



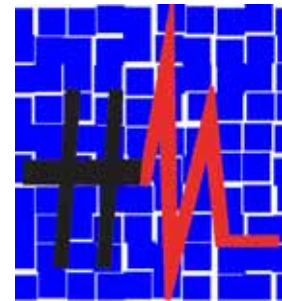
Факультет  
Наук о Материалах  
МГУ им. М.В.Ломоносова

# НАНОМЕТР

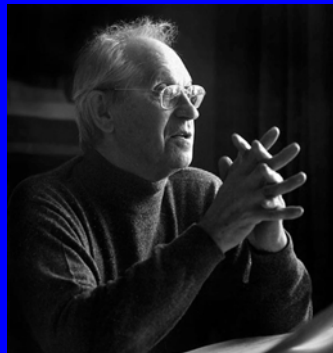
Информационный бюллетень

[www.nanometer.ru](http://www.nanometer.ru)

№ 1 (июль 2006)



(495)-939-20-74 (тел.)  
(495)-939-09-98 (факс)



## Уважаемые читатели!

Перед Вами первый номер информационного бюллетеня «Нанометр», который предполагается выпускать регулярно, отражая в нем наиболее важные и интересные события из жизни студентов, аспирантов и преподавателей факультета наук о материалах МГУ. Название бюллетеня призвано подчеркнуть наши научные приоритеты, связанные с развитием нанотехнологий, которые способны произвести в наступившем XXI веке такую же революцию в манипулировании материей, какую в прошлом веке произвел компьютер в области информации, ядерные технологии – в области энергетики и биоинженерия – в области медицины.

Бюллетень рассчитан на всех, кто интересуется современным состоянием дел в области наук о материалах и нанотехнологий, призванных повысить престиж материаловедов – исследователей новой формации в нашей стране и удовлетворить растущие потребности российской науки, техники и промышленности в современных специалистах мирового уровня.

*Академик РАН Ю.Д.Третьяков*

### ХРОНИКА

- 17-19 мая делегация ФНМ МГУ по приглашению Президента НАН Украины академика Б.Е.Патона ознакомилась с ведущими академическими институтами Киева, участвующими в выполнении Национальной программы по нанотехнологии. 19 мая декан ФНМ акад. Ю.Д.Третьяков выступил с публичной лекцией перед студентами и сотрудниками Киевского национального университета на тему «Дизайн новых наноматериалов».
- 24 мая общее собрание РАН избрало действительным членом РАН Генерального директора ВИАМ Е.Н.Каблова, являющегося по совместительству профессором ФНМ МГУ. Членом-корреспондентом РАН по специальности «Наноматериалы и нанотехнологии» избран заместитель декана ФНМ д.х.н. Е.А.Гудилин, за кандидатуру которого на собрании Секции было подано 64 голоса (из 69).
- 9 июня 2006г. на VIII съезде ректоров РФ заслушан доклад Ю.Д. Третьякова «Инновационные образовательные технологии на примере фундаментального материаловедения». В обсуждении доклада приняли участие ректор МГУ акад. В.А. Садовничий и министр А.А.Фурсенко.
- 25-27 июня проведены переговоры с руководством АвтоВАЗ о сотрудничестве с ФНМ МГУ в области образования.
- 30 июня на ФНМ МГУ прошло заседание Секции «Химия, физика и механика материалов» УМО по классическому университетскому образованию РФ с обсуждением путей реализации Национальной Программы «Образование».
- 28 июня в г.Москве состоялось рабочее совещание представителей региональных центров наноиндустрии, учредившее Российскую Ассоциацию Наноиндустрии.

### Политика редакционной коллегии

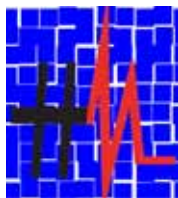
#### **НАНОМЕТР** рассчитан на публикацию

- личных мнений ведущих ученых РАН и представителей ВУЗов о развитии науки в РФ;
- кратких сообщений студентов, аспирантов и их научных руководителей о последних экспериментальных достижениях в области наноматериалов и нанотехнологий;
- объявлений о защитах дипломных работ и диссертаций в области наноматериалов;
- данных о возможностях оборудования Центров коллективного пользования и Научно-образовательных центров с целью обеспечения заказов на выполнение исследовательских работ;
- уникальных фотографий из микро- и наномира современных материалов;
- новостей с конференций, объявлений о конференциях, премиях, грантах, школах;
- дайджестов последних мировых новостей в области развития нанотехнологий;
- запросов на стажировку студентов ВУЗов в академических и отраслевых институтах РАН;
- списка имеющихся вакансий и предложений о временной или постоянной работе для выпускников ФНМ в институтах РАН и на фирмах.

**НАНОМЕТР** представляет собой форум, среду взаимовыгодного общения и для академиков, и для студентов – для всех, кто работает в области современного материаловедения. Мы открыты для публикации Ваших материалов и надеемся, что наша работа будет эффективнее благодаря Вашей помощи.

**Мы будем рады услышать Ваши пожелания по тел. 939-20-74, получить по факсу 939-09-98**

**или по электронной почте**  
[goodilin@inorg.chem.msu.ru](mailto:goodilin@inorg.chem.msu.ru)



• В период с 27 по 29 июня 2006 года в Санкт-Петербурге состоялась Вторая Международная конференция «Structural Chemistry of Partial Ordered Systems, Nanoparticles and Nanocomposites» («Структурная химия локально неупорядоченных систем, наночастиц и нанокompозитов»), организованная Институтом химии силикатов РАН при поддержке Европейского и Российского керамических обществ. В конференции приняли участие свыше 150 химиков, физиков, материаловедов из 17 стран мира (России, Германии, Украины, Японии, Белоруссии, Англии, Италии, Ю.Кореи и др.), работающих в области нанонауки. Факультет наук о материалах МГУ, для которого разработка наноматериалов сейчас является приоритетным направлением деятельности, делегировал на конференцию солидную команду из 14 студентов, аспирантов, преподавателей, представивших 2 пленарных, 2 устных и 13 постерных докладов.

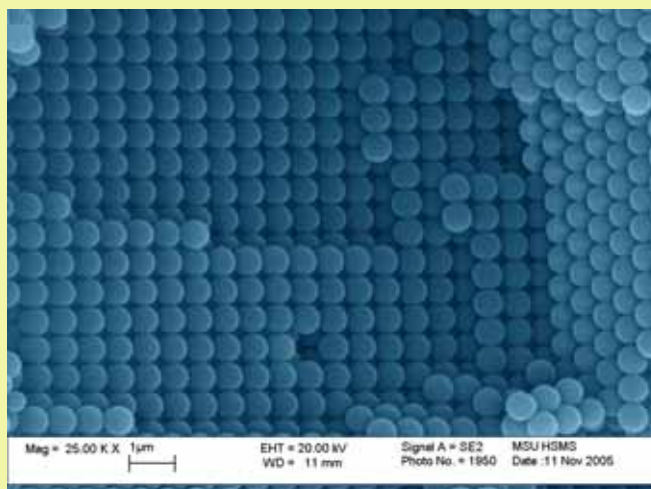
• 13-16 июня 2006г. в городе Черногловка проходило 8-е Международное совещание «Фундаментальные проблемы ионика твердого тела», на котором Ю.Д.Третьяков выступил с приглашенным докладом «Материалы на основе сложных оксидов со смешанной ионно-электронной проводимостью». Студентами и аспирантами ФНМ МГУ было представлено пять стендовых докладов; в рамках конференции активно обсуждались вопросы наноионики твердого тела, водородной энергетики, создания новых поколений топливных элементов.

• Работа конференции **StructChem 2006** проходила в рамках 6 секций: структура и свойства, теоретические и экспериментальные исследования; формирование наночастиц, нанокompозитов и частично упорядоченных систем; структура и особенности наносистем природного происхождения; аналитические методы исследования; применение; нанотехнологии в области биологии и медицины.



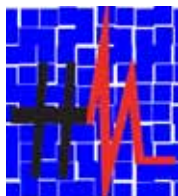
Фрагмент доклада акад. РАН Ю.Д.Третьякова и чл.-корр. РАН Е.А. Гудилина

• Декан ФНМ МГУ академик Ю.Д. Третьяков представил пленарный доклад «Взгляд на новые наноматериалы», в котором они сделали обзор работ, выполняемых в настоящее время на Факультете наук о материалах и кафедре неорганической химии Химического факультета МГУ. В докладе было рассказано об углеродных нанотрубках, цеолитах, мезопористом оксиде кремния, слоистых двойных гидроксидах, а также о магнитных и полупроводниковых композитах на основе вышеперечисленных соединений. Большое внимание авторы уделили принципам получения композитов со структурой, контролируемой на наноуровне.



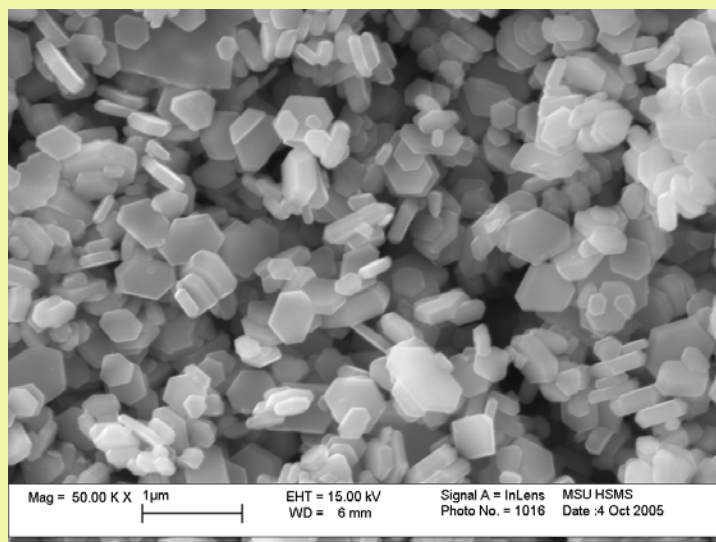
Фотонные кристаллы из полистирольных микросфер

• Интерес вызвали и доклады, сделанные молодыми сотрудниками ФНМ. Аспирант А.Синицкий представил доклад «Многофункциональные фотонные кристаллы, полученные методом самосборки и темплатного синтеза», в котором сообщалось о получении фотонных кристаллов с запрещенной зоной в области видимого света.



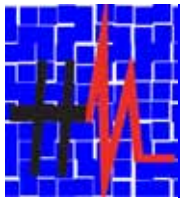
**Круглый стол молодых ученых в лаборатории физикохимии наноразмерных систем Института химии силикатов РАН**

В качестве таких материалов выступают люминесцентные фотонные кристаллы на основе соединений  $\text{Eu}^{3+}$ ,  $\text{Tb}^{3+}$  и  $\text{Er}^{3+}$ , электрохромные фотонные кристаллы на основе оксидов ванадия или вольфрама.



**Магнитные частицы гексаферрита стронция**

- В докладе ассистента ФНМ Д.Д. Зайцева «Синтез магнитных композитов на основе  $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$  из оксидных стекол» были приведены результаты, позволившие получить nano- и субмикронные композиты с контролируемыми размерами и формой частиц гексаферрита и с рекордной для ферритов коэрцитивной силой – свыше 10 тыс. эрстед.
- Вечером второго дня конференции был организован круглый стол молодых ученых, совмещенный с экскурсией по лаборатории физикохимии наноразмерных систем Института химии силикатов РАН. Помимо гостеприимных хозяев в круглом столе участвовали молодые сотрудники и аспиранты Факультета наук о материалах МГУ, ознакомившие присутствующих с новыми проектами, появившимися в рамках программы «критических технологий», аспиранты кафедры неорганической химии Воронежского государственного университета и представители Института химии и химической технологии СО РАН (г. Красноярск). В ходе встречи хозяева рассказали о направлениях своей работы, среди которых можно выделить синтез наночастиц различного состава и морфологии, изучение фазовых равновесий в двух- и трехкомпонентных системах (в том числе и дисперсных), синтез неорганических материалов (включая жертвенные материалы для системы безопасности АЭС). Участниками круглого стола были намечены возможные направления и формы сотрудничества.



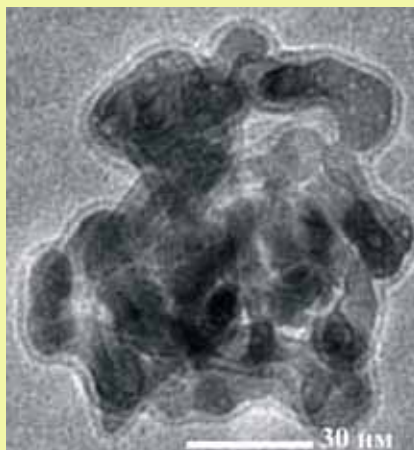
## ХРОНИКА

- 20 июня проведена встреча инициативной группы ФНМ МГУ с руководством фирмы «Бакор» - одного из крупнейших российских производителей керамических изделий и материалов. В качестве отдельного вопроса обсуждено взаимодействие в образовательной области, в частности, создание курсов повышения квалификации, совместное использование аналитического и синтетического оборудования, стажировки студентов на фирме «Бакор», возможное обеспечение рабочими местами выпускников ФНМ МГУ.

- МГУ активно участвует в программах академического обмена студентами и аспирантами по программам немецкой службы академических обменов (DAAD). В июне 2006 г. состоялась поездка аспиранта ФНМ МГУ в Университет г. Бохума (ФРГ) в рамках программы Эйлера для выполнения работ по исследованию магнитных наночастиц для медицинских применений с использованием просвечивающей электронной микроскопии. Кроме того, с 3 июля в течение двух недель 14 студентам и аспирантам ФНМ и Химфака МГУ предстоит пройти ознакомительную практику в Германии с посещением различных университетов и фирм, производящих различные материалы, и научно-исследовательских центров в 8 городах Германии. Помимо этого, студенты и аспиранты выступают с научными докладами на конференциях, в которых познакомят немецких коллег с результатами своей научной работы в лабораториях Московского университета. Данная поездка расширит кругозор ее участников, позволит им завязать международные научные связи, познакомиться немецких коллег с системой подготовки материаловедов-исследователей в МГУ.

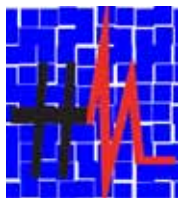
- На факультете наук о материалах МГУ им. М.В. Ломоносова (ФНМ МГУ) завершилась **научно-исследовательская практика** (НИП) студентов 5 курса. В соответствии с учебным планом ФНМ в течение 10-го семестра (15 недель, по 20 часов в неделю) 23 студента выполняли научно-исследовательскую работу в семи Институтах РАН (ИОНХ, ИПХФ, ИХФ, ИФХ, ИНЭОС, ИФХПКМ, ИМЕТ), двух отраслевых институтах (ВИАМ, НИФХИ), одном ВУЗе (МАТИ), Аналитическом центре Практик-НЦ и четырех университетах Германии (Humboldt University of Berlin, RUHR – University of Bochum, Deutsches Elektronen-Synchrotron (DESY), Berliner Elektronenspeicherring-Gesellschaft für Synchrotronstrahlung (BESSY)). Тема НИП полностью определялась принимающей стороной и не должна была быть связанной с тематикой научной работы в МГУ. Для проведения НИП в учебном расписании ФНМ было отведено три дня в неделю, в течение которых студенты находились в исследовательских учреждениях, к которым они были приписаны на время прохождения практики.

- Прохождение научно-исследовательской практики в независимых от МГУ научных подразделениях позволило студентам опробовать свои силы в новых для них тематиках, получить опыт адаптации в новых научных коллективах, а также освоить новые методы синтеза и исследования функциональных материалов. Часто принимающие организации обладали недоступным в МГУ оборудованием, что во многих случаях дало возможность студентам определить новые направления исследований по совместным тематикам и непосредственно самим установить научные связи с новыми исследовательскими группами. Помимо перечисленных выше итогов научно-производственная практика позволяла студентам ФНМ МГУ найти потенциальных работодателей, установить научные контакты для формирования будущих коллективов для совместной подачи научных грантов и т.д.



Наночастицы  $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$

- Строгий контроль прохождения практики (2 промежуточных отчета в ходе семестра, итоговый отчет на комиссии ФНМ) позволяет оценивать эффективность научной работы студентов на всех этапах НИП. В целом, по результатам НИП студентами и их научными руководителями в принимающих учреждениях подготовлено (или готовится к публикации) 12 совместных научных статей. Результаты, полученные в ходе НИП, к настоящему моменту представлены на 10 научных конференциях, готовится еще 14 докладов. Важно отметить и участие студентов в 3 проектах критических технологий РФ. Кроме того, в рамках НИП разработан технологический процесс формирования биосенсоров на уровень лактозы в крови (Большаков И. А., аналитическая лаборатория «Практик-НЦ»).



## ХРОНИКА

• 22 июня 2006 г. в Научном парке МГУ им. М.В. Ломоносова был проведен круглый стол "Перспективы молодых ученых: конкурсные мероприятия Роснауки", который был организован Федеральным агентством по науке и инновациям при участии Министерства образования и науки РФ. Актуальность проведения такого собрания вызвана тем, что с 2007 г. (по 2012 г.) начнет осуществляться новая Целевая научно-техническая программа, финансирование мероприятий которой будет увеличено уже в 2007 году до 12 млрд. рублей. Это означает, что общий объем финансирования программы увеличится практически в полтора раза.

При этом финансовая поддержка молодых научных кадров будет удвоена. Так индивидуальные гранты для молодых докторов и молодых кандидатов наук (а также молодых ученых и преподавателей без ученой степени) увеличатся в 1,5 раза.

Будет объявлен конкурс коллективов молодых ученых (до пяти человек) с финансированием 1,2 млн. руб./год (150 проектов) и конкурс индивидуальных грантов для студентов (50-60 тыс. руб./год, 900 проектов) и для аспирантов (100 тыс. руб./год, несколько меньше число проектов).

Сохранятся в полном объеме проекты для стажировок молодых ученых и преподавателей, как в зарубежных, так и российских научных центрах.

Планируется значительно увеличить число стажировок для студентов старших курсов и аспирантов.

Сейчас в Роснауке рассматривается вопрос о создании в регионах координационных центров, призванных оказывать студентам и аспирантам организационную поддержку для участия в мероприятиях новой программы.

Первые объявления о конкурсах 2007 года могут появиться уже в ноябре, с тем, чтобы заявки начали поступать в декабре 2006 и январе 2007 года.

Основной вопрос, обсуждавшийся на заседании Секции «Химия, физика и механика материалов» Учебно-методического объединения по классическому университетскому образованию РФ 30 июня 2006 г., был связан с реализацией программы «**Инновационный Университет**» на ФНМ МГУ. С докладом по этой теме выступил заместитель декана по учебной работе ФНМ Е.А. Гудилин. В рамках Программы:

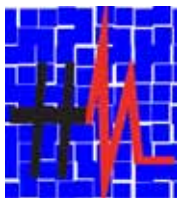
- издан сборник типовых положений «Бально-рейтинговая система и взаимодействие с работодателями (вып. 1)», включающий в себя опыт использования рейтинговой системы на ФНМ МГУ, а также положения о рейтинговой системе, курсовых, квалификационных и дипломных работах, проведении научно-студенческих конференций, научно-исследовательской практики и типовое положение о сотрудничестве с российскими фирмами-работодателями в образовательной сфере (часть тиража была роздана на заседании членам секции УМО «Химия, физика и механика материалов» для дальнейшего обсуждения) (**материалы можно заказать по адресу [goodilin@inorg.chem.msu.ru](mailto:goodilin@inorg.chem.msu.ru)**);



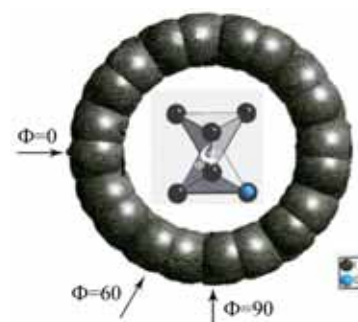
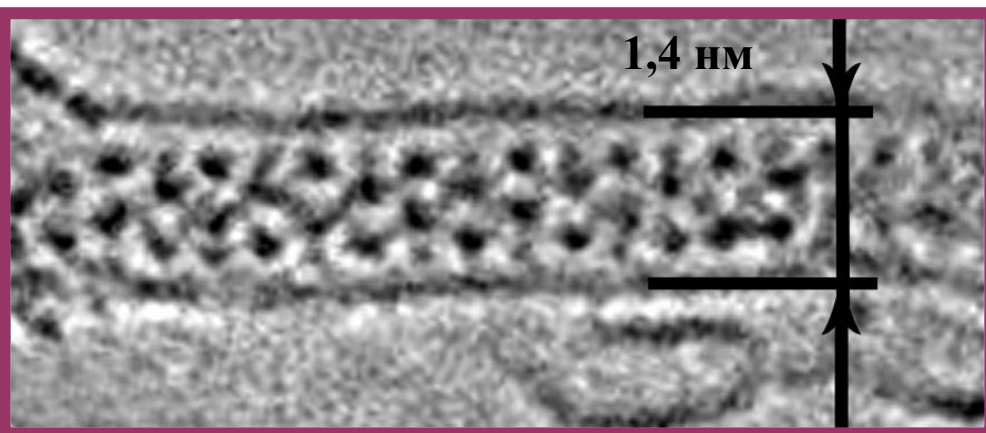
- изданы иллюстративные материалы «Красная книга микроструктур новых функциональных материалов. Вып.1. Наноструктурированные материалы». Книга представляет собой фотоальбом (с комментариями) уникальных микроструктур, полученных в ходе выполнения научных исследований студентами и аспирантами Факультета наук о материалах на оборудовании Центра коллективного пользования МГУ, а также при разработке медиапрезентационных материалов для подготовки бакалавров и магистров по направлению 020900 «Химия, физика и механика материалов». Материалы могут быть использованы преподавателями ВУЗов для чтения лекций и проведения занятий в области наноматериалов и нанотехнологий, а также студентами и аспирантами как методические материалы к подобным курсам лекций (**книгу можно заказать по адресу [yudt@inorg.chem.msu.ru](mailto:yudt@inorg.chem.msu.ru)**).

- изданы тезисы летней конференции студентов и аспирантов ФНМ МГУ, включая отчеты о квалификационных бакалаврских работах и научно-производственной практике в институтах РАН студентов 5 курса.

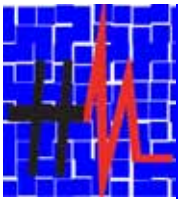
Члены секции УМО приняли участие в заседании ГАК по защите квалификационных работ бакалавра студентами 4-го курса ФНМ МГУ, после которого прошел обмен мнениями о защитах. Выступили: проф. Э.П. Домашевская (Воронежский ГУ), проф. В.П. Сахненко (Ростовский ГУ), проф. А.М. Тойка (Санкт-Петербургский ГУ), которые дали высокую оценку научному уровню заслушанных бакалаврских работ, подготовке защищавшихся студентов и высокой требовательности членов ГАК.



- Одной из интересующих исследователей в области нанотехнологий тем продолжают оставаться углеродные нанотрубки. Однако использование этого материала в наноустройствах затрудняется сложностью разделения трубок, обладающих различными размерами и хиральностью и, как следствие, проявляющих различные свойства. Решить эту проблему попытались исследователи Rice University (Техас, США). Ими было проведено разделение нанотрубок по размеру путем пропускания суспензии нанотрубок в жидкости через камеру длиной 30 см и глубиной 0,25 мм. В нижней части камеры располагали микроэлектроды, между которыми подавали малое напряжение для удержания проводящих трубок. Для осаждения нанотрубок использовали разность потенциалов между нижней и верхней поверхностями камеры. Было показано, что нанотрубки, проявляющие металлические свойства, более подвержены влиянию электрического поля, что выражалось в их оседании на нижних электродах. В отличие от металлических, полупроводниковые нанотрубки не собирались на электродах. Тем не менее, вертикальное напряжение позволило пространственно разделить фракции трубок различных размеров. Специальная форма камеры и разная скорость потока раствора в разных частях позволили получить на выходе последовательно различные фракции нанотрубок.
- Другим направлением развития электронных устройств на основе углеродных нанотрубок является контролируемое внедрение дефектов, что позволяет направленно менять их электронную структуру. Моделирование внедрения димеров углерода в одностенные нанотрубки, проведенное в U.S. Department of Energy's Argonne National Laboratory, показало возможность образования устойчивых дефектов, симметричных относительно оси трубки.
- Необычные электронные свойства нанотрубок были использованы учеными университета Тель-Авива (Израиль) для создания нейросетей на основе нервных клеток крысы. Для создания связей клетки были соединены пучками нанотрубок длиной от 100 микрометров. Таким образом, удалось создать кластеры на кварцевой подложке, состоящие из 20-100 нейронов, соединенных между собой мостиками из нанотрубок. Исследователи наблюдали рост дендритов и аксонов, соединяющих нервные клетки между собой, вдоль пучков нанотрубок. Подобная кластерная структура достаточно устойчива, о чем свидетельствует высокое время жизни клеток (порядка 11 недель).



**«Прокрустово ложе».** На рисунке выше представлена микрофотография одностенной углеродной нанотрубки, заполненной «нанокристаллом» CuI, и гипотетическая модель структуры одномерного нанокристалла CuI при  $\Phi=0^\circ$  (просвечивающая электронная микроскопия высокого разрешения). Синтез нанотрубок выполнен А.В. Крестининым (ИПХФ РАН); синтез нанокompозита осуществлен М.В. Чернышевой, А.А. Елисеевым и А.В. Лукашиным (ФНМ МГУ), изображение получено Н.А. Киселевым (ИК РАН) и J.L. Hutchison (University of Oxford) на приборе FEI Titan в Оксфорде; модель разработана Р.М. Закалюкиным (ИК РАН).



Новые, прорывные направления в развитии микроэлектроники в ближайшем будущем могут быть связаны с работами по спинтронике, предполагающей создание микроэлементов (переключателей, вентилях, ячеек памяти), работающих на принципах управления магнитными свойствами электронов, а также с работами по фотонике, предполагающей все более широкое внедрение сверхбыстродействующих оптических элементов взамен электронных. Легированный кобальтом диоксид титана -  $Ti(Co)O_2$  является в этом плане уникальным материалом, в котором достаточно высокая оптическая прозрачность и высокий коэффициент оптического преломления могут сочетаться с проводимостью и ферромагнетизмом при комнатной температуре. Не случайно, поэтому диоксид титана привлекает в последнее время все большее внимание специалистов, работающих как в области спинтроники, так и в области фотоники.

В кристаллическом диоксиде титана может быть растворено до 10 мол.% CoO. Однако многие детали поведения кобальта в  $TiO_2$  остаются пока неясными. Неясна, прежде всего, сама природа возникающего при введении кобальта ферромагнетизма. Возможно, все дело заключается в том, что кобальт распределяется по кристаллу неоднородно, образуя микроскопические магнитные включения. Такая точка зрения недавно была подтверждена в работах, выполненных на Факультете наук о материалах МГУ, вслед за группой Кима и др. из Кореи. Обнаружилось, что магнитными свойствами  $Ti(Co)O_2$  можно управлять, проводя его отжиг в различной атмосфере. При этом отжиг в вакууме приводит к восстановлению части оксида кобальта и его выпадению в виде магнитных металлических нановключений. При отжиге же в кислороде происходит обратный процесс, сопровождающийся исчезновением ферромагнетизма.

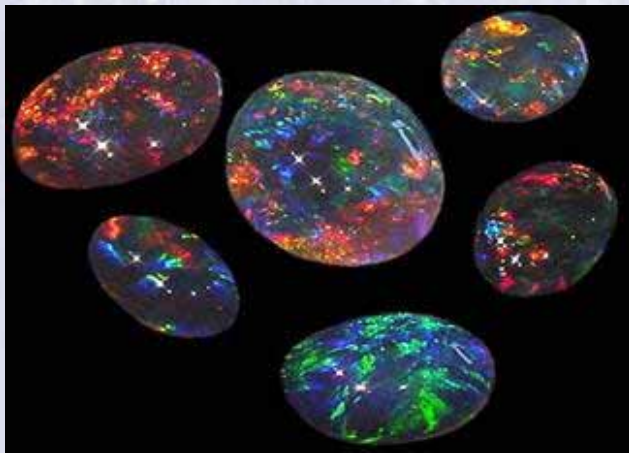


Рис.1. Фотография природных опалов

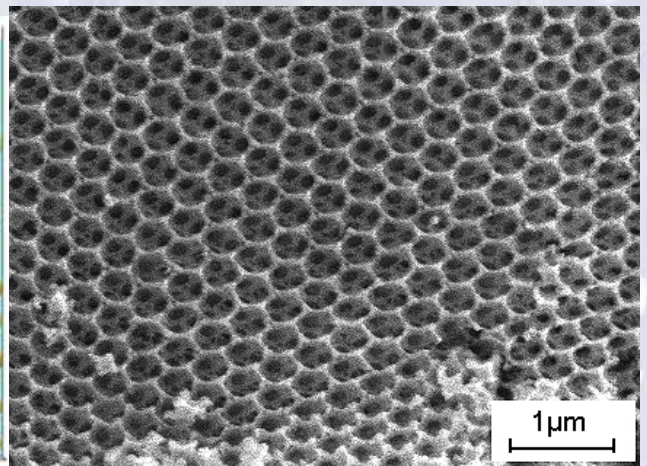
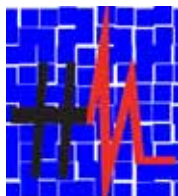


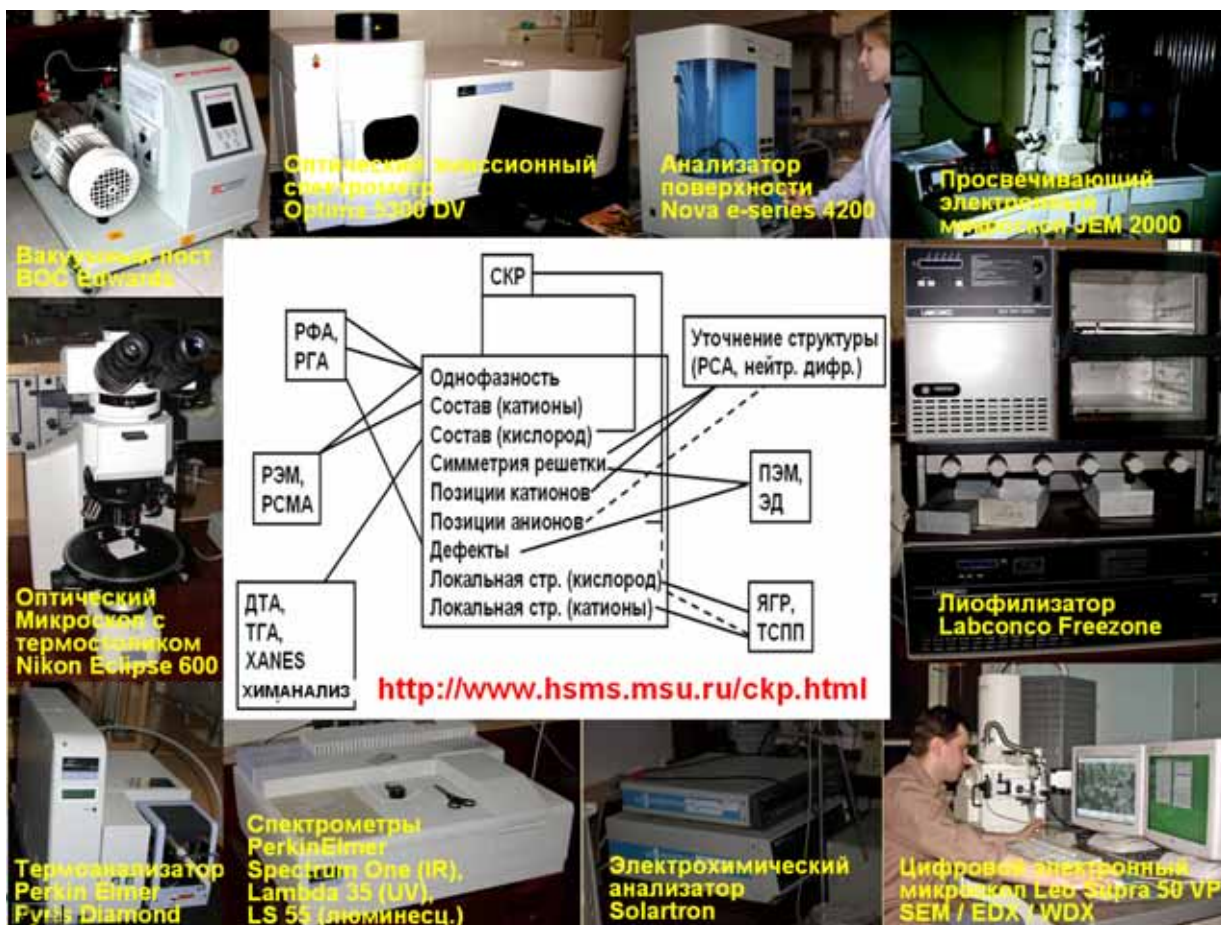
Рис. 2. Рис. 3. Фотонный кристалл из  $TiO_2$ , имеющий упорядоченную систему сферических пор

Как оптически прозрачный магнитный материал,  $Ti(Co)O_2$  позволяет создавать магнитооптические устройства, управляющие плоскостью поляризации света. Дополнительные возможности здесь могут быть связаны с созданием в данном материале периодической системы полостей или иных неоднородностей с периодом, сопоставимым с длиной волны света. Подобные структуры называются в настоящее время фотонными кристаллами. В отличие от кристаллов в обычном смысле этого слова их структурными элементами являются не атомы, а многоатомные образования типа шариков или полостей размером порядка нескольких десятых микрона. Природными фотонными кристаллами, состоящими из периодически расположенных в стеклообразной матрице сферических кристалликов кварца, являются опалы. С дифракцией на упорядоченной структуре кварцевых кристалликов связана неповторимая игра света, наблюдающаяся для благородных опалов (рис.1). Самый простой путь получения искусственных фотонных кристаллов - осаждение суспензии сферических частиц  $SiO_2$  или полистирола (рис.2). Благодаря наличию некоторого заряда на поверхности частиц они осаждаются упорядоченным образом, образуя в идеале гранцентрированную кубическую структуру. В фотонном кристалле возникают многократные отражения света от образующих его структурных элементов (шариков или полостей), приводящие к удлинению оптического пути, замедлению скорости распространения света и усилению его взаимодействия с веществом. В силу этого магнитооптический элемент, построенный на основе фотонного кристалла, будет работать на порядки более эффективно, чем на обычном материале. Возвращаясь к диоксиду титана, заметим, что, благодаря высокому коэффициенту преломления, из него можно сделать очень сильный фотонный кристалл. Работы в этом направлении ведутся в разных лабораториях мира. На рис.3 показано полученное с помощью электронного микроскопа изображение фотонного кристалла из  $TiO_2$ , изготовленного на Факультете наук о материалах МГУ. Метод синтеза был многостадийным. Первая стадия включала изготовление некоего прототипа (темплата) будущего кристалла путем осаждения частиц полистирола (как показано на рис.2), затем полости полученного темплата пропитывались жидким бутилатом титана  $Ti(OC_4H_9)_4$ , а последующий его гидролиз приводил к образованию  $TiO_2$ . На последней стадии полистирольные шарики выжигались, и получался фотонный кристалл, состоящий из диоксида титана с упорядоченной системой сферических пор. Вопрос о синтезе аналогичного кристалла с кобальтом, который мог бы иметь магнитооптические свойства, в настоящее время находится на стадии проработки.



# ОБОРУДОВАНИЕ

8



Центр коллективного пользования МГУ "Технологии получения новых наноструктурированных материалов и их комплексное исследование" (отделение ФНМ). Центр оснащен самым современным оборудованием, предназначенным для решения широкого спектра исследовательских задач. **Микроскопическое оборудование:** просвечивающий электронный микроскоп JEM-2000 FXII (JEOL); сканирующий электронный микроскоп высокого разрешения Supra 50VP (LEO) с системой микроанализа INCA Energy+ (Oxford); металлографический микроскоп Eclipse 600pol (Nikon); инверсионный оптический микроскоп METAM PB-21 (ЛОМО), атомно-силовой микроскоп «Интегра». **Рентгеновское оборудование:** порошковый дифрактометр STADI P STOE; монокристалльный дифрактометр CAD-4 (ENRAF); порошковая камера-монокроматор FR-552 (ENRAF-NONIUS), высокотемпературный дифрактометр (Rigaku). **Электрофизические измерения:** установка для измерения температурной зависимости сопротивления материалов; установка для измерения комплексной магнитной восприимчивости SCC (APD Cryogenics); весы Фарадея; SQUID-магнетометр, электрохимическая система: потенциостат Solartron 1287/анализатор частот Solartron 1255B. **Термоаналитическое оборудование:** комплекс дифференциально-термического (ДТА) и термогравиметрического (ТГА) анализа Diamond TG/DTA (Perkin-Elmer) и термоанализаторы (Perkin-Elmer TG7, DSC STA-409, Pyris Diamond). **Спектроскопическое оборудование:** УФ-видимый спектрофотометр Lambda 35 (Perkin-Elmer); ИК-спектрофотометр Spectrum One (Perkin-Elmer); люминесцентный спектрометр LS 55 (Perkin-Elmer). **Масс-спектрометрическое оборудование:** масс-анализатор ионов и нейтральных частиц INA-3 (LEYBOLD-HERAUS); лазерный масс-спектрометр LAMMA-1000 (LEYBOLD-HERAUS). **Анализатор поверхности** NOVA 4200e (QUANTACHROME INSTR., USA). **Прочее оборудование:** лазерный анализатор частиц Analyzitte 22 (FRITCH); сублиматоры (USIFROID SMH-15); шаровые мельницы планетарного типа (FRITCH Pulverizette Series); прессы для холодного/теплого (до 250-500°C) прессования (CARVER); трубчатые и камерные печи различных конструкций до 1200-1650°C.

**НАНОМЕТР:** 119992, Москва, Ленинские Горы, ФНМ МГУ им. М.В.Ломоносова, тел. (495)-939-20-74, факс (495)-939-09-98, [yudt@inorg.chem.msu.ru](mailto:yudt@inorg.chem.msu.ru) (акад. РАН Ю.Д.Третьяков, главный редактор), [metlin@inorg.chem.msu.ru](mailto:metlin@inorg.chem.msu.ru) (в.н.с. Ю.Г.Метлин, отв. редактор) [goodilin@inorg.chem.msu.ru](mailto:goodilin@inorg.chem.msu.ru) (проф. Е.А.Гудилин, отв. за связи с общественностью)