

## ПОЛИМЕРНЫЕ МОЛЕКУЛЫ, ИНТЕРНЕТ

## И ЗОНДОВАЯ МИКРОСКОПИЯ

**С**емь лет назад 26 февраля 2003 года в конце дня студенты физического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова Д. Черниченко, А. Самойлов, С. Голубев и Т. Малашенко завершили обработку результатов эксперимента физического практикума и были готовы к их сдаче преподавателю, аспиранту Е. Дубровину. Все выглядело вполне буднично, если бы не одно обстоятельство – в этот день было все новым и непривычным: и практикум, и сложный научный прибор, на котором проводились измерения, и сама лабораторная работа.

Практикум проводился на кафедре высокомолекулярных соединений в помещении 619 лабораторного корпуса А МГУ. Используемое оборудование состояло из многофункционального сканирующего зондового микроскопа "ФемтоСкан" и шести компьютеров, объединенных в общую сеть. Цель работы заключалась в изучении структуры тонкой полимерной пленки, образованной блоксополимером, молекулы которого состоят из двух блоков – полибутадиенового и полистирольного.

Если попытаться получить из двух полимеров (полибутадиена и полистирола) однородную смесь, ничего не получится, поскольку эти материалы не совместимы и не смешиваются, однако можно провести забавный трюк – химически "пришить" их друг к другу так, чтобы получилась единая молекулярная цепочка, одна часть которой состоит из полибутадиена, а другая – из полистирола. Как соседи по коммунальной квартире, они несовместимы, но вынуждены находиться вместе. Как ведут себя в этих условиях части молекул? Оказывается, что бутадиеновая и стирольная части пытаются оказаться в разных местах пространства. В результате в пленке блоксополимера формируются чередующиеся бутадиеновые и стирольные области, размер которых составляет десятки нанометров. В химии этот процесс называется нанофазной сегрегацией.

Наблюдательный читатель может резонно спросить, а как же четыре студента выполняли работу на одном приборе? Не слишком ли много участников для одного эксперимента? Вот мы и подошли к кульминационному моменту. Хотелось бы остановиться на описании прибора и того, кто и как его построил. Для этого следует вернуться еще на 13 лет назад. Именно 12 сентября 1990 года в Центральном административном округе Москвы было зарегистрировано малое научно-производственное предприятие "Центр перспективных технологий", глав-

ная и, практически, единственная задача которого состояла в разработке, создании и производстве сканирующих зондовых микроскопов (СЗМ). С таким основным профилем деятельности предприятие сумело преодолеть и обвал 1992 года и последующие трудные годы. Оно пережило и дефолт 1998, хотя в тот год рухнули многие, казавшиеся успешными, предприятия. Медленно, но неуклонно развиваясь, в 1999 году Центр начал выпуск новой уникальной модели СЗМ "ФемтоСкан", основное и главное отличие которого от всех остальных СЗМ состояло в возможности дистанционного управления им через Интернет. Практически сразу стало ясно – его преимущество не столько обеспечивает возможность удаленного технического обслуживания, сколько позволяет применять его в обучении интересующихся зондовой микроскопией студентов, аспирантов (рис.1).

Эту разработку с большим энтузиазмом поддержали заведующий кафедрой высокомолекулярных соединений химического факультета МГУ акад. РАН В.Кабанов и руководитель



Рис.1 Микроскоп "ФемтоСкан" готов трудиться и в практикуме, и на выставке



**Рис.2** Разговор о практикуме, конечно, шел и на нанотехнологическом форуме

Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере И.Бортник, лично приехавший на химический факультет, чтобы все увидеть своими глазами, поговорить с основными действующими лицами и убедиться, что разработка действительно стоящая и серьезная. Так, в 2003 году за номером 1837р/3679 от 03 февраля 2003 г. появился проект на выполнение ОКР "Разработка технологии открытого



**Рис.3** Все молодые сотрудники Центра перспективных технологий (участники выставки на форуме РОСНАНО) практикум по зондовой микроскопии уже успешно выполнили и смогли демонстрировать в работе многофункциональный СЗМ "ФемтоСкан" и атомные весы "БиоСкан"

экспериментального лабораторного интернет-практикума для высшего и среднего образования". Каждый делал свое дело. Кто помогал, кто обучал, кто строил.

Основным результатом реализации этого проекта стал действующий практикум, в котором экспериментальное обу-



**Рис.4** Об уникальных возможностях атомных весов журнал "Наноиндустрия" писал неоднократно. Теперь можно увидеть работу прибора и в практикуме, и на выставках

чение уже проходят студенты естественных факультетов МГУ (рис.2).

Занятия проходят следующим образом. Преподаватель настраивает микроскоп, устанавливает образец, осуществляет начальное сближение с ним зонда. Все остальные операции – выбор параметров и собственно сканирование – выполняют сами студенты по очереди, причем, когда один из них сканирует поверхность образца, все данные поступают через сеть Интернета на компьютеры других студентов, которые, не тратя время зря, могут заниматься обработкой экспериментальных данных, поскольку задач, которые им предстоит решить, много. В частности, необходимо оценить процентное содержание в полимере различных фаз; определить, сколько в нем бутадиена и сколько стирола; измерить упругие свойства тонкой пленки, определить модуль Юнга для локальных бутадиеновых и стирольных областей; исходя из результатов наблюдений, оценить длину цепочки одной молекулы блоксополимера (рис.3).

Обсуждая проект, можно утверждать, что его реализация – удачный пример сотрудничества образовательного учреждения, государственного фонда и малого инновационного предприятия. Седьмой год подряд в практикуме идут занятия со студентами, получающими новые экспериментальные навыки. В 2005 году в помещении практикума начались и лекционные занятия. Читается курс "Введение в экспериментальную нанотехнологию".

Основной итог проведенной работы – новые возможности в обучении студентов универсальному аналитическому методу исследования материи – СЗМ (рис.4).

Прошло 20 лет с момента создания Центра перспективных технологий. 2 февраля 2010 года проект Центра по расширению существующего производства измерительно-аналитического оборудования для нанотехнологий в сфере материаловедения, биологии и медицины был одобрен Наблюдательным советом Российской корпорации нанотехнологий. Понимая, что нельзя останавливаться, коллектив Центра уже поставил

перед собой новую задачу – строительство дизайн-центра, необходимого для разработок, конструирования и высокотехнологичного производства для быстрой реализации новых идей в виде готовой продукции – широкого спектра приборов для наноаналитики и нанотехнологий.

Очень хочется надеяться, что вся деятельность центра, как и ряда других подобных организаций помогает дать положительный ответ на вопрос: "Есть ли шанс у российской нанотехнологии на поступательное развитие?". Конечно, очень хочется ответить: "Да", но это произойдет только при честном, открытом и энергичном участии всех сторон. И обязательно при мудрости тех, кто формирует этот процесс.

*Благодаря фонду, основанному И.Бортником, в университете был дан значительный импульс развитию экспериментальной нанотехнологии. Образно говоря, деятельность этого замечательного человека оказалась сродни благодарному труду землепашца, который бережно положил в землю зернышко и в результате получил зеленый стебель. 9 мая 2010 года Ивану Михайловичу Бортнику исполнилось 70 лет. Хочется от всей души поздравить с днем рождения и пожелать здоровья и успехов этому неутомимому труженику. И в больших делах, и в малых начинаниях нам так нужны победы, и Иван Михайлович всегда настраивал и направлял нас на успех, на победу. Спасибо и низкий Вам поклон!*

## **Нанотехнологии. Наука, инновации и возможности**

**Л. Фостер**

М.: Техносфера, 2008.

– 336 с.

ISBN 978-5-94836-161-1

Цена: 420 р.



В предлагаемой книге авторы - известные ученые и бизнесмены, занимающиеся теоретическими и практическими проблемами нанотехнологий, - описывают состояние дел и перспективы их развития на ближайшее десятилетие, а также возможное воздействие нанотехнологий на глобальные процессы.

Книга предназначена для широкого круга читателей: научных работников, специалистов, а также студентов профильных учебных заведений.

### **Как заказать книги?**

По почте: 125319, Москва, а/я 91

По тел./факсу: (495) 956-3346, 234-0110

E-mail: knigi@technosfera.ru

sales@technosfera.ru