

В этом выпуске:

## СВЕРХПРОВОДНИКИ

### НаноСКВИД

Сверхпроводниковое квантовое интерференционное устройство (СКВИД) представляет собой замкнутый сверхпроводящий контур с двумя джозефсоновскими контактами (слабыми связями). Его работа основана на явлении квантовой интерференции, вследствие которой максимальный ток  $I_c$  в контуре является периодической функцией магнитного потока  $\Phi$  через ограниченную контуром площадь (период этой функции равен кванту магнитного потока  $\Phi_0 = h/2e$ ). СКВИДы позволяют регистрировать очень слабые магнитные поля. При этом пространственное разрешение определяется размерами контура. В работе [1] (Израиль, США) изготовлен СКВИД с диаметром контура 46 нм (рис. 1а), что позволило авторам, в частности, определить распределение магнитного поля абрикосовских вихрей, отстоящих друг от друга на 120 нм (рис. 1б).

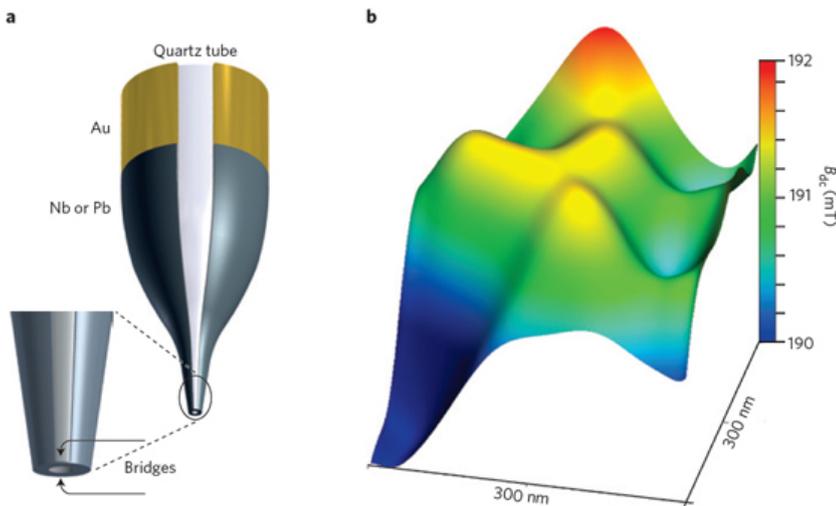


Рис.1. а – Кварцевая трубка с наноСКВИДом; б – распределение магнитного поля от абрикосовских вихрей в тонкой пленке Nb. Данные сканирующей СКВИД-микроскопии.

Шум потока в этом наноСКВИДе составил всего  $50 \text{ нФ}_0 \Gamma \text{ц}^{-1/2}$ , а его спиновая чувствительность –  $0.38 \text{ мкВ} \Gamma \text{ц}^{-1/2}$ . По сути дела, создана новая методика – сканирующая СКВИД-микроскопия.

Л.Опенев

1. D.Vasyukov et al., *Nature Nanotech.* **8**, 639 (2013).

## КВАНТОВЫЕ СИСТЕМЫ

### 0.7-аномалия в квантовых точечных контактах

Квантовый точечный контакт (КТК) представляет собой узкую 1D перемычку между 2D резервуарами электронов в гетероструктуре AlGaAs/GaAs (рис. 1а). Обычно он формируется электростатически, а его ширина контролируется напряжением  $V$  на наноразмерных электродах. Проводимость контакта  $G$  квантуется в единицах  $G_0 = 2e^2/h$ : при  $G = nG_0$  ( $n = 1, 2, 3 \dots$ ), на зависимости  $G(V)$  имеют место четко выраженные горизонтальные участки (плато). Такое

И далее ...

- 2 Спиновый и зарядовый шум в квантовых точках

### ГРАФЕН

Дефектный графен

### НАНОМАТЕРИАЛЫ

- 3 Уроки природы. Конструкционные биоматериалы.

### СНОВА К ОСНОВАМ

- 5 Полувековой юбилей модели Хаббарда

### ФУЛЛЕРЕНЫ И НАНОТРУБКИ

- 6 Тиофен заставляет щель исчезнуть

Электрические характеристики нанокompозита на основе полимерного материала, заполненного УНТ

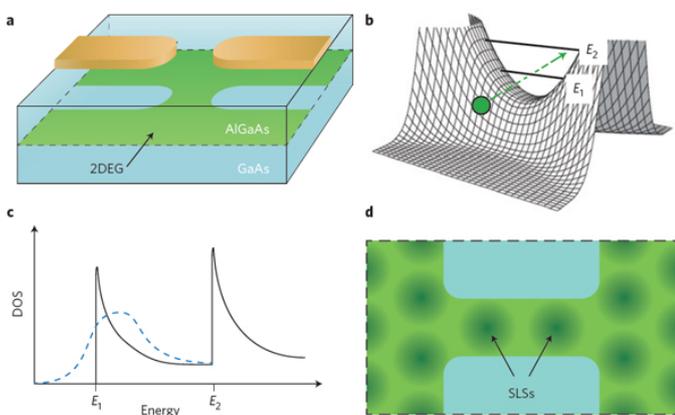
### ВЕСТИ С КОНФЕРЕНЦИЙ

- 7 V Евро-азиатский симпозиум “Тенденции в области магнетизма” EASTMAG-2013

### КОНФЕРЕНЦИИ

- 8 Семинар по физике конденсированного состояния, 2 октября 2013 г.

поведение  $G$  обусловлено наличием в контакте 1D подзон размерного квантования (рис. 1b), вклад каждой из которых в  $G$  равен либо  $G_0$  (если дно подзоны лежит ниже уровня Ферми в 2D резервуаре), либо нулю (в противном случае). Кроме того, в КТК наблюдается еще и плато при  $G = 0.7G_0$  – так называемая “0.7-аномалия”, причина появления которой пока не вполне ясна. Недавно появились две новые версии относительно природы этой аномалии [1, 2]. Авторы [1] (Германия, Швейцария) связывают ее с тем, что замедление электронов потенциальным барьером в центре КТК в сочетании с межэлектронным взаимодействием приводит к возникновению “хребта” плотности состояний вблизи дна первой 1D подзоны (рис. 1c). В статье [2] (Нидерланды, Израиль, Германия, Испания) 0.7-аномалию объясняют формированием квазисвязанных спиновых состояний (рис. 1d), о чем косвенно свидетельствуют эксперименты по измерению ВАХ контактов различной длины.



a – Квантовый точечный контакт формируется в двумерном электронном газе вблизи границы раздела AlGaAs/GaAs при подаче отрицательного напряжения на электроды. b – Потенциальная энергия электрона в квантовом точечном контакте ( $E_n$  – энергии уровней размерного квантования в поперечном направлении, каждому из которых отвечает 1D подзона). c – Модификация плотности состояний из-за электрон-электронного взаимодействия в области потенциального барьера [1]. d – Фриделевские осцилляции в 2D резервуаре приводят к возникновению в контакте спонтанно локализованных состояний (SLSs) [2].

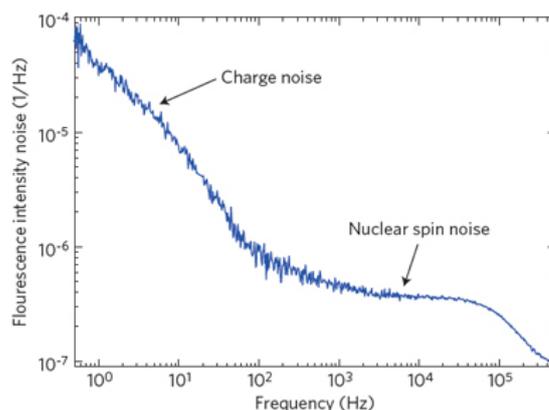
Чтобы доказать существование этих состояний, нужно использовать современные сканирующие методики. Между тем, в квантовых точечных контактах имеется и еще одна аномалия – плато проводимости при  $0.25G_0$  [3]. И она тоже ждет своего объяснения...

*По материалам заметки “Double or nothing?”, A.Micolich, Nature Phys. 9, 530 (2013).*

1. F.Bauer et al., Nature **501**, 73 (2013).
2. M.J.Iqbal et al., Nature **501**, 79 (2013).
3. T.M.Chen et al., Appl. Phys. Lett. **93**, 032102 (2008).

## Спиновый и зарядовый шум в квантовых точках

Полупроводниковые квантовые точки можно использовать как физические носители спиновых кубитов в квантовой информатике, источники единичных фотонов и пр. Однако квантовые точки, будучи твердотельными системами, “шумят”, что приводит к декогерентизации квантовых состояний и сдвигу частоты оптических переходов. Основными причинами шума являются флуктуации заряда (в том числе из-за перескоков электронов между зарядовыми ловушками) и флуктуации ядерных спинов. На эксперименте отделить спиновый шум от зарядового бывает непросто. В работе [1] (Германия, Швейцария) для этой цели использована резонансная флюоресценция экситонных переходов в квантовых точках InAs/GaAs. При небольшой отстройке от резонанса спиновые флуктуации приводят к сдвигу линий испускания экситонов с различными спинами в противоположных направлениях, а зарядовые – в одном. На основании тщательного анализа полученных данных авторы [1] определили, в каком диапазоне частот основную роль играет зарядовый шум, а в каком – спиновый (см. рис.).



При низких частотах в квантовых точках преобладает зарядовый шум, а при высоких – спиновый.

*I. A.V.Kuhlmann et al., Nature Phys. 9, 570 (2013).*

## ГРАФЕН

### Дефектный нанографен

Графен (монослой атомов углерода, в котором связи C–C образуют правильные шестиугольники) является собой типичный квазидвумерный объект. Дефекты, такие как пяти- и/или семиугольники, приводят к существенному искажению планарной структуры графена и ее локальному изгибу. Если дефектов немного, то квазидвумерность в целом сохраняется. В работе [1] (Япония, США) синтезирован нанографен  $C_{80}H_{30}$ , который можно рассматривать как предельный случай максимально дефектного фрагмента графена: на 20 шестиугольников в нем приходится 5 семиугольников и 1 пятиугольник (рис. 1a). Несмотря на то, что такой нанографен очень сильно изогнут (можно даже сказать –

уродлив, рис. 1b), “молекулы”  $C_{80}H_{30}$  образуют кристалл (рис. 2), что позволило авторам [1] использовать стандартную методику рентгеноструктурного анализа.

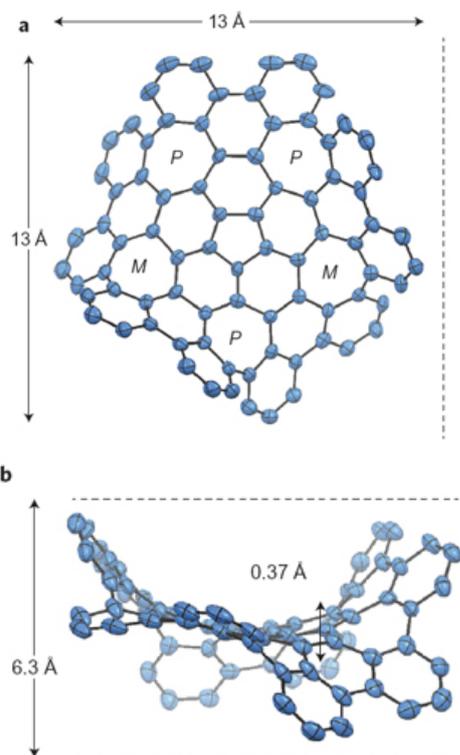


Рис. 1. Нанографен  $C_{80}H_{30}$ : вид сверху (a) и сбоку (b). Периферийные пассивирующие атомы водорода для ясности не показаны. Семиугольники из связей C–C различаются своей хиральностью (M или P).

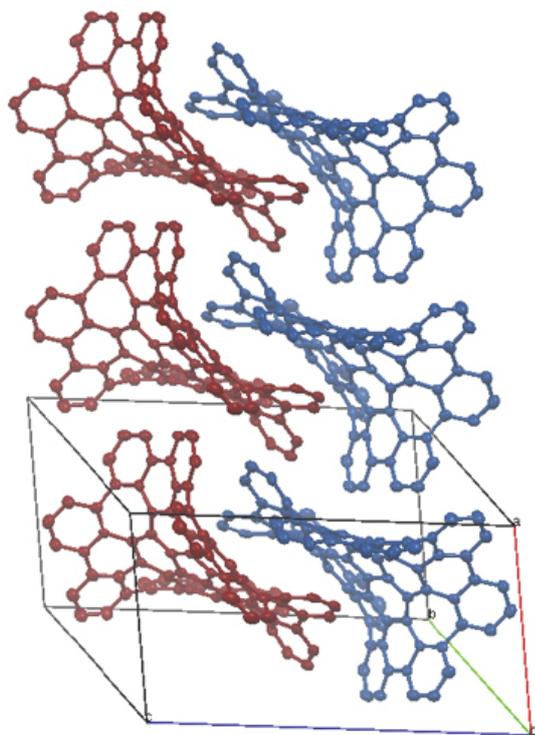


Рис. 2. Фрагмент кристалла из нанографенов  $C_{80}H_{30}$  и его элементарная ячейка.

По данным ЯМР в растворе наблюдаются быстрые переходы отдельных молекул  $C_{80}H_{30}$  между конфигурациями с различной хиральностью. Это имеет *ПерсТ*, 2013, том 20, выпуск 18

место даже при комнатной температуре, чему способствуют низкие ( $\sim 0.1$  эВ) барьеры для изомеризации  $C_{80}H_{30}$ . Экспериментальные данные хорошо согласуются с расчетами из первых принципов. Нанографен  $C_{80}H_{30}$  представляет интерес не только сам по себе, но и как сравнительно простая модельная система для исследования дефектов в графене.

Л.Опенев

I. K.Kawasumi et al., *Nature Chem.* 5, 739 (2013).

## НАНОМАТЕРИАЛЫ

### Уроки природы. Конструкционные биоматериалы

Природные биоматериалы обладают рядом особенностей, которые отличают их от материалов, создаваемых человеком [1-3]. Семь главных, по мнению авторов [1], следующие: самосборка; многофункциональность компонентов системы; иерархическая структура; гидратация – зависимость свойств от количества воды в структуре (например, присутствие воды резко увеличивает градиент жесткости клюва кальмара [4]); мягкие условия синтеза – большинство биоматериалов возникает при температуре и давлении окружающей среды; ограничения, связанные с использованием доступного набора элементов (основные из которых C, N, Ca, H, O, Si, P); способность к самозалечиванию (см. ПерсТ [5]). По структуре биоматериалы можно разделить на 2 класса – “мягкие” волокнистые (коллаген, хитин, кератин и другие биополимеры) и “твердые” минерализованные. Последние представляют собой композиты из минералов (гидроксиапатит,  $CaCO_3$ , аморфный  $SiO_2$  и др.) и органики (коллагена, хитина). При этом механические свойства композитов гораздо лучше, чем свойства входящих в их состав компонентов. Авторы обзора [1] приводят различные примеры конструкционных, то есть способных нести механические нагрузки, биоматериалов. В центре внимания три вопроса: 1) за счет чего достигается высокая прочность при растяжении (биополимеры); 2) чем обусловлена высокая ударная вязкость (композиты); 3) как биосистемы, имеющие малый вес, приобретают большое сопротивление изгибу (оболочка с “пенной” внутри).

Один из самых ярких примеров “мягкого” биоматериала с чрезвычайно высокой прочностью и эластичностью – шёлк пауков (особенно пауков-кругопрядов рода *Nephila*). Центральная часть нити образована фибриллами из белков спидроинов. Белки состоят из нанокристаллитов антипараллельных  $\beta$ -листов, богатых аминокислотой аланином, распределённых в матрице из полипептидных цепочек и спиральных структур, богатой другой аминокислотой – глицином. Нанокристаллиты, по об-



щепринятому мнению, обеспечивают прочность нити, а молекулярные “нанопружинки” и петли – эластичность.

При растяжении разрываются внутри- и межцепочечные водородные связи, и нанокристаллиты выстраиваются вдоль оси волокна. Подробно об уникальных свойствах паутины рассказано в ПерсТе [6]. Авторы [1] приводят и другие примеры – шелк тутового шелкопряда, шерсть, яйца морской улитки из семейства трубачей (*Buccinidae*) (рис. 1). Трубочки откладывают яйца в специальные яйцевые капсулы с питательной жидкостью. Яйца благополучно сохраняются, несмотря на то, что кладку из капсул все время бьет волна. Как показано на рис. 1, при определенной нагрузке  $\alpha$ -спирали кератина превращаются в  $\beta$ -листы; этот переход сопровождается изменением длины. Деформация в диапазоне механических напряжений 2-5 МПа обратима (см. график напряжение/растяжение).

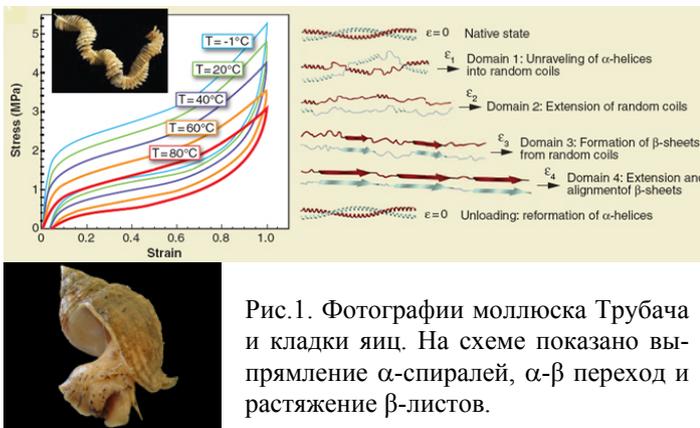


Рис.1. Фотографии моллюска Трубача и кладки яиц. На схеме показано выпрямление  $\alpha$ -спиралей,  $\alpha$ - $\beta$  переход и растяжение  $\beta$ -листов.

Другое замечательное свойство биоматериалов, высокая ударная вязкость, в основном определяется наличием границ раздела. Некоторые примеры приведены на рис.2 [1]. Слева показана раковина морского ушка. Эти раковины очень прочны, в 3000 раз прочнее своего основного компонента карбоната кальция  $\text{CaCO}_3$ . Дело в том, что слои карбоната кальция состоят из отдельных “кирпичиков” – пластинок толщиной  $\sim 0.5$  мкм и диаметром  $\sim 10$  мкм. Кроме того, имеются сезонные органические мезослои (через  $\sim 300$  мкм). Кирпичики чередуются с 20-30 нм наноструктурными слоями “строительного раствора” из волокнистой хитиновой сетки и кислых белков. Кроме того, они соединены минеральными мостиками диаметром  $\sim 50$  нм (рис. 2). Такая структура обеспечивает достаточную прочность и связанность отдельных пластинок, в то же время, позволяя им смещаться, друг относительно друга. Возникающая трещина не может пройти сквозь пластинки, а вынуждена огибать их, полная длина трещины увеличивается; ударная вязкость растет.

Кости млекопитающих также демонстрируют высокую ударную вязкость. Самые крепкие – рога благородных оленей. Это пример композита из гидроксипатита, коллагена и воды. Кость рога состоит из губчатой центральной части, окруженной внеш-

ней компактной оболочкой (рис.2 справа). Остеоны (структурная единица компактного вещества кости) окружены минерализованными областями, которые отклоняют трещины. Коллаген задерживает продвижение трещины и создает скрепляющие мостики за ее фронтом. Очень важно, что вязкость растет по мере развития трещины (график на рис. 2).

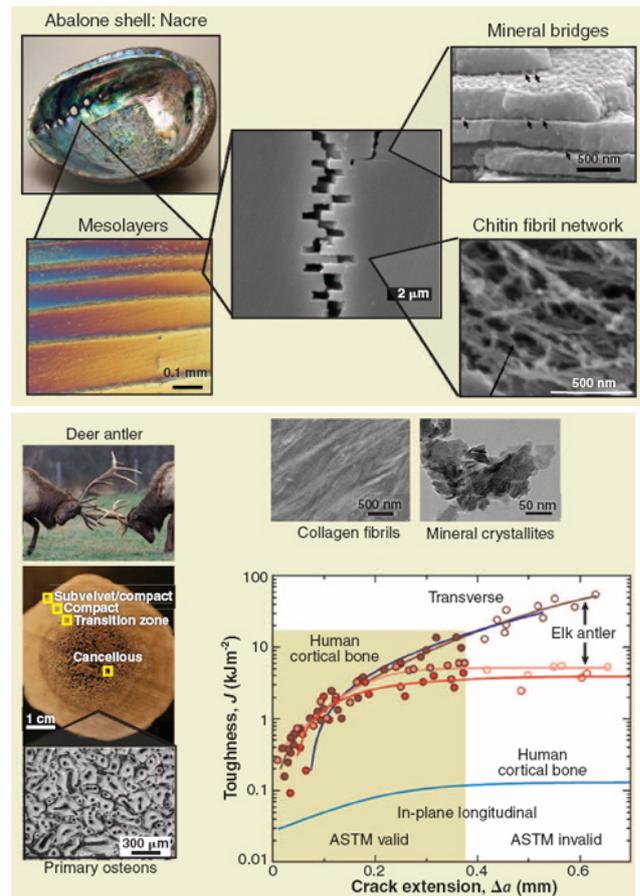


Рис. 2. Иерархические структуры некоторых биоматериалов с высокой ударной вязкостью.

Вверху – раковина морского ушка (*abalone*). Показаны слои роста (мезослой), минеральные мостики между пластинками, хитиновая сетка; в центре пример сложного продвижения трещины.

Внизу – кость рога оленя. Кортикальная (компактная) костная ткань формирует внешнюю часть кости, губчатая находится внутри. Фибриллы коллагена ориентированы вдоль направления роста; внутри и вокруг них диспергированы нанокристаллические минералы. Зависимости вязкости от роста трещины в поперечном и продольном направлении приведены для кортикальной кости человека и кости рога оленя.

Другой пример высокой вязкости – материал клешней омаров или ударной конечности рака-богомла. Биокompозит из минерализованных хитиновых волокон, входящий в состав “молотка” рака-богомла не только поглощает энергию при ударе, но и не даёт распространяться возникающим трещинам (см. [7]).

Клювы и перья птиц, стебли некоторых растений (например, бамбука), иглы ежа и дикобраза должны быть легкими, но жесткими. Высокое сопротивление изгибу без увеличения веса достигается благодаря плотной оболочке, заполненной легким “пе-

номатериалом” (рис. 3). Стебель стрелиции состоит из цилиндрических клеток, жесткие стенки которых имеют поры, дополнительно уменьшающие вес.

Кератиновая игла дикобраза состоит из плотной оболочки и пористой сердцевины.

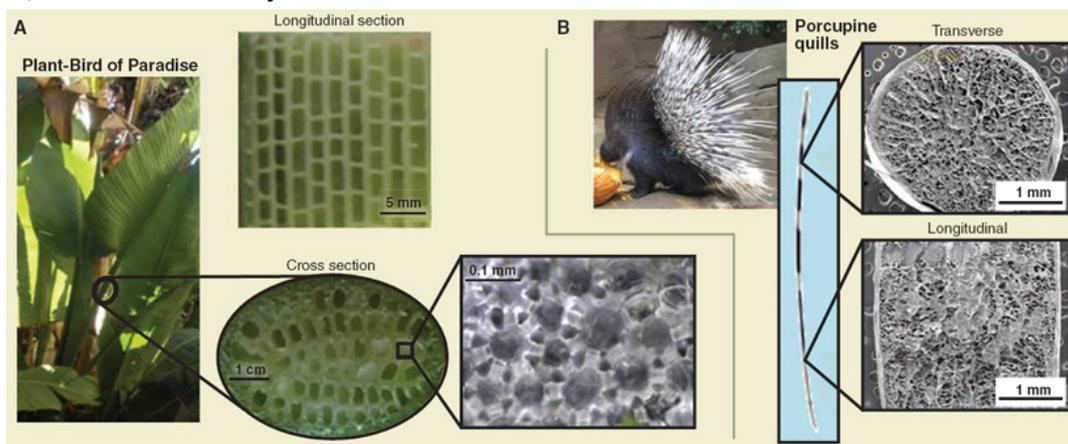


Рис. 3. Легкие жесткие биоматериалы: А – стебель стрелиции (“райской птицы”); В – структура иглы дикобраза.

Применение методологии механики и материаловедения позволит шире использовать примеры природы для создания новых конструкционных материалов и структур. Уже давно и хорошо известны пеноматериалы, полученные из металлов, керамики, полимеров. Изучение строения раковин (“кирпич-раствор”) помогает синтезировать новые керамические композиты, в том числе с очень высокой вязкостью (рис. 4).

Недавно сообщалось о разработке градиентного нанокompозита, имитирующего клюв кальмара [4].

Несмотря на имеющиеся успехи в синтезе композитов по примеру природы принципами дизайна таких “простых” иерархических биологических систем как стержень птичьего пера (рис. 5) пока воспользоваться не удастся...

О. Алексеева

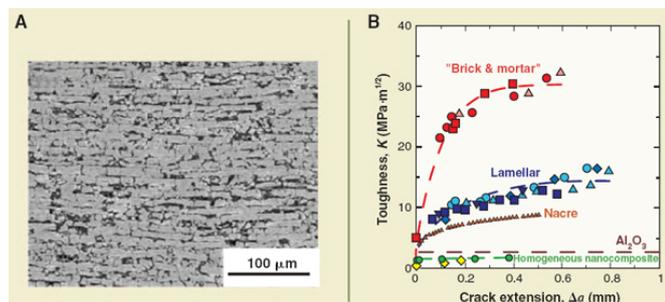


Рис. 4. А – Синтетический перламутр, состоящий из слоев оксида алюминия и полимерной связки.

В – График зависимость вязкости от роста трещины для гомогенного нанокompозита,  $Al_2O_3$ , перламутра, слоистой структуры и “кирпичной кладки” (brick&mortar). [1]

1. M.A.Meyers et al. *Science* **339**, 773 (2013).
2. M.A.Meyers et al., *Prog. Mater. Sci.* **53**, 1 (2008).
3. А.А.Берлин. *Вестн. Моск. ун-та. Сер. 2. Химия* **46**, 131 (2005).
4. [ПерсТ 20, вып. 11, с.4 \(2013\).](#)
5. [ПерсТ 16, вып. 21, с.5 \(2009\).](#)
6. [ПерсТ 19, вып. 17, с.2 \(2012\).](#)
7. [ПерсТ 19, вып. 19, с.3 \(2012\).](#)

## СНОВА К ОСНОВАМ

### Полувековой юбилей модели Хаббарда

Если бы в нашем распоряжении имелся суперкомпьютер с бесконечно большой оперативной памятью и ничем не ограниченным быстродействием, то мы могли бы легко описать практически любое явление из числа подчиняющихся известным нам физическим законам. Но такого компьютера у нас нет, и поэтому приходится всякий раз, основываясь на здравом смысле и интуиции, использовать те или иные приближения, заменяя полную строгую формулировку задачи упрощенной моделью. Хорошая модель должна, с одной стороны, ухватывать суть явления, а с другой – быть достаточно простой для анализа. К числу таких моделей относится легендарная модель Хаббарда, предложенная независимо друг от друга Гутцвиллером, Канамори и Хаббардом около 50 лет назад [1-3].



Рис. 5. Иерархическая структура стержня птичьего пера. Показаны поверхностные волокна, фибриллы разного диаметра и пена, содержащая заполненные воздухом полиэдральные структуры [1].  
Авторы исследований мощной конечности ракабогомла надеются создать прочные имплантаты бедра. Активно ведутся работы по получению искусственного шелка со свойствами нити паутины [6].  
*ПерсТ, 2013, том 20, выпуск 18*

$$H = t \sum_{i,j,\sigma} C_{i\sigma}^\dagger C_{i\sigma} + U \sum_i n_{i\uparrow} n_{i\downarrow}$$

Справедливости ради отметим, что эта модель является частным случаем полярной модели металла,

сформулированной Шубиным и Вонсовским почти за тридцать лет до Хаббарда [4]. Первоначально модель Хаббарда предназначалась для объяснения ферромагнетизма коллективизированных электронов в переходных металлах (железо, никель), но очень быстро вышла за эти рамки и стала применяться ко всем твердым телам, в которых межэлектронное взаимодействие играет существенную или даже определяющую роль. Фактически модель Хаббарда представляет собой расширение так называемой модели сильной связи, описывающей перескоки электронов между соседними узлами решетки, но расширение принципиальное: к кинетической энергии электронов  $t$  добавляется энергия  $U$  кулоновского отталкивания электронов на одном узле. В зависимости от величины отношения  $t/U$  различают режимы слабых и сильных корреляций. Несмотря на кажущуюся простоту модели Хаббарда, точное аналитическое решение для нее пока удалось получить только в одномерном случае. В настоящее время модель Хаббарда с успехом используется, например, для описания системы холодных атомов в оптической ловушке. Не прекращаются попытки (пока безуспешные) доказать существование в этой модели сверхпроводящего основного состояния (нефононный механизм спаривания).

Л. Опенов

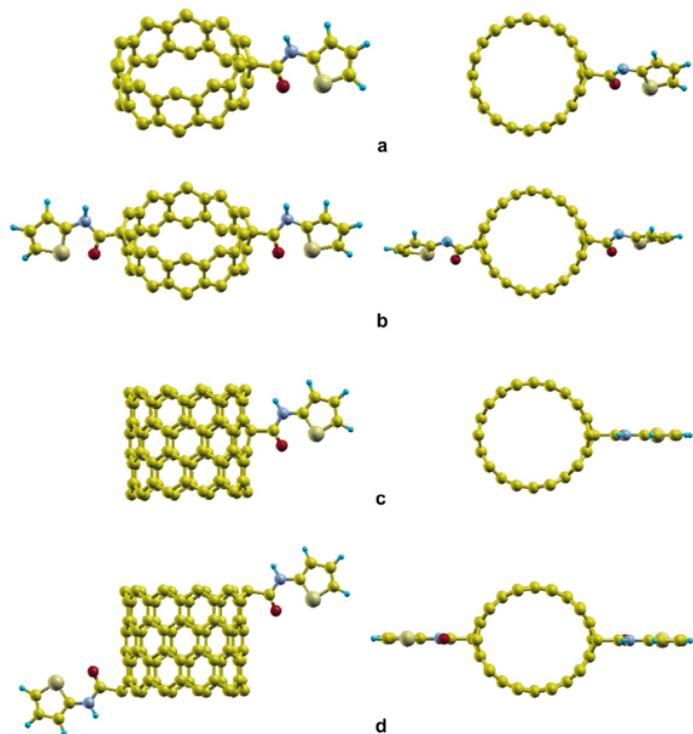
1. J. Hubbard, *Phys. Roy Soc. A* **276**, 237 (1963).
2. M. C. Gutzwiller, *Phys. Rev. Lett.* **10**, 159 (1963).
3. J. Kanamori, *Prog. Theor. Phys.* **30**, 275 (1963).
4. S. Schubin, S. Vonsowsky, *Proc. Roy. Soc. A* **145**, 159 (1934).

## ФУЛЛЕРЕНЫ И НАНОТРУБКИ

### Тиофен заставляет щель исчезнуть

Важнейшей характеристикой, определяющей электронные свойства углеродной нанотрубки, является хиральность – угол ориентации графитовой плоскости, из которой сложена трубка, относительно ее оси. В зависимости от хиральности углеродные нанотрубки (УНТ) могут быть отнесены к различным классам соединений: металлам или полупроводникам. Разумеется, полупроводниковые нанотрубки характеризуются шириной диэлектрической щели, и одной из основных задач современной прикладной наноэлектроники является разработка надежных методик эту щель варьировать. Одним из проверенных способов настройки электронных свойств является допирование внешней поверхности УНТ различными химическими соединениями и функциональными группами. Авторам работы [1] с помощью компьютерного моделирования удалось подобрать такие радикалы, что изначально полупроводниковая нанотрубка превратилась в металлическую. В рамках теории функционала плотности они рассмотрели одностенные УНТ с хиральностью (10,0), сначала “чистые”, а затем допированные тиофеном. Тиофен или тиофуран представляет собой пятичленное кольцо, содержащее один атом

серы в цикле ( $C_4H_4S$ ), его присоединяли к стенке нанотрубки с помощью амидогруппы. Исследователи проанализировали четыре типа образцов, содержащих одну или две функциональных группы с тиофеновыми кольцами (см. рис.).



Оптимизированные геометрии фрагментов углеродной нанотрубки с хиральностью (10,0), допированные одной или двумя функциональными группами, содержащими тиофеновые кольца.

При проведении расчетов авторы использовали периодические граничные условия. Результаты показали, что радикалы прочно связываются с поверхностью нанотрубок, незначительно искажают ее геометрию, но существенно меняют зонную структуру. После модификации полупроводниковые УНТ с диэлектрической щелью 0.8 эВ становились металлическими, т.е. щель полностью исчезала. Таким образом, с помощью несложной функционализации удалось получить интересный объект для приложений наноэлектроники, однако интересно было бы узнать, является ли этот процесс обратимым, и каким образом тиофеновые кольца влияют на электронные свойства УНТ с хиральностью отличной от (10,0)? К сожалению, ответов на эти вопросы авторы пока не дают.

М. Маслов

1. M. Hamadani et al., *Chem. Phys. Lett.* **584**, 177 (2013).

### Электрические характеристики нанокompозита на основе полимерного материала, заполненного УНТ

Как известно, заполнение полимерных материалов углеродными нанотрубками (УНТ) существенно изменяет характеристики полученного композита. Даже небольшого количества УНТ (менее 1%) доста-

точно, чтобы проводимость полимера выросла на 10–12 порядков величины. Минимальная концентрация присадки, при которой наблюдается скачок проводимости, называется перколяционным порогом композита. При превышении перколяционного порога материал переводится из разряда изоляторов в разряд проводников при сохранении присущим полимерным материалам механических свойств, таких как гибкость и относительно низкий удельный вес. Наряду с этим, введение УНТ в полимерную матрицу изменяет также механические свойства материала, что связано с чрезвычайно высокой прочностью нанотрубок. Хотя проблема модификации полимерных материалов углеродными нанотрубками уже не одно десятилетие занимает умы исследователей, но до сих пор многие проблемы остаются нерешенными. В частности, отсутствуют количественные зависимости электрических характеристик композита от степени отклонения формы нанотрубок от линейной, от степени их агрегации, а также от характера контакта между нанотрубками в условиях полимерной матрицы. Чтобы найти ответ на эти и некоторые другие вопросы в Univ. of Salerno (Италия) были сделаны детальные модельные расчеты электрических характеристик таких композитов в зависимости от различных параметров [1].

В основу расчета положена модель, согласно которой элементарная ячейка случайным образом заполняется нанотрубками одинакового размера до тех пор, пока в системе не образуются перколяционные пути, обеспечивающие прохождение электрического тока. Для определения электрических характеристик этих путей используется эквивалентная электрическая схема, учитывающая не только электрическое сопротивление сети, но также ее емкостные свойства. Это дает возможность определять частотные зависимости импеданса рассматриваемого материала в широком диапазоне изменения частоты изменения электрического поля.

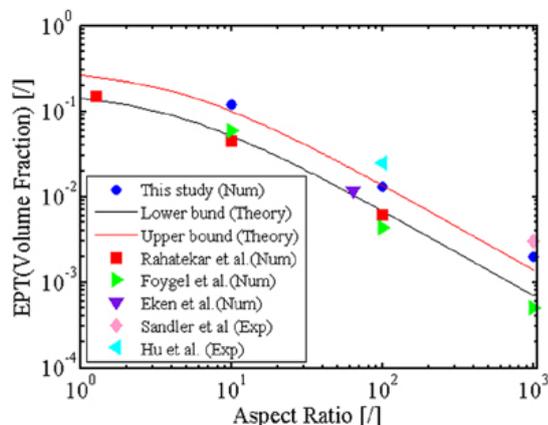


Рис. 1. Зависимость положения перколяционного порога от аспектного отношения нанотрубок.

Одним из основных результатов проведенного расчета является зависимость положения перколяционного порога от аспектного отношения нанотрубок (отношение длины к диаметру). Эта зависи-

мость показана на рис. 1. Как видно, использование достаточно длинных УНТ позволяет снизить величину перколяционного порога до 0.01 – 0.1%, что, в свою очередь, открывает возможность создания проводящих композитов с минимальным содержанием УНТ.

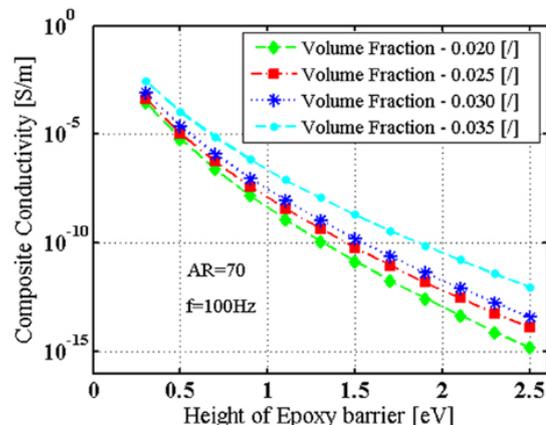


Рис. 2. Зависимость проводимости композитов различного состава от высоты потенциального барьера в области контакта между двумя УНТ.

Существенное влияние на проводящие свойства композитов с присадкой УНТ оказывает сопротивление контакта между соседними нанотрубками. Величина этого параметра зависит, в свою очередь, от высоты потенциального барьера, который образуется в полимерной матрице и препятствует прохождению электронов через контакт. Степень чувствительности перколяционного поведения композитов с присадкой УНТ представлена на рис. 2. Столь высокая чувствительность результатов расчета к величине этого параметра является основным препятствием, возникающим на пути предсказательных расчетов электрических свойств рассматриваемых композитов, поскольку высота потенциального барьера зависит не только от типа полимерной матрицы, но также от процедуры ее изготовления.

*А. Елецкий*

*1. B. De Vivo et al., J. Appl. Phys. 113, 244301 (2013).*

## ВЕСТИ С КОНФЕРЕНЦИЙ

### *V Евро-азиатский симпозиум “Тенденции в области магнетизма” EASTMAG-2013*

С 15 по 21 сентября 2013 г. во Владивостоке состоялась крупная международная конференция Euro-Asian Symposium “Trends in MAGnetism” (EASTMAG-2013), которая продолжила традицию научных симпозиумов по актуальным проблемам магнетизма, проводимых каждые три года. На конференции традиционно сильно представительство стран азиатско-тихоокеанского региона (США, Японии, Тайваня, Китая, Кореи), а с российской стороны – уральского, сибирского, и дальневосточного регионов. Всего в работе симпозиума приняло участие более 250 ученых из 22 стран мира.

Отдельного рассказа заслуживает место проведения конференции – новый кампус Дальневосточного федерального университета, расположенный в живописной бухте острова Русский. В наследство от саммита АТЭС университету досталась территория 80 гектаров с развитой инфраструктурой, специально созданной для проведения глобальных мероприятий.



а



б

Рис. 1. а – Вид на пролив Босфор Восточный и новый мост через него с территории ДВФУ; б – зал пленарных заседаний.

Симпозиум открыл пленарный доклад Садамиши Маекавы “Генерация спиновых токов в спинтронике”, посвященный разнообразным эффектам, связанным с возникновением неравновесной спиновой концентрации: спиновому эффекту Холла (поперечный снос электронов с антипараллельными спинами в противоположные стороны при протекании тока через проводник) и спиновому эффекту Зеебека (возникновение аналогичного явления, вызванного не протеканием тока, а наличием градиента температур в проводнике) [1]. Оба эффекта могут рассматриваться как генерация “чистого” спинового тока, не сопровождающегося переносом электрического заряда. Фундаментальным вопросам, связанным с фи-

зикой моттовских диэлектриков, был посвящен второй пленарный доклад С.Г. Овчинникова. В пленарных докладах В.В. Устинова и Самуэля Бадера снова звучала тема спинтроники. Большое внимание на конференции также было уделено магнитооптике, магнитофотонике и магнитоплазмонике – им были посвящены пленарные доклады Р.В. Писарева, Мицутеру Иноуэ, В.И. Белотелова.

Культурная программа конференции включала экскурсию по Владивостоку, морской тур, экскурсию по ночному городу “Огни Владивостока”. Желаящие погостить на Дальнем Востоке подольше могли принять участие в сателлитной Междисциплинарной научной конференции “Магнетизм и науки о Земле” (г. Петропавловск-Камчатский) и совершить увлекательное путешествие в знаменитую долину гейзеров.

А. Пятаков

*1. Concepts in Spin Electronics, ed. S. Maekawa (Oxford University Press, 2006).*

## КОНФЕРЕНЦИИ

### **Семинар по физике конденсированного состояния, 2 октября 2013 г.**

(17.00, многофункциональный зал библиотеки физического факультета МГУ, 5 этаж)

Леонид Викторович Кулик - (Институт физики твердого тела РАН, Черноголовка)

“Спектроскопия неупругого рассеяния света на коллективных спиновых возбуждениях в двумерной электронной системе”

Пропуск на физический факультет слушателей семинара будет осуществляться по предъявлению паспорта. Предварительная запись на семинар на сайте <http://nano.msu.ru/education/seminars> (до 15:00 дня семинара).

Для расширения возможностей участия в семинаре предполагается обеспечить прямую он-лайн трансляцию заседаний через сайт <http://nano.msu.ru/video.php>

Видеозапись семинара впоследствии будет доступна на сайтах <http://cm.phys.msu.ru/?q=seminar> или <http://nano.msu.ru/research/seminars/condensed/seminars>

Дополнительная информация:

тел. +7(495)939-1151

E-mail: [khokhlov@mig.phys.msu.ru](mailto:khokhlov@mig.phys.msu.ru)

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

Главный 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

Выпускающий редактор: И.Фурлетова

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