

В этом выпуске:

## СВЕРХПРОВОДНИКИ

### О роли спиновых возбуждений в сверхпроводимости купратов с электронным допированием

Имеются экспериментальные свидетельства сосуществования антиферромагнетизма и сверхпроводимости в купратных ВТСП с электронным типом допирования. Это говорит о возможной причастности спиновых возбуждений к механизму спаривания. Но остаются сомнения: ведь не исключено, что такое “сосуществование” является тривиальным следствием фазового расслоения на перекрывающиеся сверхпроводящие и антиферромагнитные области.

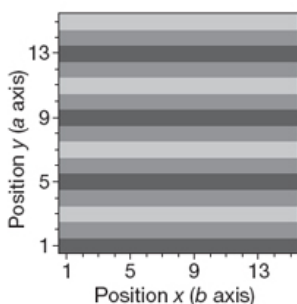
В работе [1] спиновые возбуждения в ВТСП *n*-типа  $\text{Pr}_{0.88}\text{LaCe}_{0.12}\text{CuO}_{4-\delta}$  с различным содержанием кислорода (и различной  $T_c$ ) изучены путем комбинации “объемной” (рассеяние нейтронов) и локальной (сканирующая туннельная спектроскопия) методик. Сравнительный анализ полученных результатов показал, что в спектре спиновых возбуждений имеются резонансные моды с энергиями  $\approx 2$  мэВ (эта мода связана с антиферромагнетизмом) и  $\approx 10$  мэВ (эта мода связана со сверхпроводимостью, ее энергия уменьшается при понижении  $T_c$ ). Взаимодействие подвижных электронов с коллективными спиновыми возбуждениями приводит к появлению соответствующих особенностей на туннельных ВАХ. Антиферромагнитный порядок не отделен от сверхпроводящего, а сосуществует с ним на нанометровом масштабе. Авторы [1] полагают, что фононы не дают существенного вклада в спаривание носителей тока.

*Л. Опенов*

*1. J.Zhao et al., Nature Phys. 7, 719 (2011).*

### Страйповый порядок, индуцированный магнитным полем в $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$

При концентрации дырок  $p = 0.125$  носители заряда в слоях  $\text{CuO}_2$  купратного ВТСП  $\text{La}_{2-x}\text{Ba}_x\text{CuO}_4$  самоупорядочиваются и формируют длинные узкие полоски, называемые страйпами. Пока непонятно, является ли страйповый порядок общей чертой всех ВТСП, и какое отношение он имеет к собственно сверхпроводимости. В работе [1] французские и канадские физики обнаружили статические зарядовые страйпы в недодопированных ВТСП  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$  с  $y \approx 6.5$ . Они появляются при подавлении сверхпроводимости магнитным полем с  $H \approx 30$  Тл, о чем свидетельствуют данные ЯМР на меди. Эти страйпы параллельны оси *b* с периодом  $4a$  (см. рис.).



$\rho_0 + \Delta\rho$   
 $\rho_0$   
 $\rho_0 - \Delta\rho$

Модуляция концентрации дырок в  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{6.54}$ . Здесь  $p_0 = 0.108$  и  $\Delta p = 0.03$ .

Температура зарядового упорядочения (50 К для  $p = 0.108$  и 67 К для  $p = 0.12$ ) совпадает с температурой, при которой холловская константа  $R_H$  становится отрицательной, свиде-

И далее ...

## НАНОСТРУКТУРЫ, НАНОТЕХНОЛОГИИ, НАНОЭЛЕКТРОНИКА

- 2 Доменная граница как фотоэлемент

## ГРАФЕН

- 2 Благородные газы в интерьере колонного графена  
3 Адгезия графеновых мембран

## КВАНТОВЫЕ СИСТЕМЫ

- 4 Жидкость Томонаги-Латтинжера в атомных цепочках

## ФУЛЛЕРЕНЫ И НАНОТРУБКИ

- 5 Углеродные нанотрубки и тромбоз  
6 Молекула воды, заключенная в клетку фуллерена  $\text{C}_{60}$

## КОНФЕРЕНЦИИ

- 7 Научная сессия ОФН РАН 26 октября 2011 г.

ICTS Condensed Matter Programme 2011  
9 – 22 December 2011,  
Bangalore, India

International Conference on Superconductivity and Magnetism (ICSM2012),  
29 April – 4 May 2012,  
Kumburgaz-Istanbul, Turkey

## НОВЫЕ ИЗДАНИЯ

- 7 Книги издательства БИНОМ

тельствуя тем самым о реконструкции поверхности Ферми (отсюда в [1] делается вывод, что эта реконструкция связана с нарушением трансляционной симметрии в страйповой фазе). Обращает на себя внимание тот факт, что страйповый порядок в  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$  возникает примерно при тех же концентрациях дырок, что и в  $\text{La}_{2-x}\text{Ba}_x\text{CuO}_4$  (“1/8 аномалия”). По-видимому, он не связан со спецификой того и другого ВТСП, а отражает общую тенденцию к упорядочению заряда в слоях  $\text{CuO}_2$ . Спиновые страйпы в [1] не обнаружены.

Л. Опенов

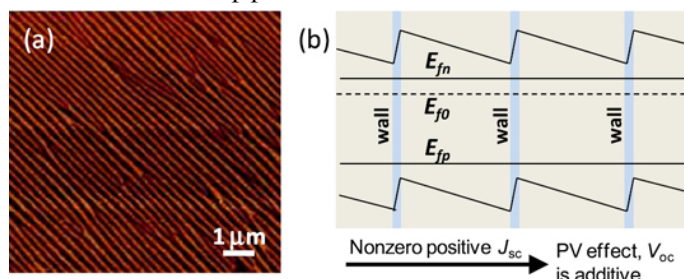
*I. T. Wu et al., Nature 477, 191 (2011).*

## НАНОСТРУКТУРЫ, НАНОТЕХНОЛОГИИ, НАНОЭЛЕКТРОНИКА

### Доменная граница как фотоэлемент

Когда говорят о фотогальваническом (фотовольтаическом) эффекте – возникновении электрического тока при освещении полупроводника, обычно подразумевают, что фотоЭДС генерируется в области контакта, будь это p-n переход, гетеропереход или контакт металл-полупроводник. Электрическое поле, существующее в зоне контакта, разделяет образующиеся за счет фотоэффекта электроны и дырки, создавая фотоЭДС. Именно на таком принципе работают фотоэлементы солнечных батарей. Однако в этом случае генерируемая ЭДС в силу самого устройства элемента ограничена шириной запрещенной зоны.

В этой связи интересную альтернативу предлагают сегнетоэлектрики, в которых разделение зарядов происходит за счет внутреннего электрического поля, порожденного спонтанной поляризацией. Так ЭДС, значительно превосходящие ширину запрещенной зоны, наблюдалась на сегнетоэлектрических доменных границах в феррите висмута  $\text{BiFeO}_3$  [1], (см. также “Дебют перовскитов в фотонике” [2]). Недавняя статья в [3] проливает свет на механизмы наблюдаемых в этом сегнетоэлектрике фотогальванических эффектов.



Естественные фотовольтаические каскады:

а - доменная структура в сегнетоэлектрике  $\text{BiFeO}_3$ ;  
 б - скачки потенциала на доменных границах и положения уровней Ферми для равновесной ситуации ( $E_{f0}$ ), неравновесных электронов ( $E_{fn}$ ) и дырок ( $E_{fp}$ ) [1].

В данном случае роль “сортировщика” выполняет электрическое поле, возникающее в тонкой границе между доменами с различным направлением элек-

трической поляризации (ширина ее составляет единицы нанометров при размере доменов сотни нанометров). Скорость рекомбинации в областях, близких к доменным границам, существенно замедляется и возникает диффузионный ток. Хотя возникающая при облучении разность потенциалов на каждой из границ невелика (порядка 10 мВ) при замыкании цепи фотоЭДС доменных границ складываются и общая ЭДС от доменной структуры, простирающейся на сотни и тысячи периодов, может достигать десятков вольт (при ширине запрещенной зоны 2.7 В). Авторами [1] также оценена квантовая эффективность доменной границы, оказавшаяся довольно высокой – около 10%. Данный эффект должен быть универсальным и проявляться в тонких пленках и других сегнетоэлектриках.

А. Пятаков

*1. S.-Y. Yang et al., Nature Nanotech. 5, 143 (2010).*

*2. ПерсТ 18, вып. 10, с. 7 (2011).*

*3. J. Seidel et al., Phys. Rev. Lett. 107, 126805 (2011).*

## ГРАФЕН

### Благородные газы в интерьере колонного графена

В работе [1] польские исследователи рассмотрели достаточно новый углеродный материал, гибрид графена и углеродных нанотрубок, так называемый “колонный графен” или “графен с колоннами” (*pillared graphene*), впервые предложенный в 2008 г. [2]. Ранее подобные наноструктуры, дополнительно допированные литием, предлагалось использовать в качестве емкостей для запасаения значительного количества водорода [3]. На этот раз, основываясь на результатах расчетов в рамках метода молекулярной динамики, авторы работы [1] предлагают использовать “колонный графен” в качестве мембран для разделения смесей благородных газов. Исследуемые образцы конструировали из элементарных блоков, построенных из нанотрубок кресельного типа хиральностью (6,6), соединенных с графеновой плоскостью, геометрия которых, в свою очередь, оптимизировалась с помощью программного комплекса MORAC.

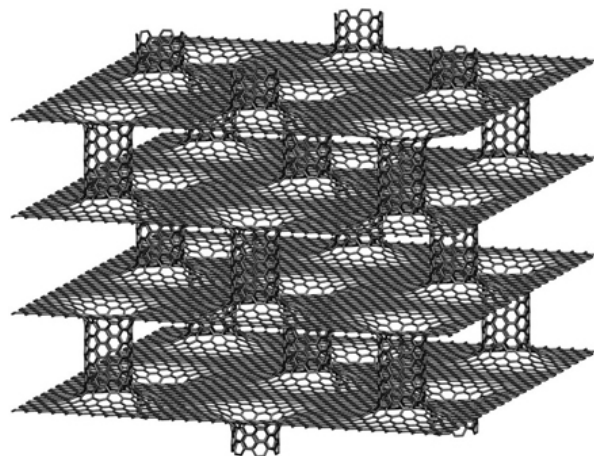


Рис. 1. Структура массивного образца “колонного графена”

Авторы детально рассмотрели два типа углеродных материалов: полностью трехмерную структуру, состоящую из четырех графеновых листов, разделенных фрагментами нанотрубок в шахматном порядке (рис. 1), а также более простую “двумерную” систему, построенную всего из двух листов графена (рис. 2). В качестве смесей благородных газов авторы использовали криптон-аргон, аргон-гелий и криптон-гелий. Непосредственные молекулярно-динамические расчеты проводили с помощью известного программного пакета GROMACS.

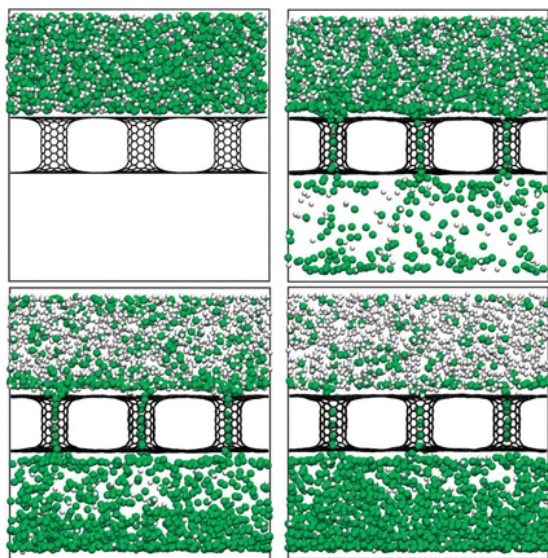


Рис. 2. Моделирование разделения криптоно-гелиевой смеси методом молекулярной динамики – снимки (вид сбоку) в моменты времени 0, 1, 5 и 10 нс.

Оба исследуемых образца во время “компьютерного эксперимента” продемонстрировали способность к разделению газовой смеси. Изначально просачивание атомов сквозь такой фильтр достаточно случайное и зависит лишь от их начального расположения, но по прошествии небольшого промежутка времени проходящий сквозь мембрану поток состоит уже из атомов определенного сорта (как оказалось, большего диаметра для всех рассматриваемых смесей) (рис. 2). В случае массивного образца “колонного графена” фильтрационные свойства только усиливаются. В результате авторы пришли к выводу, что у такого гибридного материала, безусловно, неплохие перспективы практического применения. Тем не менее, вопросы реального приготовления такого материала в который раз остаются без ответа.

М. Маслов

1. R.P.Wesolowski et al., *Phys. Chem. Chem. Phys.* **13**, 17027 (2011).
2. G.K.Dimitrakakis et al., *Nano Lett.* **8**, 3166 (2008).
3. [ПерсТ 15, вып. 20, с. 3 \(2008\).](#)

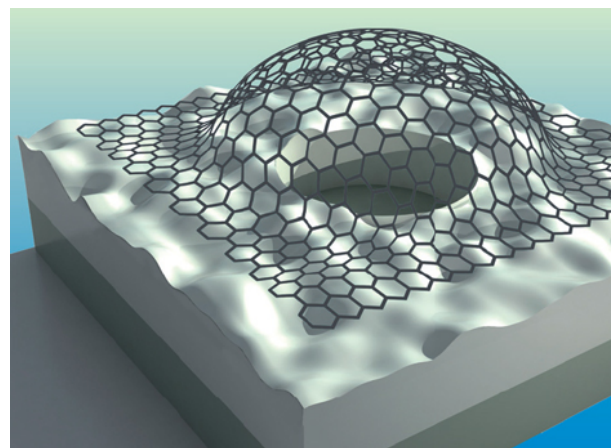
### Адгезия графеновых мембран

В графите отдельные графеновые слои связаны между собой слабыми ван-дер-ваальсовскими силами и поэтому легко отделяются от него. Если предположить, что такие же слабые силы ответственны за

*ПерсТ, 2011, том 18, выпуск 19*

сцепление графена с подложкой  $\text{SiO}_2$ , то для энергии адгезии графен/ $\text{SiO}_2$  получается величина  $E_a = 0.096 \text{ Дж/м}^2$  [1]. Эта оценка подтверждается экспериментом [2], который для мембраны из нескольких графеновых слоев на  $\text{SiO}_2$  дает  $E_a = 0.151 \text{ Дж/м}^2$ . Вопрос о силе адгезии графена на различных подложках далеко не праздный: от ответа на него зависит возможность практического использования графена в интегрированных электронных и механических устройствах. Более точные измерения, выполненные в работе [3], показали, что в действительности  $E_a$  значительно больше:  $0.45 \text{ Дж/м}^2$  для монослойного графена и  $0.31 \text{ Дж/м}^2$  для мембран из  $n = 2 - 5$  слоев. Эти величины  $E_a$  близки к энергии адгезии твердых тел с жидкостями, что объясняется гибкостью графена и его способностью “подстраиваться” под топологию подложки.

Использованная авторами [3] методика заключается в следующем. Предварительно вытравленную в  $\text{SiO}_2$  микрополость диаметром  $\sim 5 \text{ мкм}$  покрывают графеновой мембраной, и весь образец помещают в камеру с повышенным давлением  $p > p_{\text{атм}}$ . Молекулы азота (способные, хоть и медленно, диффундировать через  $\text{SiO}_2$ , но не через графен) проникают в полость до тех пор, пока давление в ней не становится равным  $p$ . После извлечения образца из камеры мембрана из-за перепада давления  $p - p_{\text{атм}}$  “вспучивается” и частично отделяется от подложки (см. рис.), что позволяет в конечном итоге определить  $E_a$ . Уменьшение  $E_a$  при переходе от  $n = 1$  к  $n = 2$  и более связано, вероятно, с резким (на  $\sim 2$  порядка) уменьшением модуля изгиба мембраны и, как следствие, уменьшением эффективной площади ее контакта с подложкой. Для многих приложений графена крайне важно изучить его адгезию и к другим материалам, включая металлы и полимеры.



Разность давлений внутри и вне закрытой графеновой мембраной микрополости в  $\text{SiO}_2$  приводит к сильному изгибу мембраны, анализ которого дает информацию об энергии адгезии графен/ $\text{SiO}_2$ .

Л. Опенов

1. M.Ishigami et al., *Nano Lett.* **7**, 1643 (2007).
2. Z.Zong et al., *J. Appl. Phys.* **107**, 026104 (2010).
3. S.P.Koenig et al., *Nature Nanotech.* **6**, 543 (2011).

## КВАНТОВЫЕ СИСТЕМЫ

### Жидкость Томонаги-Латтинжера в атомных цепочках

Электронные свойства большинства трехмерных и двумерных проводников хорошо описываются моделью ферми-жидкости, согласно которой систему взаимодействующих электронов можно рассматривать как коллектив независимых друг от друга фермиевских квазичастиц (с формальной точки зрения это достигается за счет перенормировки некоторых параметров исходного гамильтониана). Теория предсказывает, что совершенно другая картина имеет место в одномерии, где электроны формируют сильно коррелированное состояние, в котором возбуждения являются коллективными по своей природе и не сводятся к невзаимодействующим квазичастицам. При этом имеет место пространственное разделение спиновых и зарядовых возбуждений. Такое состояние называют жидкостью Томонаги-Латтинжера (*Tomonaga-Luttinger liquid, TLL*). Один из экспериментальных признаков TLL – аномалия туннельных спектров, которая связана со степенной зависимостью плотности состояний от энергии возбуждений:  $N(E) \sim E^\alpha$ , где  $\alpha$  – неуниверсальный показатель, определяющийся силой межэлектронного взаимодействия ( $\alpha = 0$  в ферми-жидкости). Следствием такого вида  $N(E)$  является степенная температурная зависимость дифференциальной проводимости при нулевом смещении:  $dI/dV(V=0) \sim T^\alpha$ . Аномалии подобного рода иногда наблюдались в квазиодномерных органических кристаллах, углеродных нанотрубках и полупроводниковых квантовых нитях, однако однозначной интерпретации эксперимента препятствовало достаточное существенное отличие формы образцов от квазиодномерной. Идеальным объектом для исследования TLL могли бы стать атомные цепочки на твердой подложке, но изготовление достаточно длинных цепочек путем “атомной сборки” с помощью СТМ – исключительно трудоемкий и долгий процесс.

В работе [1] (Германия, Швейцария) изучены туннельные и фотоэмиссионные спектры цепочек атомов Au, формирующихся при эпитаксии Au на подложку Ge(001) при повышенной температуре. Длина этих цепочек составляет несколько сотен нанометров, а расстояние между ними (1.6 нм) достаточно велико, чтобы пренебречь межцепочечной связью (рис. 1а), то есть такие цепочки по праву можно считать квазиодномерными. Фотоэмиссия с угловым разрешением показала, что дисперсия электронных состояний в поперечном направлении отсутствует, то есть, нет “электронной связи” цепочек с подложкой и между собой, и они действительно могут рассматриваться как 1D объекты. Туннельные спектры прекрасно описываются теорией TLL с  $\alpha = 0.53 \pm 0.05$  (рис. 2а).

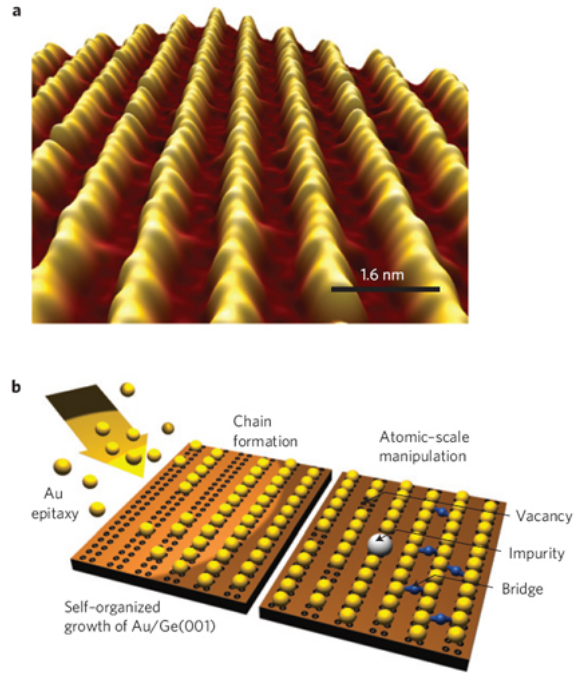


Рис. 1. Самоорганизованные цепочки атомов Au на подложке Ge(001): *a* – топография поверхности (данные СТМ); *b* – схематическое изображение процесса формирования цепочек и их возможных модификаций иглой СТМ.

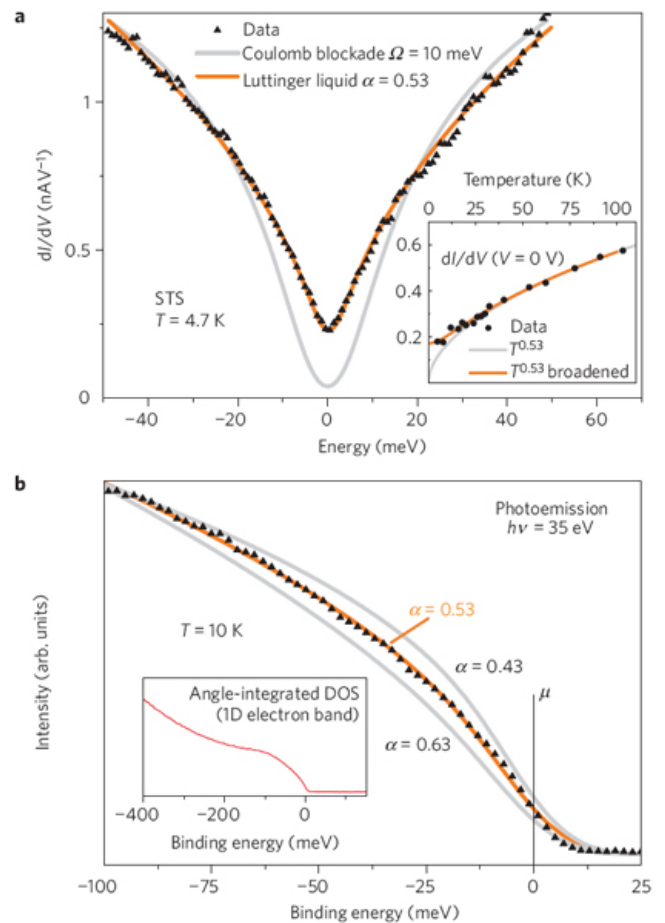


Рис. 2. *a* – Дифференциальная проводимость цепочек Au (усреднение  $\sim 10^3$  туннельных спектров, снятых на площади  $30 \times 30 \text{ nm}^2$ ) (экспериментальные данные сопоставлены с теорией TLL и моделью кулоновской блокады; на вставке – температурная зависимость). *b* – Проинтегрированная по углам интенсивность фотоэмиссии.

Примечательно, что к точно такой же величине  $\alpha$  приводит анализ данных по фотоэмиссии (рис. 2b). Взятые в своей совокупности, эти результаты можно считать убедительным аргументом в пользу наличия TLL в исследованных цепочках. Единственное, чего нет в работе [1], так это непосредственного доказательства спин-зарядового разделения (здесь, впрочем, следует отметить, что распределение спектрального веса между спиновыми и зарядовыми возбуждениями зависит от силы межчастичного взаимодействия, и не исключено, что по этой причине в [1] удалось “разглядеть” только последние). В дальнейшем было бы весьма любопытно изучить влияние дефектов (вакансий, примесей и др.) на TLL, а также посмотреть, как это экзотическое состояние изменяется при соединении соседних цепочек “мостиками”, то есть при увеличении эффективной мерности системы. Все это, в принципе, осуществимо с помощью сканирующей туннельной микроскопии (СТМ) (рис. 1b). Следует понимать, что уникальные электронные характеристики 1D-проводников представляют интерес не только для фундаментальной физики, но и с точки зрения практических приложений в нанoeлектронике.

1. C.Blumenstein et al., *Nature Phys.* 7, 776 (2011).

## ФУЛЛЕРЕНА И НАНОТРУБКИ

### Углеродные нанотрубки и тромбоз

Углеродные нанотрубки (УНТ) всё чаще используются в биомедицине для исследований, диагностики и доставки лекарств – в том числе и по кровеносным сосудам. Очень важно понять, как эти наноматериалы взаимодействуют с элементами крови. Механизм активации тромбоцитов углеродными нанотрубками недавно раскрыли исследователи из США и Чехии [1].

Тромбоциты, или кровяные пластинки, – самые мелкие клетки крови. Точнее, это постклеточные структуры, окружённые мембраной, но не имеющие ядер. Они образуются в красном костном мозге. Главная функция тромбоцитов – участие в процессе свёртывания крови, важной защитной реакции организма. При повреждении сосуда они активируются, прилипают к его поражённой стенке, образуют агрегаты и останавливают кровотечение. Но если нормальная функция тромбоцитов нарушена, тромб может образоваться и внутри сосуда. К сожалению, все мы знаем, к каким тяжёлым последствиям это приводит. Авторы [1] в предыдущих исследованиях выяснили, что различные углеродные нанотрубки могут вызвать агрегацию тромбоцитов крови человека [2], однако механизм был не ясен. В своей новой работе учёные использовали электронную микроскопию, иммунофлюоресцентный анализ, иммуноэлектронную микроскопию и измерения внутриклеточного  $\text{Ca}^{2+}$ . В результате удалось выяснить, что сквозь мембрану тромбоцитов УНТ проникают

без видимых в электронный микроскоп повреждений (возможно, происходит быстрое самозалечивание мембраны), но воздействуют на находящуюся внутри систему плотных трубочек (рис. 1). Эта система является основным источником ионов кальция тромбоцита и участвует в регулировании его внутриклеточного транспорта. Уменьшение запасов  $\text{Ca}^{2+}$  в системе трубочек вызывает активацию кальциевого канала и приток внеклеточного кальция в тромбоцит. В итоге происходит активация тромбоцитов и их агрегация – следовательно, возможно образование тромба!

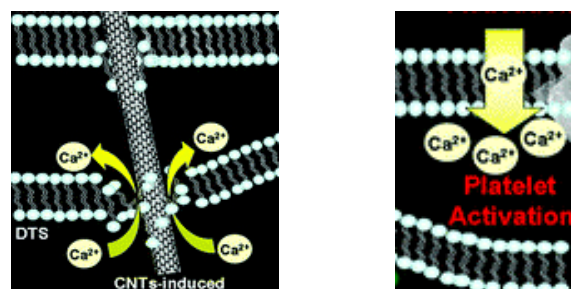


Рис. 1. Схема активации тромбоцита. Углеродные нанотрубки проникают в тромбоцит, повреждают систему плотных трубочек (слева) и вызывают внеклеточный приток ионов кальция (справа).

В своих экспериментах исследователи использовали многостенные нанотрубки M60 (средний диаметр 60 нм) и фуллерены  $\text{nC}_{60}$ . Образцы плазмы крови обрабатывали суспензией наноматериалов (100 мкг/мл  $\text{nC}_{60}$  или УНТ) при  $37^\circ\text{C}$  в течение 15 мин при слабом перемешивании. В суспензии нанотрубки образовали игольчатые агрегаты размером 1.0 мкм, а фуллерены – агрегаты гладкой формы размером 0.7 мкм. Интересно, что в отличие от углеродных нанотрубок фуллерены  $\text{C}_{60}$  не вызвали активации и агрегации тромбоцитов (рис. 2). Возможно, структура агрегатов играет важную роль в воздействии на эти элементы крови.

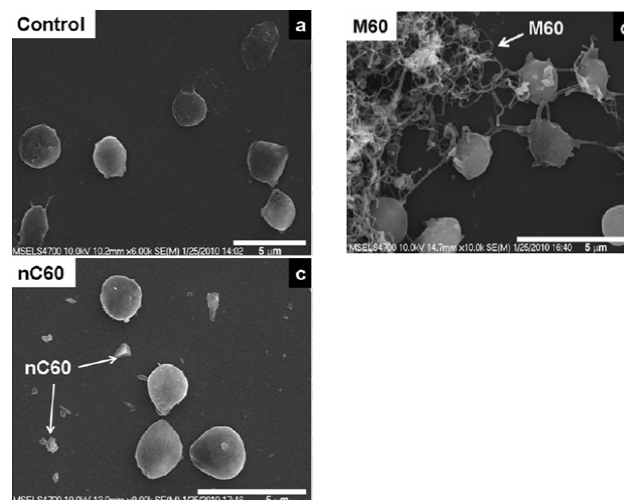


Рис. 2. Микрофотографии тромбоцитов, полученные в сканирующем электронном микроскопе с полевой эмиссией (FESEM): (a) контрольный образец; (d) образец после воздействия многостенных УНТ; (c) образец после воздействия фуллеренов.

Понимание механизма взаимодействия углеродных нанотрубок с тромбоцитами безусловно поможет разработать общие принципы создания углеродных наноматериалов, безопасных для клеток крови. Возможно, для диагностики и терапии кровеносных сосудов больше подойдут фуллерены. Тем не менее, исследователи [1] считают важнейшей задачей изучение модификации поверхности УНТ для снижения вредных эффектов.

*О.Алексеева*

1. *S.H. De Paoli Lacerda et al., ACS Nano 5, 5808 (2011).*
2. *J. Semberova et al., Nano Lett. 9, 3312 (2009).*

### **Молекула воды, заключенная в клетку фуллерена $C_{60}$**

Как известно, внутри молекулы фуллерена находится достаточно большая полость (в случае наиболее распространенной молекулы фуллерена  $C_{60}$  размер этой полости превышает 0.4 нм), в которую могут помещаться не только отдельные атомы, но также простые молекулы. Получаемые при этом соединения носят название “эндоэдральные фуллерены” и обозначаются символом  $R@C_n$ , где R – атомная или молекулярная частица, инкапсулированная в клетку фуллерена. Эндоэдральные фуллерены представляют как научный, так и прикладной интерес, поскольку, с одной стороны, находящиеся внутри фуллереновой клетки атомы или молекулы защищены от внешнего воздействия и проявляют свои индивидуальные свойства, не зависящие от окружения. С другой стороны, возможность изоляции атомных частиц открывает путь к разработке квантовых информационных систем, способных запасать информацию в объеме размером менее нанометра.

Хотя внутри фуллерена достаточно места для небольшой молекулы, для внедрения такой молекулы внутрь фуллереновой клетки нужно преодолеть значительные трудности. Эти трудности связаны с необходимостью проникновения молекулы сквозь структуру сильно взаимодействующих атомов углерода, которые находятся на расстоянии чуть больше 0.1 нм друг от друга, а такое расстояние уже меньше типичного размера молекулы. Один из подходов к преодолению указанных трудностей предполагает создание в структуре фуллерена отверстия, размера которого достаточно для проникновения молекулы, и последующее его “залечивание”. Подобный подход оказался успешным в случае молекулы водорода  $H_2$  [1, 2], однако до сих пор никому не удавалось инкапсулировать в фуллереновую клетку трехатомную молекулу.

Решить эту задачу удалось исследователям из Kyoto Univ. (Япония), которые разработали химический метод [3], позволяющий контролируемым образом создавать в фуллереновой клетке отверстия желаемого размера, а затем, после введения внутрь клет-

ки молекулы воды, восстанавливать исходную структуру фуллерена. Для этого они использовали достаточно сложную последовательность химических реакций с участием хлорнафталина, тетрагидрофурана,  $CS_2$  и др., а для “оживления” отверстия в молекуле фуллерена – реакцию двух карбонильных групп, находящихся на краях этого отверстия, с эфиром фосфористой кислоты. На последнем этапе синтеза эндоэдральной молекулы  $H_2O@C_{60}$  образец очищали от всех органических молекул и радикалов, принимавших участие в процедурах раскрытия и “залечивания”. Для этого образец  $H_2O@C_{60}$  массой 50 мг, содержащий около 30% основного вещества, в течение часа отжигали в вакууме при температуре  $360^\circ C$  в присутствии 1 г  $Al_2O_3$ .

Исследование продукта методом рентгеновской дифракции подтвердило его эндоэдральную структуру. Кроме того, анализ дифрактограмм показал, что инкапсулирование молекулы воды внутрь фуллерена не изменяет его структурные характеристики. Результаты термических испытаний полученного вещества указывают на его стабильность до  $420^\circ C$ . Оптические спектры поглощения эндоэдральных фуллеренов в видимом и УФ диапазонах практически не отличаются от спектров чистого фуллерена  $C_{60}$ , отсюда можно сделать вывод о слабом характере взаимодействия инкапсулированной молекулы воды с фуллереновой клеткой. В отличие от многих других эндоэдральных соединений фуллеренов, для выделения которых в чистом виде требуется многократное использование жидкостной хроматографии, синтезированное соединение  $H_2O@C_{60}$  легко выделить в одну стадию с использованием толуола в качестве растворителя. Это связано с высоким дипольным моментом молекулы воды, способствующим повышению сорбционной способности эндоэдральной молекулы.

*А.Елецкий*

1. *K.Komatsu, M.Murata, Y.Murata, Science 307, 238 (2005).*
2. *M.Murata et al., J. Am. Chem. Soc. 130, 15800 (2008).*
3. *K.Kurotobi, Y.Murata, Science 333, 613 (2011).*

## КОНФЕРЕНЦИИ

### Научная сессия ОФН РАН

26 октября 2011 г.

(11-00, Физический институт им. П.Н.Лебедева РАН, Ленинский просп., 53, конференц-зал)

#### Программа

1. Д.ф.-м.н. **С.В. Морозов** (ИПТМ РАН) - Новые эффекты в графене с высокой подвижностью носителей
2. Д.ф.-м.н. **В.Г. Волостников** (Самарское отделение ФИАН) - Современная оптика гауссовых пучков
3. Д.ф.-м.н. **Н.В. Мушников** (УрО РАН) - Магнитные материалы на основе интерметаллических соединений

Web: <http://www.gpad.ac.ru/>

### ICTS Condensed Matter Programme 2011 9-22 December 2011, Bangalore, India

The ICTS Condensed Matter Programme 2011 (ICMP 2011) consists of a 10 day Winter School (December 9 to December 18) followed by a 4 day International Conference (December 19 to December 22), both to be held in Indian Institute of Science (Bangalore). The school will have four lecture courses focusing on the core of modern condensed matter physics, while the conference will feature four days of talks at the very forefront of our subject, delivered by a cross-section of internationally eminent speakers. The school will also feature tutorial lectures, evening colloquia and a few research seminars.

E-mail: [ictscmp11@gmail.com](mailto:ictscmp11@gmail.com)

Web: <http://www.icts.res.in/>

### International Conference on Superconductivity and Magnetism (ICSM2012), 29 April – 4 May 2012, Kumburgaz-Istanbul, Turkey

ICSM2012 will highlight recent advances in all major disciplines of Superconductivity and Magnetism with a unique concept.

#### Important Dates

Abstract Submission Deadline - **5 November** 2011

Early Registration Deadline - **15 February** 2012

Manuscript Submission Deadline - **13 April** 2012

Web: <http://www.icsm2012.org/>

## НОВЫЕ ИЗДАНИЯ

### Книги издательства БИНОМ



Головин Ю.И.

Наномир без формул. Под ред. проф. Л. Н. Патрикеева. БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011

В книге систематизированы нанообъекты, методы их получения и исследования, описаны магистральные направления развития науки о наноструктурах и важнейшие сферы применения нанопро-

дуктов: электроника, аэрокосмическая техника, медицина и здравоохранение, оборона и национальная безопасность, потребительские товары. Обсуждаются морально-этические проблемы и социально-экономические последствия нанореволюции.



**Нанобиотехнологии:** практикум. Под ред. А.Б. Рубина. БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011.

Практикум по курсу “Нанобиотехнологии” разработан сотрудниками кафедры биофизики и биоинженерии биологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова. Включает описание современных приборов (атомно-силовая микроскопия, конфокальная микроскопия, лазерная интерференционная микроскопия, спектроскопия КР и ЭПР) и методов моделирования, а также цикл лабораторных работ, посвященных применению наноструктур (квантовые точки, коллоидные частицы, липосомы) как для повышения эффективности биологического исследования, так и для обучения основам нанобезопасности.



**Шишкин Г.Г., Агеев И.М.**

Наноэлектроника. Элементы, приборы, устройства: учебное пособие. БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011

В учебном пособии излагаются физические и технологические основы наноэлектроники, в том числе принципы функционирования и характеристики нанoeлектронных устройств на базе

квантово-размерных структур: резонансно-туннельных, одноэлектронных и спинтронных приборов. Рассматриваются особенности квантовых компьютеров, электронных устройств на сверхпро-

водниках, а также приборов нанобиоэлектроники. Каждая глава снабжена контрольными вопросами и заданиями для самоподготовки.

Для студентов технических вузов, аспирантов, преподавателей и практических специалистов в области электроники.

Более подробную информацию можно посмотреть на сайте издательства БИНОМ <http://www.lbz.ru/>

---

### **ОШИБКА!**

В предыдущем выпуске ПерсТа в заметке “Азот в графене” неправильно указана ссылка на первоисточник. Должно быть: L.Zhao *et al.*, Science **333**, 999 (2011).

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

Ответственный редактор: И.Чугуева, e-mail: [irina@issp.ras.ru](mailto:irina@issp.ras.ru)

Научные редакторы К.Кугель, Ю.Метлин

В подготовке выпуска принимали участие: О.Алексеева, А.Елецкий, М.Маслов, Л.Опенев, А.Пятаков

Компьютерный ввод, макет: И.Фурлетова

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