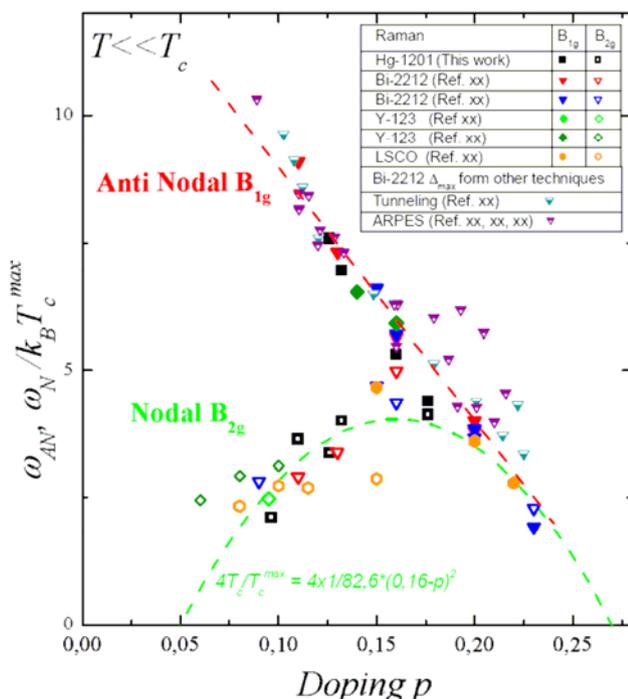


В этом выпуске:

## СВЕРХПРОВОДНИКИ

### Два энергетических масштаба и два типа квазичастиц в сверхпроводящем состоянии недодопированных ВТСП

Для описания сверхпроводящего состояния недодопированных ВТСП обычно используют единственную характерную энергию, которая ассоциируется, как правило, с максимумом  $\Delta_{\max}$  сверхпроводящей щели. Правомочность такого описания поставлена, однако, под сомнение в работе [1] французских (Univ. Paris 7 и École Polytechnique) и американских (Rutgers Univ. и Columbia Univ.) физиков, исследовавших электронное рамановское рассеяние в однослойном ВТСП  $HgBa_2CuO_{4+\delta}$ . После анализа полученных результатов и данных, имеющихся в литературе для других ВТСП (см. рис.), они пришли к выводу, что существуют две различные характерные энергии, одна из которых, как и критическая температура, имеет максимум при концентрации дырок  $p \approx 0.15$ , а другая монотонно возрастает при уменьшении  $p$ . Соответственно, имеются и два различных типа квазичастиц: одни (в области  $\Delta \approx 0$ ) остаются когерентными и при малых  $p$ , а другие (в области  $\Delta \approx \Delta_{\max}$ ) быстро теряют когерентность при понижении  $p$  ниже оптимальной величины, о чем свидетельствует уменьшение интенсивности соответствующего пика в рамановских спектрах и его полное исчезновение в недодопированном образце с  $T_c = 78$  К.



Универсальные зависимости характерных энергий (нормированных на максимальную  $T_c$ ) от концентрации дырок в областях импульсного пространства, соответствующих  $\Delta = \Delta_{\max}$  и  $\Delta = 0$ .

Л. Оленов

1. *Nature Phys.* 2006, 2, 537; <http://xxx.lanl.gov/abs/cond-mat/0603392>

И далее ...

- 2 СКВИД из углеродных нанотрубок

Сверхпроводящие флуктуации и эффект Нернста

## СПИНТРОНИКА

- 3 Классический опыт Эйнштейна–де-Газа в наноисполнении: новый метод исследования тонких магнитных пленок

- 4 Спиновые токи без электрического поля

## ФУЛЛЕРЕНА И НАНОТРУБКИ

- 4 Торсионные электромеханические квантовые осцилляции в углеродных нанотрубках

- 5 Подложка из нанотрубок облегчает манипуляции с нанообъектами

- 6 Отрастание тонких углеродных нанотрубок от нанотрубок большого диаметра

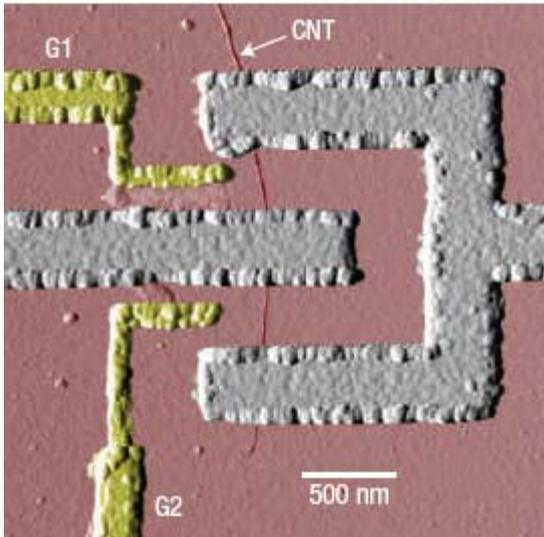
Сортировка углеродных нанотрубок

## СНОВА К ОСНОВАМ

- 7 Открыт доступ к «основам основ» современной физики

## СКВИД из углеродных нанотрубок

Работа СКВИДов (сверхпроводящих квантовых интерференционных устройств) основана на двух квантовых эффектах: туннелировании куперовских пар через несверхпроводящий барьер (эффект Джозефсона) и квантовании потока магнитного поля через замкнутый сверхпроводящий контур с джозефсоновскими контактами. При этом максимальный сверхток в контуре оказывается периодической функцией магнитного потока, что позволяет изготавливать из СКВИДов очень чувствительные датчики магнитного поля.



Изображение СКВИДа, полученное методом атомной силовой микроскопии. *CNT* – углеродная нанотрубка; *G1* и *G2* – электрические затворы.

Французские ученые из нескольких исследовательских центров *CNRS*, используя современную нанотехнологию, сконструировали СКВИД с джозефсоновскими контактами из однослойной углеродной нанотрубки (см. рис.) [1]. После осаждения нанотрубки на подложку ее точное расположение определяли с помощью атомного силового микроскопа, а затем петли СКВИДа и контакты формировали методом электронно-лучевой литографии. Эксперименты проводили при  $T = 35\text{ мК}$ . Из-за малых размеров нанотрубчатых контактов (длина около 200 нм, толщина около 1 нм) их электронные энергетические спектры являются дискретными, как в квантовых точках. Это позволяет “включать” и “выключать” сверхток за счет сдвига размерно-квантованных уровней нанотрубки относительно уровня Ферми в сверхпроводнике путем подачи напряжения на электрические затворы. Такой СКВИД можно использовать, например, для изучения процессов перемещения наночастицы или даже единичной молекулы, если поместить ее на один из двух контактов (поперечные размеры молекулы и нанотрубки примерно равны друг другу, поэтому коэффициент связи магнитного момента молекулы с контуром оказывается гораздо больше, чем в обычных СКВИДах). Кроме того, в этих СКВИДах становится возможным простой электрический контроль на-

правления сверхтока в контактах. Интересно, что при сильном сдвиге энергетических уровней нанотрубки относительно энергии Ферми сверхток хоть и уменьшается в  $10 \div 1000$  раз, но не обращается в нуль. Причина этого эффекта пока осталась невыясненной. Авторы полагают, что он может быть связан с процессами туннелирования более высокого порядка.

Л.Опенев

1. *Nature Nanotechnology* 2006, 1, 53

## Сверхпроводящие флуктуации и эффект Нернста

При  $T > T_c$  дальний сверхпроводящий порядок разрушается, но флуктуации амплитуды параметра порядка сохраняются и ответственны за ряд интересных явлений, таких как парапроводимость (избыточная электрическая проводимость, возникающая в нормальном состоянии сверхпроводника из-за присутствия в нем флуктуирующих куперовских пар). Согласно теории [1], те же самые флуктуации (формирование на короткое время и быстрый распад куперовских пар) должны приводить к эффекту Нернста (генерации поперечного электрического поля при наличии продольного градиента температуры). Этот эффект наблюдали во многих ВТСП при  $T > T_c$ , но мнения о его механизме расходятся. По модели [1], поскольку время жизни куперовских пар уменьшается при повышении  $T$ , то пары, диффундирующие в область низких  $T$ , живут дольше пар, диффундирующих в область высоких  $T$ . В результате этого градиент  $T$  ведет к току пар в направлении уменьшения  $T$ . Отклонение этого тока магнитным полем и создает поперечную разность потенциалов.

Экспериментальная регистрация “флуктуационного” эффекта Нернста при  $T > T_c$  сильно затруднена наличием “паразитного” сигнала от нормальных электронов. Чтобы уменьшить относительную величину этого сигнала, французские ученые (Lab. Physique Quantique, *CNRS*) в работе [2] использовали тот факт, что при уменьшении длины свободного пробега носителей  $l$  время жизни куперовских пар  $\tau_{GL} \approx \xi^2/v_F l$  увеличивается, тогда как время свободного пробега “нормальных” электронов  $\tau_{el} \approx l/v_F$  уменьшается (здесь  $\xi$  – длина сверхпроводящей когерентности,  $v_F$  – скорость Ферми). Поэтому для эксперимента они выбрали аморфные тонкие пленки  $Nb_{0.15}Si_{0.85}$ , у которых величина  $l \approx 0.25\text{ нм}$  очень мала, и в эффекте Нернста преобладает флуктуационная составляющая. Оказалось, что экспериментальная величина недиагональной компоненты тензора проводимости Пельтье  $\alpha_{xy} = J_x/\nabla_y T$  отлично согласуется с вычисленной по формуле для двумерных сверхпроводников из работы [1]. Это подтверждает флуктуационную природу эффекта.

Л.Опенев

1. *Phys. Rev. Lett.* 2002, 89, 287001

2. *Nature Physics* 2006, 2, 686;

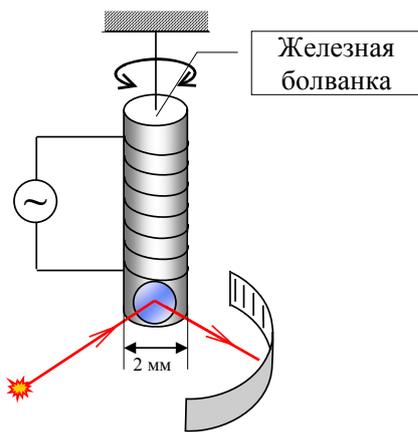
<http://xxx.lanl.gov/abs/cond-mat/0607587>

ПерТ, 2006, том 13, выпуск 18

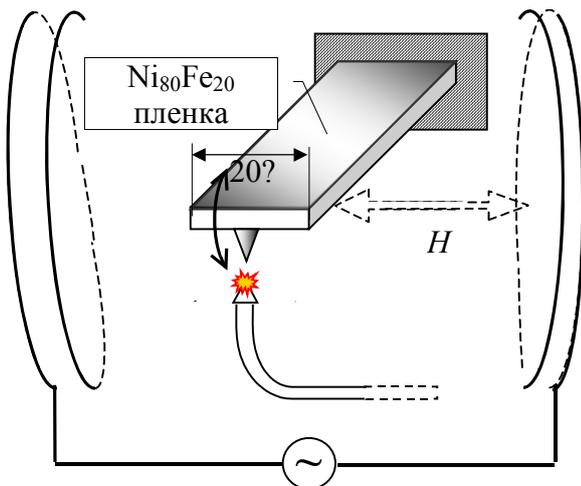
## СПИНТРОНИКА

### Классический опыт Эйнштейна – де-Газа в наноисполнении: новый метод исследования тонких магнитных пленок

В сентябре этого года в журнале *Applied Physics Letters* появилось сообщение американских ученых о наблюдении эффекта Эйнштейна-де Газа в пленке пермаллоя, осажденной на микрокантилевер (упругая консоль, на которой в атомном силовом микроскопе крепится зонд) [1]. Чем же интересно повторение этого классического эксперимента, пусть даже и на микроуровне? Для того, чтобы разобраться в этом, возвратимся в начало XX-го века, когда была экспериментально доказана связь магнитного момента частиц с их механическим моментом: 1915 год ознаменовался открытием сразу двух таких эффектов: эффекта Эйнштейна-де Газа (возникновение вращающего момента при намагничивании тела) и обратного ему эффекта Барнетта (возникновение дополнительного магнитного момента у ферромагнетика, приведенного во вращение) [2].



а) Опыт Эйнштейна-де-Газа



б) Магнитомеханический эффект в тонкой пленке [1]

Схема опыта Эйнштейна-де Газа изображена на рисунке а) [3]. На тонкой стеклянной нити был подвешен железный стержень толщиной в 2 мм внутри соленоида, создававшего переменное магнитное поле. Магнитные моменты атомов ориен-

тировались в поле, что вело также к изменению ориентации их механических моментов. Так как полный момент количества движения оставался неизменным, то тело в целом получало момент количества в противоположном направлении. При периоде колебаний тока в катушке, равном периоду собственных крутильных колебаний стержня, наблюдали резонансное усиление амплитуды колебаний, которое детектировали с помощью луча, отраженного от легкого зеркальца, прикрепленного на стержне. Именно с помощью эффекта Эйнштейна-де Газа впервые определили гиромагнитное отношение  $g$  (отношение магнитного момента к механическому моменту частицы) и показали, что в  $3d$ -переходных металлах ( $Fe, Co, Ni$ ) магнитный момент имеет спиновое происхождение. Позднее, развитие резонансных методов определения гиромагнитного отношения привело к тому, что магнитомеханические методы утратили значение и долгое время представляли скорее исторический интерес [2].

Однако появление новой области микроэлектроники - спинтроники и развитие устройств магнитной памяти вызвало потребность в альтернативных, не основанных на явлении магнитного резонанса методах: СВЧ излучение, используемое в магниторезонансных измерениях приводит к нерезонансному воздействию СВЧ волн на систему, которое искажает результаты, особенно при исследовании многослойных структур. Пришло время магнитомеханическим эффектам вернуться со страниц учебников по истории физики в современную науку.

В основе эксперимента с кантилевером лежит та же идея, что и в опыте Эйнштейна-де Газа: использовать механический резонанс для наблюдения небольших по величине вращающих моментов, порождаемых магнитным полем. В соленоид помещали микрокантилевер размерами  $200\text{ мкм} \times 20\text{ мкм} \times 600\text{ нм}$  с напыленной на него пленкой пермаллоя  $Ni_{80}Fe_{20}$  толщиной в 50 нм (рис. б). Переменное поле  $H$ , порождаемое катушкой, приводит, вследствие магнитомеханического эффекта, к возникновению изгибных колебаний кантилевера, амплитуда которых достигает максимума при механическом резонансе. Амплитуду колебаний детектировали оптическим способом с помощью интерферометра на оптическом волокне, конец которого располагали на расстоянии десятка микрон от иглы кантилевера.

В результате измерений была получена линейная зависимость амплитуды изгибных колебаний кантилевера от амплитуды колебаний намагниченности пленки, по которой была определена величина гиромагнитного отношения пленки  $g=1.8 \pm 0.1$ , отличающаяся от величины  $g=1.91$  для объемного образца пермаллоя. Предстоит еще работа по совершенствованию метода: избавиться от влияния температурных колебаний, улучшить магнитомет-

рические измерения и т.д. Однако уже сейчас можно сказать, что магнитомеханический метод представляет интерес как альтернативный магниторезонансному для исследования тонких магнитных пленок и наноструктурированных материалов.

А.Пятаков

1. T.M. Wallis, J. Moreland, P. Kabos, *Einstein-de Haas effect in a NiFe film deposited on a microcantilever*, *Applied Physics Letters*, 2006, **89**, 122502
2. Р.З. Левитин, *Магнитомеханические явления*, *Физическая энциклопедия*, т.2, с. 700, Москва «Советская энциклопедия» 1990
3. А.Ф. Кравченко, *Магнитная электроника*, с. 62, Новосибирск, 2002

### Спиновые токи без электрического поля

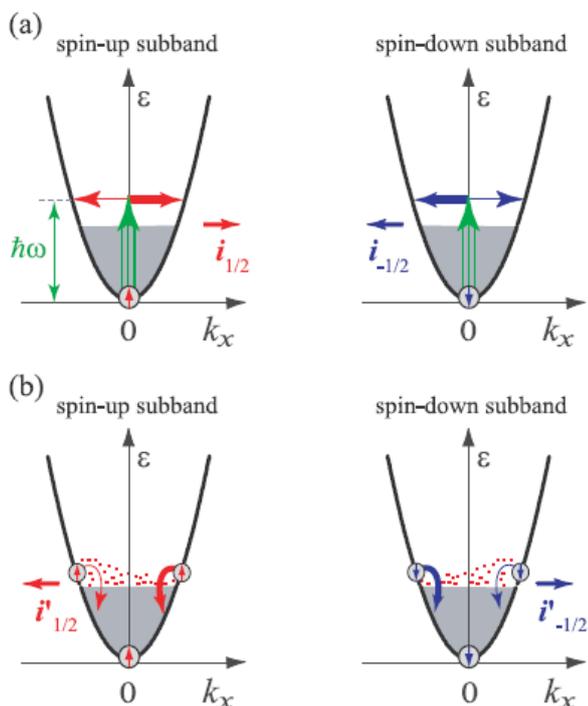


Рис.1. Иллюстрация микроскопического механизма возникновения спинового тока из-за асимметрии оптического возбуждения (а) и зависимости вероятности неупругой релаксации электрона от проекции его спина. Здесь для определенности считается, что для подзоны “спин вверх” вероятность рассеяния больше для положительных значений  $k_x$ , чем для отрицательных, а для подзоны “спин вниз” – наоборот (б).

В спинтронике спиновые токи (перенос намагниченности без переноса заряда) играют ключевую роль, как и зарядовые токи в обычной электронике. Спиновый ток возникает, например, при спиновом эффекте Холла. При этом он направлен перпендикулярно электрическому току. В работе российских (ФТИ им. А.Ф.Иоффе РАН), немецких (Univ. Regensburg) и бельгийских (Internatl. Microelectronic Center - IMEC) физиков [1] показано, что спиновые токи могут появляться и за счет другого эффекта, принципиально отличного от спинового эффекта Холла и не требующего наличия электри-

ческого поля. В его основе – обусловленная спин-орбитальным взаимодействием зависимость вероятности рассеяния электрона от проекции его спина. Например, при непрямых (с участием фононов или примесей) внутризонных оптических переходах электрона в квантовой яме спиновый ток возникает из-за того, что в амплитуде рассеяния имеется асимметричная по спину составляющая, пропорциональная  $[\sigma k']$ , где  $k'$  – импульс электрона после рассеяния (рис. 1а). При этом зарядовые токи в каждой из спиновых подзон текут в разных направлениях и компенсируют друг друга, а суммарный спиновый ток отличен от нуля. При поляризации электронного газа магнитным полем концентрации электронов со спинами “вверх” и “вниз” становятся разными, и в системе возникает зарядовый ток (см. рис. 2). Он пропорционален спиновому току. Так как релаксация возбужденных носителей за счет неупругих взаимодействий тоже асимметрична по спину (рис. 1б), то для возбуждения спинового тока достаточно просто нагреть электронный газ тем или иным способом.

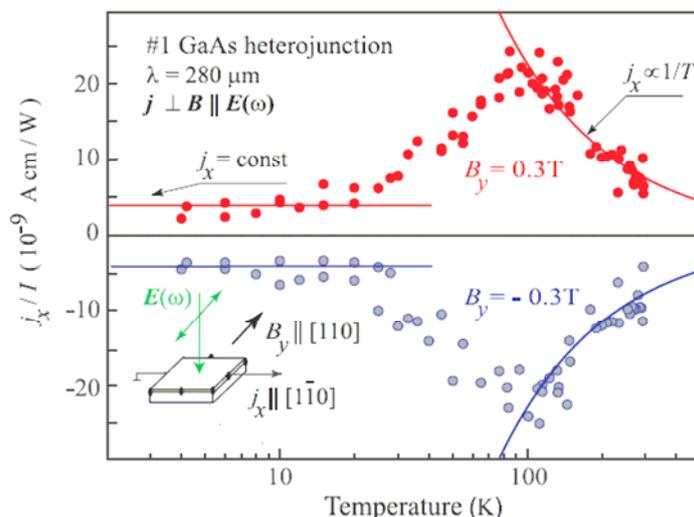


Рис. 2. Температурные зависимости фототока  $j_x$  в гетероконтакте *GaAs/AlGaAs* при двух противоположных направлениях магнитного поля.

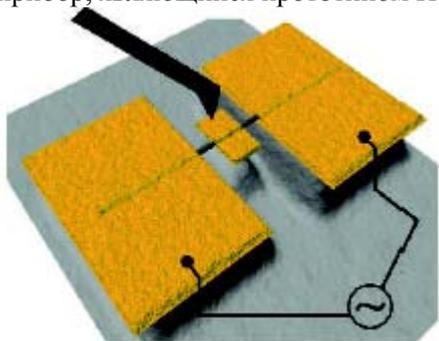
1. *Nature Phys.* 2006, **2**, 609; см. также [npenpунт http://xxx.lanl.gov/abs/cond-mat/0605556](http://xxx.lanl.gov/abs/cond-mat/0605556)

### ФУЛЛЕРЕНЫ И НАНОТРУБКИ

#### Торсионные электромеханические квантовые осцилляции в углеродных нанотрубках

Как известно, электронные характеристики углеродных нанотрубок (УНТ), такие как ширина запрещенной зоны, концентрация носителей и т.п., существенно меняются под действием механической нагрузки. В частности, указанные характеристики зависят от угла закручивания нанотрубки относительно ее оси, называемого еще углом торсионного поворота. Такое свойство УНТ позволяет рассматривать их в качестве одного из элементов нанoeлектромеханической системы (НЭМС), в которой происходит преобразование механического

движения в электрический сигнал (и обратно). В подобной системе на нанотрубку, через которую проходит электрический ток, подается меняющаяся со временем торсионная механическая нагрузка, что приводит к модуляции электрического тока. До недавнего времени к такой схеме действия НЭМС относились как к некоторому умозрительному построению, а перспективы ее практической реализации рассматривали как весьма долгосрочные. Однако отношение изменилось после публикации работы, выполненной группой сотрудников Weizmann Inst. Science (Израиль), которые не только измерили зависимость электропроводности УНТ от угла торсионного поворота, но также изготовили небольшой прибор, являющийся прототипом НЭМС.



Экспериментальная установка (см. рис.) включает в себя многослойную УНТ, подвешенную между двумя электрическими контактами, в центре которой укреплена поворотная пластина, подвергаемая воздействию наконечника атомного силового микроскопа (АСМ). Это приводит к упругому обратимому кручению нанотрубки, которая таким образом действует подобно торсионной пружине. Измерения, выполненные на большом числе нанотрубок, указывают на зависимость дифференциальной проводимости УНТ от угла торсионного поворота. При этом характер указанной зависимости определяется типом нанотрубки. Так, для нанотрубки с металлической проводимостью торсионный поворот изменяет ее хиральность таким образом, что нанотрубка становится полупроводником. Проводимость нанотрубки снижается по мере увеличения угла торсионного поворота. В случае нанотрубок с полупроводниковой проводимостью возможны как падающая, так и возрастающая зависимость проводимости от угла поворота. Наряду с этим, наблюдаются немонотонные зависимости проводимости от угла поворота, указывающие, что при некотором угле поворота нанотрубка приобретает металлические свойства, а дальнейшее увеличение этого параметра приводит к переходу нанотрубки в состояние с полупроводниковой проводимостью. В силу периодической зависимости электронных характеристик нанотрубки от угла хиральности зависимость проводимости от угла торсионного поворота также имеет периодический характер. Таким образом наблюдаемые в рассмотренной работе эффекты указывают на значительные перспективы создания нового класса

НЭМС, действие которых основано на связи электронных характеристик нанотрубки с углом торсионного поворота.

*А.В.Елецкий*

1. *Nature-Nanotechnology* 2006, 1, 36

### **Подложка из нанотрубок облегчает манипуляции с нанобъектами**

Нанoeлектромеханические системы (НЭМС) - это сверхминиатюрные преобразователи электрического сигнала в механическое движение. Их изготовление из элементов нанометровых размеров – непростое дело. При манипулировании такими элементами возникают проблемы, которые незнакомы специалистам, традиционно имеющим дело с макроскопическими деталями. Например, в результате адгезии нанодетали слипаются друг с другом, а также прилипают к поверхностям манипуляторов и к подложке, на которой осуществляется сборка НЭМС. Исследования, выполненные совместно группой из Technical Univ. Denmark, Univ. Cambridge (Англия), Univ. Southern Denmark, показали, что эффекты адгезионного слипания нанобъектов могут быть в значительной мере подавлены при использовании в качестве подложки вертикально ориентированных углеродных нанотрубок (УНТ) [1]. Поскольку адгезионные силы, действующие на объект со стороны подложки, пропорциональны поверхности контакта, массив вертикально ориентированных УНТ оказывает лишь минимальное воздействие на наноразмерные объекты, помещенные на подложку. Силы адгезионного взаимодействия между поверхностью подложки различной природы и различными нанобъектами были измерены с помощью специальной методики, основанной на использовании кантилевера с размерами  $225 \cdot 1,3 \text{ мкм}^3$ . В качестве нанобъектов использовали отрезок нановолокна, изготовленного из пара-гексафенилена, а также бусинки различного диаметра. Исследовали следующие подложки:

- кремниевую пластину, покрытую слоем золота толщиной 100нм;
- кремниевую пластину, покрытую (методом плазменного напыления) слоем тефлона толщиной 80нм;
- кремниевую пластину толщиной 500мкм;
- кремниевую пластину, покрытую алмазоподобной пленкой толщиной 70нм;
- массив вертикально ориентированных многослойных нанотрубок высотой около 1мкм, синтезированных методом газофазного осаждения в плазме ацетилена с использованием никелевого катализатора.

Измерения показывают, что коэффициент трения для нанобъектов, расположенных на массиве вертикально ориентированных УНТ, в 2 – 4 раза ниже соответствующих величин для других подложек. Величина адгезионных сил, связывающих объект с

УНТ-подложкой, также ниже, чем в случае использования подложек из других материалов.

*А.В.Елецкий*

1. *Nanotechnology* 2006, 17, 4917

### **Отрастание тонких углеродных нанотрубок от нанотрубок большого диаметра**

Преимущества применений углеродных нанотрубок (УНТ) в полевых эмиттерах электронов перед другими источниками автоэлектронной эмиссии связаны с их хорошими электрическими характеристиками и высоким аспектным отношением, которое обеспечивает значительный уровень эмиссии при относительно невысоких напряжениях. Основная проблема в технологии эмиттеров на УНТ в необходимости выращивания однородного слоя нанотрубок на большой поверхности подложки. Традиционно используют метод газофазного химического осаждения (*CVD*), в котором рост нанотрубок осуществляется при термическом разложении молекул газообразных углеводородов на частицах металлического катализатора. Недостатки метода связаны с тем, что диаметр образующихся нанотрубок соответствует размеру частиц катализатора и, как правило, достаточно большой (до 100нм). Уменьшение размера частиц катализатора приводит к снижению однородности заполнения подложки нанотрубками.

Принципиально новый подход продемонстрировали недавно сотрудники Университета Нагоя (Япония), которым удалось вырастить на поверхности нанотрубок большого диаметра значительно более тонкие нанотрубки. Авторы использовали металлическую подложку из сплава железа (42%), никеля (6%) и хрома (52%), имеющую сотовую структуру с размером сот  $\sim 300$ нм. Металлы, входящие в состав подложки, служат также катализатором при *CVD* синтезе УНТ. Синтез проводили в кварцевой трубке диаметром 9 и длиной 70см, через которую в течение 30 мин пропускали смесь  $CO$  и  $H_2$  (3:7) при давлении 1 атм и температуре 675°C. В результате на поверхности подложки образовывался слой случайным образом ориентированных УНТ толщиной  $\sim 15$ мкм. По окончании процедуры на поверхность УНТ методом электронно-лучевого испарения наносили тонкий слой ( $\sim 2$ нм) металлического катализатора (железо и/или молибден) и проводили вторичное выращивание нанотрубок (при пропускании в течение 10 мин. смеси  $CO-H_2$  при температуре 900°C).

Исследования в сканирующем электронном микроскопе показывают, что диаметр первичных УНТ составлял 30–50нм, в то время как диаметр вторичных УНТ в диапазоне 3–10нм. Структура вторичных УНТ, а также их количество, зависят от температуры и процесса и от содержания молибдена в катализаторе. При некоторых условиях вторичные УНТ имеют прямолинейную форму, что важно при их

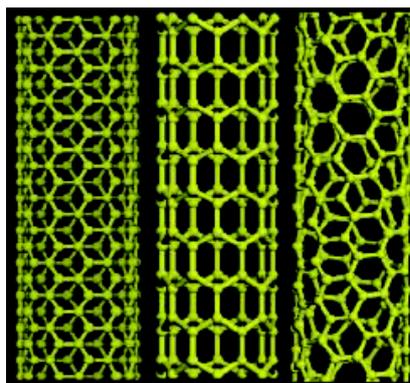
использовании для полевых эмиттеров электронов. Достигнута величина порогового напряжения 600 В, которая обеспечивает ток эмиссии на уровне  $10^{-8}$  А. Измерения проводили при расстоянии от эмиттера до анода 0.3мм. Сравнение пространственных распределений плотности тока эмиссии, полученных для различных типов эмиттера с помощью люминофора, нанесенного на поверхность анода площадью  $4\text{мм}^2$ , показывает, что наличие нанотрубок малого диаметра, выращенных на поверхности первичных УНТ, положительно сказывается на степени однородности распределения. Это связано с увеличением количества эмитирующих центров, которое приводит к сглаживанию неоднородностей в характере пространственного распределения эмиссии.

*А.В.Елецкий*

1. *Jap. J. Appl. Phys.* 2006, 45, 5307

### **Сортировка углеродных нанотрубок**

В стандартных методах синтеза УНТ (термическое распыление графита в дуговом разряде или лазерным излучением; термическое разложение газообразных углеводородов в присутствии катализатора) образуются нанотрубки со значительным разбросом пара-



метров по диаметру и хиральности. Такие нанотрубки могут обладать как свойствами металлов, так и полупроводников с различной шириной запрещенной зоны или

концентрацией носителей. Для многих применений (в частности, в наноэлектронных системах) необходимо иметь нанотрубки со строго фиксированными величинами этих параметров. Проблема сортировки нанотрубок по геометрическим и электронным параметрам привлекает значительное внимание исследователей. Известно несколько подходов к решению этой проблемы. Для электронных применений соответствующая процедура должна позволять в обозримое время сортировать десятки миллионов нанотрубок.

Именно такую процедуру сортировки УНТ разработала недавно группа исследователей из Northwestern Univ. (шт. Иллинойс, США). В ее основу положена связь между массовой плотностью нанотрубки и ее электронными характеристиками. По массам нанотрубки можно разделить в центрифуге, подобно тому, как разделяют изотопы различных элементов.

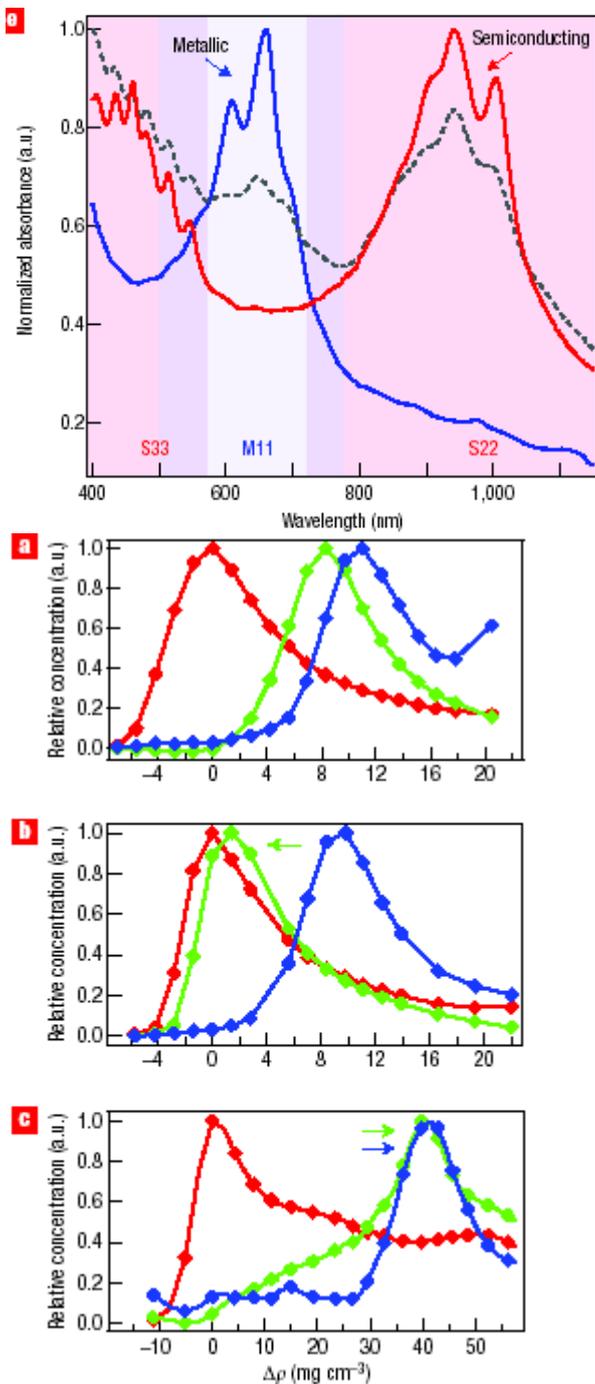


Рис. 1. Спектры оптического поглощения металлических и полупроводниковых трубок (e) и зависимости относительной концентрации нанотрубок с индексами хиральности (6,5), (7,5), и (9,5)/(8,7) (красные, зеленые и голубые кривые, соответственно) от плотности для различных типов поверхностно-активных веществ).

Однослойные нанотрубки диаметром от 0.7 до 1.1 нм, синтезированные методом лазерной абляции, диспергировали ультразвуковой обработкой в водном растворе в присутствии поверхностно-активного вещества (додецилсульфат натрия - ДСН и додецилбензолсульфонат натрия - ДБСН). Эти соединения способны инкапсулировать во внутреннюю полость нанотрубки, образуя водорастворимый комплекс. Связь между плотностью нанотрубок и их структурой устанавливали на основании измерений спектров оптического поглощения образцов, содер-

жащих нанотрубки с различными индексами хиральности. Результаты измерений показаны на рис. 1e, где сравниваются спектры поглощения образцов раствора, обогащенных нанотрубками с металлическими (голубая кривая) и полупроводниковыми (красная кривая) свойствами. Полученные на основании этих данных зависимости относительной концентрации нанотрубок с индексами хиральности (6,5), (7,5), и (9,5)/(8,7) (красные, зеленые и голубые кривые, соответственно) от плотности комплексов показаны на рис. 1a–1c, относящихся к различным типам поверхностно-активных веществ. Центрифугирование растворов производили в течение 9 – 24 часов при комнатной температуре с помощью коммерческих центрифуг радиусом 38 и 110 мм, работающих при частотах 64000 и 41000 оборотов в минуту, соответственно. Как видно, использование различных поверхностно-активных соединений позволяет эффективно выделять нанотрубки с определенными индексами хиральности.

А.В.Елецкий

1. *Nature Nanotechnology* 2006, **1**, 60
2. *Nature Nanotechnology* 2006, **1**, 17

## СНОВА К ОСНОВАМ

### Открыт доступ к «основам основ» современной физики

Стараясь помочь своим читателям быть на волне мировых научных и технологических достижений, пропагандируя последние и, порой, еще несостоявшиеся достижения (ведь не зря бюллетень ПерсТ посвящен Перспективным Технологиям), редакция ввела и поддерживает рубрику «Снова к основам». Хочется верить, что читатель не без пользы, а порой – и не без удовольствия - читал материалы этой рубрики.

Хотим обрадовать читателей, что (совершенно не сговариваясь с нами) Королевское научное общество (*Royal Society*) открывает доступ к основам основ – впервые за свою историю. На два месяца (пока до конца ноября) открыт электронный архив научных статей с 1665 года - со времени выхода первого в мире рецензируемого научного журнала *Philosophical Transaction*. В первом номере этого издания [Phil.Trans. 1665, **1**, p. 8] **Robert Boyle** описывает свои эксперименты в статье “Экспериментальная история холода”, а чуть попозже [Phil.Trans.1671/1672, **6**, p.3075] **Isaac Newton** описывает изобретение зеркального телескопа.

Можете рассматривать это как проявление сентиментальности или как неожиданное приключение, это не важно. Сходите по ссылке <http://www.pubs.royalsoc.ac.uk/index.cfm?page=1373> – ведь не только правоверные ходят в паломничества по святым местам.

И, кстати, в ожидании больших инвестиций в российскую науку и чтобы не обвинили в низкопоклонстве перед Западом (а то ведь многие тенденции воз-

рождаются) - ведь и в наших научных архивах есть, что открыть миру не без гордости. К.Кикоин в "Вестях-Окнах" называет 50-70 г.г. прошлого столетия «Серебряным веком» российской науки, имея ввиду значительные достижения именно в физических науках, не в последнюю очередь связанные с мощной поддержкой государством прикладных исследований в интересах оборонной промышленности. По его мнению, «Листать выпуски ЖЭТФа периода 50-х – 70-х годов для понимающего человека все равно, что просматривать подшивки «Мира искусства» или «Золотого руна» для любителя живописи и графики начала века». На его страницах можно увидеть «несколько статей, радикально изменивших status quo в физике плазмы или твердого тела». Да не только к архивам, но и к текущим выпускам этого журнала доступа нет. Те, кто в прежние годы писали эти статьи, наверное, и сейчас могут зайти в опустевшие институтские библиотеки и что-то найти. А где электронные вер-

сии, которые были бы доступны по всей России? Легче войти в электронные журналы зарубежных издательств, чем в журналы издательства МАИК. Не думается, что это выгодно - сделав ресурсы платными, в первую очередь можно отучить читать эти самые журналы и, что не менее важно, но отучить и писать статьи в эти журналы. Ведь мог же ФТИ им. Иоффе оставить открытый доступ к издаваемым там журналам! Сейчас, когда уже прежняя научная аппаратура безнадежно одряхла, а зарплаты в науке находятся в интересном статусе "...обещаны к повышению...", когда средний возраст ученых вот-вот перейдет за пенсионный - не так уж много осталось действий, которые, как минимум, были бы безвредны для нашей науки. Не открыть ли наши "открытые" публикации? Денег-то все равно уже ни с кого не выжать...

Экспресс-бюллетень ПерсТ издается совместной информационной группой  
ИФТТ РАН и РИЦ «Курчатовский институт»

Редактор: С.Корецкая тел: (095) 930 3389, e-mail: [stk@issp.ras.ru](mailto:stk@issp.ras.ru)

Научный консультант: К.Кугель, e-mail: [kugel@orc.ru](mailto:kugel@orc.ru)

В подготовке выпуска принимали участие: А.Елецкий, М.Компан, Ю.Метлин, Л.Опенев, А.Пятаков

Компьютерный ввод, макет: И.Фурлетова

Адрес редакции: 119296 Москва, Ленинский проспект, 64<sup>а</sup>