его верность экспериментально. На этом эффекте сможет работать оптический транзистор, основа оптического компьютера. Фрактальные кластеры (агрегации) некоторых других соединений могут использоваться для сверхплотной записи информации - так же, как на обычных CD-ROMах, только с другой системой кодировки: не с двоичной, а в цвете, что позволит увеличить плотность записи информации в десятки, сотни, а то и тысячи раз.

...Вполне вероятно, что эта задача окажется по плечу сегодняшним студентам, которые уже с третьего курса участвуют в таких серьезных исследованиях.

к подготовила **Наталья БУЛГАКОВА**

Углерод, да не тот

Коридоры Института физики безлюдны: конец рабочего дня. Но на базовой кафедре плазмохимических технологий КГПУ открывается неожиданная картина, просто кадр для кинофильма об ученых: вокруг стола, на котором хлеб и стаканы недопитого чая соседствуют с исписанными листами бумаги, - студенты, аспиранты. Отрываются от своих бумаг, улыбаются.

- Пойдемте! - заведующий кафедрой Григорий Чурилов выводит нас в соседнюю лабораторию и объясняет: - Обсуждаем возможную формулу нового биологически активного вещества - водорастворимого соединения фуллеренов на основе ацетилацетоната магния. Строго говоря, водорастворимыми биологически - активными веществами на основе фуллеренов мы занимаемся давно и в журнале "Доклады Академии Наук" одними из первых опубликовали информацию о таком иммуномодулирующем препарате, который нам удалось получить.

Начало интригующее. Продолжение оказывается не менее интересным.

- Еще девять лет назад фуллеренов на земле не было. Немецкий ученый В. Кретчмер с коллегами разработал метод получения фуллеренов в препаративных количествах. На основе метода Кретчмера мы нашли свой способ, используя самовыдувающуюся и самофокусирующуюся струю углеродной плазмы, которую мы научились получать для решения совсем других задач, и сегодня параметры нашей установки, пожалуй, превосходят все мировые аналоги.

Фуллерены - новая молекулярная форма углерода. Структура молекулы представляет собой объемную решетку из пятиугольников и шестиугольников, которые образуют замкнутую поверхность, в узлах этой решетки находятся атомы углерода. Кретчмер получил фуллерен в вакуумной установке, заполненной гелием при пониженном давлении, осуществляя электрическую дугу между графитовыми электродами. В образовавшейся саже содержалось 10-20 процентов нового вещества - фуллерена. Состав фуллеренов сложный: 90% - C_{60} и 10% - C_{70} . Красноярские ученые получают в фуллереновой смеси до 40% процентов C_{70} . Если учесть, что один грамм фуллерена C_{70} в 1994 году стоил 1600 долларов...

В лаборатории есть установка, позволяющая в обычном воздухе получать углеродно-плазменную струю до метра длиной. На ее основе и был разработан плазменно-химический реактор, в котором синтезируются фуллерены. Используется та же электрическая дуга, только осуществляется она высокочастотными токами. И не приходится вакуумизировать камеру, ге-

лия нужно сравнительно немного - в общем, способ на сегодняшний день оптимальный.

Когда дорогого и интересного для исследователей вещества в избытке, просто грешно не заниматься его изучением.

Получение водорастворимого соединения фуллеренов



на основе ацетилацетона имеет огромное прикладное значение - не случайно оно было признано одним из выдающихся достижений СО РАН в 1997 году. Исследования красноярских ученых показали, что это вещество обладает иммунокорректирующими свойствами. Проще говоря, на его основе можно получить противораковые и противовирусные препараты. Поиск таких веществ ведется сегодня во всем мире, но в основном они органического происхождения - выделяются из растений, из китового уса... Неорганических найдено очень мало.

В рабочую группу по синтезу и исследованию фуллеренов и других углеродосодержащих веществ входят доктор и кандидаты наук из различных областей естествознания: физики, химии, биохимии, медицины... И, конечно, студенты и аспиранты. Недавно у нас защитились сразу три аспиранта - из государственного университета и Института физики. Есть Соросовские студенты, один из аспирантов - Соросовский и "ельцинский" стипендиат.

- Часто спрашивают: как вам удалось организовать такую интеграцию? Это не мне удалось. - говорит Григорий Николаевич. - Дело в том, что создание противоракового препарата - задача, интересная для всех. Она объединяет даже таких некоммуникабельных людей, как ученые.