

В этом выпуске:

КВАНТОВЫЕ СИСТЕМЫ

К вопросу о привидениях

С современной формулировкой квантовой механики так и не примирился великий Эйнштейн. Имеется в виду знаменитый парадокс Эйнштейна-Подольского-Розена (ЭПР): из источника вылетает пара запутанных фотонов, один направляется Алисе, а другой – Бобу. Алиса и Боб производят измерение поляризации своих фотонов в произвольном базисе и вычисляют корреляцию. Многократные исследования этого парадокса в последнее время показали полное торжество квантовой механики, несмотря на то, что она нарушает принцип локальности, присущий всем теориям классической физики и просто здравому смыслу. Принцип локальности утверждает, что удаленные объекты никак не взаимодействуют друг с другом.

Чтобы сохранить принцип локальности предположили наличие скрытых параметров, которые не поддаются наблюдению, но определяют детерминированное поведение квантовой системы при измерении. Вылетающие фотоны уносят с собой «инструкцию» о том, какие давать результаты при измерении их поляризации в различных базисах.

Однако, как выяснилось, никакая вложенная в фотоны инструкция не позволяет получить степень корреляции выше 0.5. Квантовая механика на основе запутанных состояний фотонов дает 0.7, что и наблюдают в экспериментах по проверке неравенств Белла.

Следующее предположение по спасению теории скрытых параметров заключается в том, что фотоны продолжают взаимодействовать даже после того, как они разлетелись на большие расстояния, и сообщают друг другу о результатах измерения. Это взаимодействие должно распространяться со скоростью, превышающей скорость света. Такое взаимодействие Эйнштейн окрестил «привидениями». На самом деле, его специальная теория относительности приводит к существованию двух видов четырехмерного пространства-времени. Одно пространство (наше) имеет три пространственноподобные координаты. В различных системах отсчета их очередность может переставляться. А вот ось времени направлена определенным образом, что и обеспечивает причинность событий. В другом же пространстве все наоборот. В нем ось времени пространственноподобна. В различных системах отсчета моменты времени могут меняться местами. Чтобы сохранить причинность требуется выдвинуть гипотезу о наличии выделенной системы отсчета. Некоторые полагают, что во всех местах она разная, другие считают, что она одна для всей Вселенной.

Ученые из University of Geneva провели эксперимент по проверке этой гипотезы [1]. Источник пар фотонов находился в Женеве, измерения их поляризации проводились в соседних деревнях (см. рис.). Длина оптоволокон от источника до мест измерения была строго одинаковой, чтобы фотоны измерялись с высокой точностью одновременно. Отрезок между деревнями почти строго ориентирован с востока на запад. Измерения проводили в течение

И далее ...

2 Как взвесить фотон

СВЕРХПРОВОДНИКИ

2 Природа “шахматного порядка” в купратных ВТСП

3 Электронная структура безмедного ВТСП $LaOFeP$

Необычный магнитный порядок в псевдощелевой области фазовой диаграммы ВТСП $HgBa_2CuO_{4+\delta}$

НАНОСТРУКТУРЫ, НАНОТЕХНОЛОГИИ, НАНОЭЛЕКТРОНИКА

4 Моттовский диэлектрик из ферми-атомов в оптической решетке

СПИНТРОНИКА

4 Электрическое поле управляет намагниченностью в полупроводнике

ФУЛЛЕРЕНЫ И НАНОТРУБКИ

5 Нанотрубки взвешивают отдельные атомы

Исследование теплопроводности в углеродных нанотрубках оптическим методом

6 Изображение легких атомов и молекул на листах графена

ФИНАНСИРОВАНИЕ И РЫНОК

6 Sic transit gloria mundi

КОНФЕРЕНЦИИ

8 Научная сессия ОФН РАН, посвященная 100-летию со дня рождения лауреата Нобелевской премии академика И.М. Франка
22 октября 2008 г

суток. За это время отрезок между деревнями скапировал все возможные системы отсчета, благодаря вращению Земли и ее движению по орбите. Предполагалось, что если измерения фотонов происходят почти одновременно, то при прохождении выделенной системы отсчета фотоны не успеют обменяться информацией из-за ограниченности скорости «привидений». Тогда в эксперименте должна была бы получиться классическая степень корреляции 0.5. Таких событий не было обнаружено. Корреляция постоянно была квантовой. Из этого исследователи сделали вывод, что скорость «привидений», по крайней мере, на 4 порядка превышает скорость света. На самом деле, возможен и другой вывод: выделенная система отсчета настолько сильно выделена, что в этом эксперименте ее попросту проскочили.

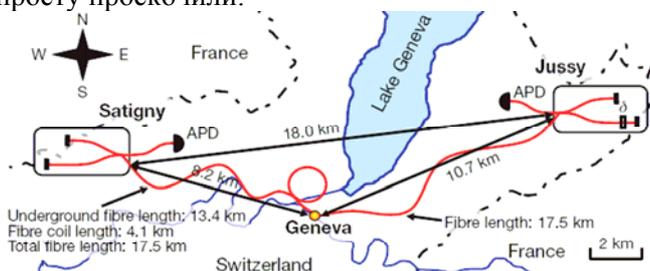


Рис. Схема установки: источник пар фотонов в Женеве, измерения поляризации отдельных фотонов в соседних деревнях

В.Вьюрков

I. D. Salart et al., Nature 454, 861 (2008).

Как взвесить фотон

Большинство населения земли полагает массу фотона равной нулю, однако некоторые скептики считают это утверждение недоказанным и предлагают эксперименты по измерению массы фотона. Какие же могут быть последствия от конечной массы фотона, которые можно было бы наблюдать в эксперименте? Если масса нулевая ($m=0$), то поле магнитного диполя спадает с расстоянием как $\sim 1/r^3$, а если масса конечна, то поле спадает экспоненциально как $\sim \exp(-r/\lambda)/r^3$, где $\lambda = h/mc$ - комптоновская длина волны фотона. Такая зависимость для массивного фотона и есть поле Юкавы. С практической точки зрения эта зависимость означает экранирование поля диполя, что должно сказаться на поведении замагниченной плазмы на пространственных масштабах порядка или больше λ . На это еще обратил внимание Шредингер и предложил оценивать λ из измерений магнитного поля Земли. Тогда отклонения от «школьного» закона не было выявлено. Это означало, что $\lambda > 10^4$ км. В 1975 году измерения плазмы в районе Юпитера, проведенные станцией Пионер-10, дали величину $\lambda > 10^7$ км. Известный российский физик академик Д.Д. Рютов, ныне работающий Lawrence Livermore Laboratory (США), написал строгие уравнения магнитной гид-

родинамики для конечной массы фотонов и повысил эту оценку еще на порядок. Эти результаты теперь признаны. В настоящее время можно считать, что масса фотона $m < 10^{-49}$ г.

Что же теперь дальше? Дальше Д.Д. Рютов предлагает провести измерения плазмы на окраинах Солнечной системы, потом – межгалактической плазмы, и, наконец, в масштабах всей Вселенной [1]. Возможно, до этого времени у читателей ПерсТа появятся и другие идеи по измерению массы фотона.

В.Вьюрков

I. D.D. Ryutov, Plasma Phys. Control. Fusion 49, B429 (2007).

СВЕРХПРОВОДНИКИ

Природа «шахматного порядка» в купратных ВТСП

Одной из причин того, что так долго не удается разобраться с механизмом высокотемпературной сверхпроводимости, является наличие в купратных ВТСП нескольких различных электронных состояний, либо мирно сосуществующих, либо конкурирующих между собой. В центре внимания сейчас находится псевдощелевая фаза, занимающая большую область фазовой диаграммы на плоскости температура – концентрация дырок p и окружающая «сверхпроводящий купол» на кривой $T_c(p)$. В этой связи значительный интерес привлекает так называемый «шахматный порядок», наблюдающийся методом сканирующей туннельной микроскопии (СТМ) как в сверхпроводящем, так и в нормальном (в том числе в псевдощелевом) состоянии ВТСП. Он представляет собой модуляцию электронной плотности в плоскости a - b с периодом $4 \div 5$ периодов решетки a_0 . Пока непонятно, какой из теоретических моделей шахматного порядка можно отдать предпочтение, поскольку все экспериментальные данные получены лишь для тех или иных небольших отдельных областей фазовой диаграммы купратов.

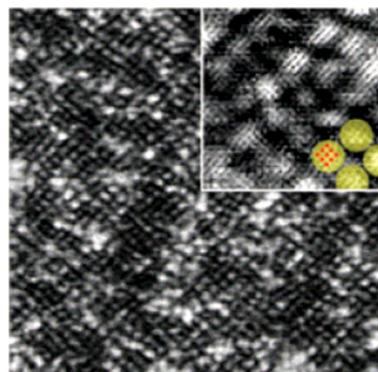


Рис. СТМ-топография участка поверхности скола оптимально допированного ВТСП $\text{Bi}_{2-y}\text{Pb}_y\text{Sr}_{2-z}\text{La}_z\text{CuO}_{6+x}$ с $T_c = 35$ К вдоль слоев BiO . Слои CuO_2 находятся на ≈ 0.5 нм глубже. Размеры участка 78.5×78.5 нм². На вставке – увеличенное изображение с размерами 11×11 нм².

В работе [1] представлены результаты систематических исследований СТМ-спектров ВТСП $\text{Bi}_{2-y}\text{Pb}_y\text{Sr}_{2-z}\text{La}_z\text{CuO}_{6+x}$ при различных T и p . Изучены оптимально допированные и недопированные составы.

Показано, что “электронная шахматная решетка” (см. рис.) является статической (не флуктуирующей), бездисперсионной (одинаковой при разных напряжениях смещения) и не зависящей от температуры в довольно широком диапазоне от $T < T_c$ до $T > T_c$. При увеличении p ее период увеличивается. Это говорит о том, что она, скорее всего, возникает вследствие формирования волны зарядовой плотности (CDW) в некотором направлении контура Ферми. Если это действительно так, то псевдощель представляет собой ни что иное как CDW. Но тогда, правда, непонятно, почему CDW ни разу не наблюдалась в экспериментах по рассеянию.

Л.Опенев

1. W.D.Wise et al., *Nature Phys.* 4, 696 (2008).

Электронная структура безмедного ВТСП LaOFeP

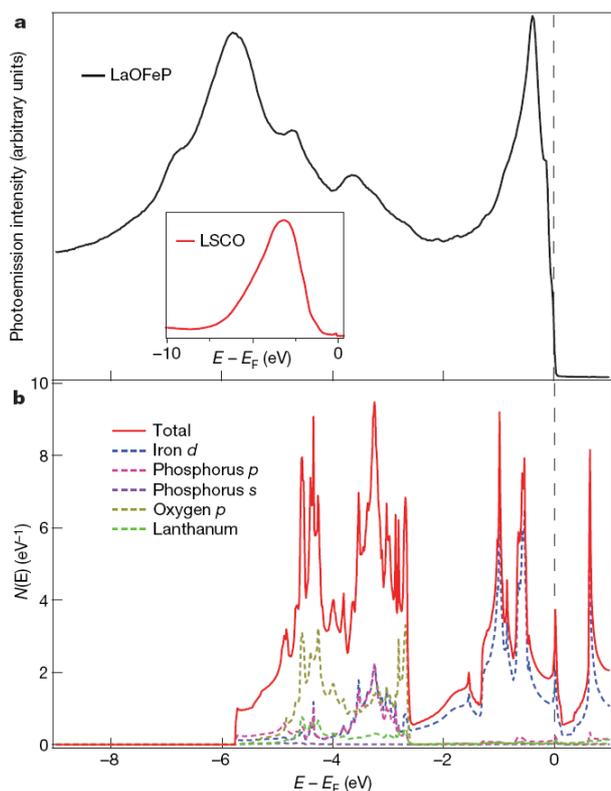


Рис. 1. (a) Проинтегрированный по углам фотоэмиссионный спектр LaOFeP . На вставке – спектр купратного ВТСП $\text{La}_{2-x}\text{Sr}_x\text{CuO}_4$. (b) Плотность состояний LaOFeP , рассчитанная в рамках LDA.

Слоистая кристаллическая структура недавно открытых сверхпроводящих оксипниктидов [1] и наличие в них волны спиновой плотности при $T \approx 130$ К [2] указывают на определенное сходство безмедных и купратных ВТСП. Для описания электронной структуры “родительских” оксипниктидов было предложено два различных класса теоретических моделей. В приближении сильной связи основное

состояние получалось антиферромагнитным (с локальными магнитными моментами на атомах Fe), а в приближении слабой связи – металлическим (с делокализованными электронами). Оставалось дождаться эксперимента.

В работе [3] измерены фотоэмиссионные спектры оксипниктида LaOFeP с $T_c = 5.9$ К (рис. 1a). Экспериментальные данные в целом согласуются с результатами расчетов плотности состояний в приближении функционала локальной плотности (рис. 1b) и свидетельствуют о существенном различии электронной структуры безмедных и купратных ВТСП: у последних при низкой концентрации носителей отсутствует резкий пик плотности состояний в окрестности уровня Ферми. Таким образом, “отправной точкой” для сверхпроводящих оксипниктидов является, по-видимому, состояние с делокализованными электронами, а не моттовский (или антиферромагнитный) диэлектрик, как для купратных ВТСП.

Л.Опенев

1. Y.Kamihara et al., *J.Am.Chem.Soc.* 128, 10012 (2008).
2. C. de la Cruz et al., *Nature* 453, 899 (2008).
3. D.H.Lu et al., *Nature* 455, 81 (2008).

Необычный магнитный порядок в псевдощелевой области фазовой диаграммы ВТСП $\text{HgBa}_2\text{CuO}_{4+\delta}$

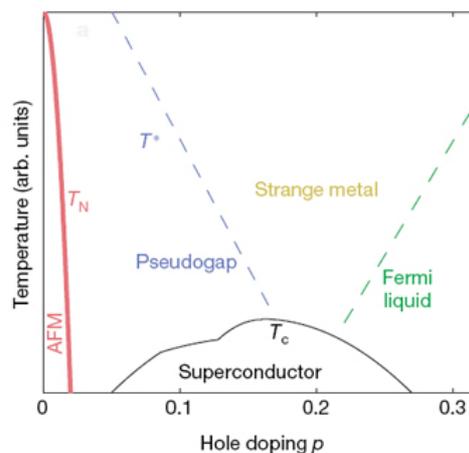


Рис.1. Схематическое изображение фазовой диаграммы ВТСП.

На фазовой диаграмме ВТСП (рис. 1) имеется широкая область, в которой на спектрах электронных возбуждений наблюдается так называемая псевдощель – резкое уменьшение плотности состояний в окрестности уровня Ферми. Пока непонятно, отвечает ли эта область какой-то одной фазе, или же за термином “псевдощелевое состояние” скрывается несколько различных по своей природе фаз. Первые эксперименты не смогли дать однозначный ответ на вопрос, имеется ли в псевдощелевой фазе какой-либо дальний порядок. Недавно, однако, в ВТСП $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ ниже температуры появления псевдощели T^* было обнаружено магнитное упорядочение, не нарушающее трансляционную инвариантность.

ность [1,2]. Чтобы выяснить, является ли такое упорядочение общим для купратных ВТСП или имеет место только в Y-123, нужно провести дополнительные исследования других систем ВТСП, желательно с как можно более простой кристаллической структурой.

В работе [3] изучено рассеяние поляризованных нейтронов на недодопированных монокристаллах $\text{HgBa}_2\text{CuO}_{4+\delta}$ с одним слоем CuO_2 в элементарной ячейке. Было показано, что при температуре T^* , определяемой по началу отклонения температурной зависимости сопротивления от линейной возникает необычный магнитный порядок: как и в Y-123, он не нарушает (в отличие, например, от антиферромагнитного порядка) трансляционную симметрию кристаллической решетки. Для объяснения всей совокупности полученных ими экспериментальных данных авторы [3] выдвинули гипотезу, что такой тип дальнего порядка обусловлен циркулирующими токами, протекающими, например, как показано на рис. 2.

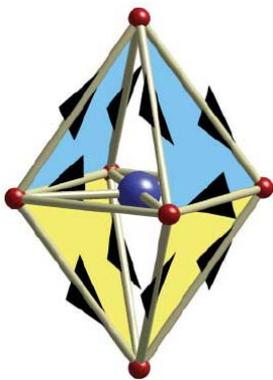


Рис.2. Возможные ориентации замкнутых токовых контуров.

В оптимально допированных образцах магнитное упорядочение не наблюдается, что, впрочем, не исключает его наличия при низких температурах, если сверхпроводимость подавлена магнитным полем. Как в Y-123, так и в Hg-1201 экстраполяция зависи-

мости T^* от концентрации дырок p дает $T^*=0$ при $p_c=0.19$, что отвечает, по-видимому, квантовой критической точке. Возможно, что именно связанные с ней флуктуации ответственны и за высокотемпературную сверхпроводимость, и за необычные свойства нормального состояния ВТСП. Так или иначе, а при $T=T^*$ происходит фазовый переход, хотя и достаточно размытый. И некогерентные куперовские пары здесь не при чем.

Л. Опенов

1. B.Fauque et al., *Phys. Rev. Lett.* **96**, 197001 (2007).
2. H.A.Mook et al., *Phys. Rev. B* **78**, 020506 (2008).
3. Y.Li et al., *Nature* **455**, 372 (2008).

НАНОСТРУКТУРЫ, НАНОТЕХНОЛОГИИ, НАНОЭЛЕКТРОНИКА

Моттовский диэлектрик из ферми-атомов в оптической решетке

В моттовском диэлектрике (в отличие от зонного диэлектрика) проводимость равна нулю из-за сильного взаимодействия между электронами (а не из-за отсутствия частично заполненной разрешенной зоны). Близость некоторых твердотельных систем к моттовской фазе является причиной ряда необыч-

ных явлений (например, высокотемпературной сверхпроводимости). За последние годы физики научились изготавливать моттовские диэлектрики искусственно, помещая атомы в узлы оптической решетки, созданной тремя взаимно перпендикулярными лазерными стоячими волнами. С теоретической точки зрения такая система описывается моделью Хаббарда, учитывающей перескоки атомов между соседними узлами (за счет туннелирования) и отталкивание атомов на одном узле. До настоящего времени атомный моттовский диэлектрик удавалось изготовить только из бозе-атомов [1]. В работе [2] швейцарские и французские физики сообщили о первом наблюдении моттовского перехода газа ферми-атомов ^{40}K в оптической решетке. Он сопровождается резким уменьшением количества занятых двумя атомами узлов, уменьшением сжимаемости и появлением щели в спектре возбуждений. Экспериментальные данные количественно согласуются с результатами теоретических расчетов. Атомные ферми-газы в дальнейшем предполагается использовать в качестве модельных систем для исследования спинового упорядочения и d -волновой сверхпроводимости.

1. M.Greiner et al., *Nature* **415**, 39 (2002).
2. R.Jordens et al., *Nature* **455**, 204 (2008).

СПИНТРОНИКА

Электрическое поле управляет намагниченностью в полупроводнике

В конце сентября появилось сообщение, что в группе Hideo Ohno из Tohoku University (Япония), работающей в области полупроводниковой спинтроники, получен новый замечательный результат: электрическое поле может переключать намагниченность в устройстве на основе полупроводника (Ga,Mn)As [1].

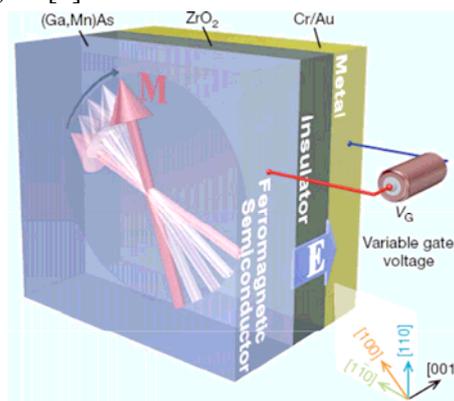


Рис. Принцип действия устройства: потенциал на затворе (пленки Cr и Au) существенно изменяет концентрацию дырок в полупроводнике (Ga,Mn)As, что влияет на магнитную анизотропию материала, приводя к переориентации вектора намагниченности

Принцип действия устройства схож с основной идеей полевого транзистора (см. рис.): изменение электрического потенциала на затворе изменяет концентрацию дырок в полупроводниковом мате-

риале, отделенном от затвора слоем изолятора. Спецификой данного устройства является то, что изменение концентрации сказывается не только на проводимости материала, но и на магнитной анизотропии вещества, изменяя направление оси легкого намагничивания от $[1\bar{1}0]$ к $[110]$, что, в свою очередь, приводит к повороту намагниченности на 90 градусов.

Управление магнетизмом в полупроводниках электрическим полем идея сама по себе не новая (см. например ПерсТ 15, вып.10 (2008), http://perst.issp.ras.ru/Control/Inform/perst/8_10/index.htm), однако до сих пор оно основывалось на управлении обменным взаимодействием между ионами марганца, позволяя «включать» или «выключать» магнетизм, балансируя вблизи точки Кюри [2]. В данном же случае переключается вектор намагниченности в исходно магнитном состоянии, далеко от точки Кюри, и, следовательно, мало зависящем от температурных флуктуаций. Немедленному использованию данного эффекта в устройствах компьютерной памяти препятствует одно досадное обстоятельство: температуры, при которых полупроводник (Ga,Mn)As является магнитным, далеко не комнатные (температура Кюри ~ 70 К). В этом плане гораздо лучше обстоят дела с магнитоэлектрическими веществами, демонстрирующими аналогичные эффекты при комнатной температуре («Электрошок для магнитных доменов» ПерсТ 15, вып. 9 (2008), http://perst.issp.ras.ru/Control/Inform/perst/8_09/index.htm)

А. Пятаков

1. D.Chiba et al., *Nature* 455, 515 (2008).
2. H.Ohno et al., *Nature* 408, 944 (2000).

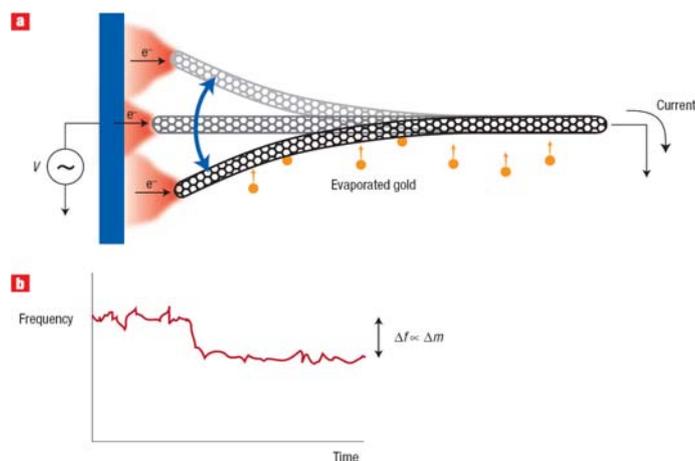
ФУЛЛЕРЕНА И НАНОТРУБКИ

Нанотрубки взвешивают отдельные атомы

Механические резонаторы широко используются для «взвешивания» небольшого количества адсорбированного на них вещества. Принцип действия таких устройств основан на уменьшении частоты колебаний при увеличении массы адсорбента. В отличие от стандартных масс-спектрометров, они не требуют предварительной ионизации частиц и позволяют определить именно массу, а не отношение массы к заряду. Их чувствительность тем выше, чем меньше масса самого резонатора. Обычно для изготовления нанорезонаторов используют литографию и травление. При этом, однако, они остаются довольно крупными по меркам наномира: их минимальные поперечные размеры составляют десятки нанометров, что не позволяет взвесить, например, одну биологическую макромолекулу. Американские специалисты из University of California at Berkeley и Lawrence Berkeley National Laboratory сконструировали «нановесы» [1], в которых функцию резонатора выполняла углеродная нанотрубка длиной 254 нм и диаметром около 2 нм (см. рис.).

ПерсТ, 2008, том 15, выпуск 19

Один конец нанотрубки жестко фиксировали на отрицательном электроде, а другой располагали на небольшом расстоянии d от положительного электрода. Поскольку ток автоэмиссии I чрезвычайно чувствителен к величине d , то соответствующая модуляция напряжения на электроде приводит к колебаниям нанотрубки, которые, в свою очередь, изменяют I . Эксперимент проводили в сверхвысоком вакууме при комнатной температуре. Чувствительность устройства при определении суммарной массы адсорбированных на нанотрубке атомов золота составила $1.3 \cdot 10^{-25}$ кг·Гц^{-1/2}, что эквивалентно $0.4M_{Au} \cdot \text{Гц}^{-1/2}$, где M_{Au} – масса одного атома золота. Предыдущий рекорд чувствительности улучшен сразу на четыре порядка.



Изменение частоты колебаний нанотрубки пропорционально массе адсорбированных атомов

Л.Опенев

1. K.Jensen et al., *Nature Nanotechn.* 3, 533 (2008).

Исследование теплопроводности в углеродных нанотрубках оптическим методом

В настоящее время усилия многих лабораторий мира направлены на развитие методов получения углеродных нанотрубок (УНТ) и исследование их физико-химических характеристик с целью установления возможности разработки на их основе новых типов устройств нанoeлектроники. Для решения этой задачи необходимо знание механизмов переноса тепла и заряда в УНТ, а также количественных параметров, характеризующих этот перенос. Имеющиеся в настоящее время данные о коэффициентах теплопроводности и электропроводности УНТ характеризуются разбросом в пределах двух порядков величины, что не позволяет определить предельные характеристики соответствующих нанoeлектронных устройств. Столь значительный разброс обусловлен, с одной стороны, неконтролируемым влиянием структурных дефектов УНТ на их транспортные характеристики, а с другой стороны – трудностями измерения коэффициентов переноса объектов, имеющих нанометровые размеры, связанные с необходимостью обеспечения надежного электрического и теп-

лового контакта для каждого из слоев нанотрубки, а также с необходимостью надежного измерения температуры вдоль нанотрубки. Наличие такого вызова стимулирует разработку новых методов измерения транспортных свойств УНТ. Так, недавно группа исследователей из трех американских университетов разработала метод определения локальной температуры вдоль УНТ, основанный на измерении спектров комбинационного рассеяния (КР). Это позволило определить коэффициент теплопроводности и вклад контактов в механизм переноса тепла для однослойной нанотрубки. Однослойная УНТ диаметром 1,66 нм была выращена методом CVD непосредственно над траншеей шириной 5 мкм, протравленной в Si/SiO₂ подложке. Для локального нагрева нанотрубки использовали излучение твердотельного лазера с $\lambda = 532$ нм, фокусируемое с помощью специальной оптической системы в пятно диаметром 0,36 мкм. Температуру облучаемого участка УНТ определяли из измерений температурного сдвига G полосы спектра КР, в которых использовался лазер мощностью от 93 мВт до 1,4 мВт. Согласно измерениям, типичный перепад температуры вдоль нанотрубки составляет около 150 К. Используемый метод измерения не позволяет определить величину коэффициента теплопроводности УНТ, поскольку неизвестна лазерная мощность, поглощаемая нанотрубкой. Однако данный метод дает возможность определить отношение вкладов нанотрубки и контактов в перенос тепла. Это отношение, измеренное для различных образцов однослойных УНТ, изменяется в весьма широком диапазоне – от 0,02 до 17, что свидетельствует о высокой чувствительности транспортных характеристик УНТ к условиям их синтеза. Далее, результаты измерений указывают на несущественную роль баллистического механизма переноса тепла в исследуемых нанотрубках. Это следует из наличия значительного температурного градиента вдоль УНТ, который возможен только при преобладающем влиянии диффузионного механизма переноса тепла. Данный вывод означает, что средняя длина пробега акустического фонона относительно рассеяния на структурных дефектах много меньше продольного размера нанотрубки (5 мкм).

А.Елецкий

I. Hsu I-K. et al., Appl. Phys. Lett. 92, 063119 (2008).

Изображение легких атомов и молекул на листах графена

В то время как наблюдение тяжелых атомов с помощью просвечивающего электронного микроскопа (ТЕМ) стало рутинным занятием, наблюдать легкие атомы и молекулы напрямую пока никому не удавалось, что связано с явлением снижения контраста по мере уменьшения массы атома. Всякий изображаемый объект находится на определенной поверхности, относительный вклад которой в формирование изображения тем больше, чем меньше масса

объекта. По этой причине проблема прямого наблюдения легких атомов и молекул до сих пор представляет серьезный вызов для экспериментаторов. Недавно исследователи из University of California at Berkeley (США) достигли определенного прогресса на этом пути. Им удалось получить изображение атомов углерода и водорода, сорбированных на поверхности слоя графена. Преимущества такого подхода связаны, с одной стороны, с малой толщиной графенового слоя, которая имеет атомные масштабы, а с другой стороны - с его регулярной структурой, изображение которой имеет правильный характер и может быть легко вычтено из суммарной картины. Кроме того, графен обладает хорошей электропроводностью, что позволяет избежать вредного явления зарядки мишени под действием электронного пучка микроскопа.

Для приготовления образцов использовали стандартный метод получения графенов (отделение слоев графена от кристаллического графита с помощью липкой ленты с последующим нанесением слоев с поперечным размером порядка 1 мкм на сетку ТЕМ). Полученный образец представлял собой мембрану с регулярной структурой, которая являлась хорошим объектом для ТЕМ наблюдений. Однослойная структура графена наблюдалась с помощью ТЕМ при энергии электронов около 100 кэВ и плотности тока на мишени ~ 7 А/см². При этом благодаря суммированию и накоплению большого количества (до сотни) изображений одного и того же графенового слоя удалось существенно (до 0,1%) снизить уровень шумов, что позволило наблюдать не только графеновые слои, но также сорбированные на них атомы углерода и водорода. Атомы водорода, сорбированные на поверхности графенового слоя, находятся в состоянии химической, а не физической сорбции. Это следует из стабильности их положения в условиях комнатной температуры и электронного облучения.

А.Елецкий

I. J.J.Meyer et al., Nature 454, 319 (2008).

ФИНАНСИРОВАНИЕ И РЫНОК Sic transit gloria mundi

В конце августа Bell Labs официально заявила о прекращении исследований в области фундаментальной физики, полупроводников и интегральных схем [1,2].

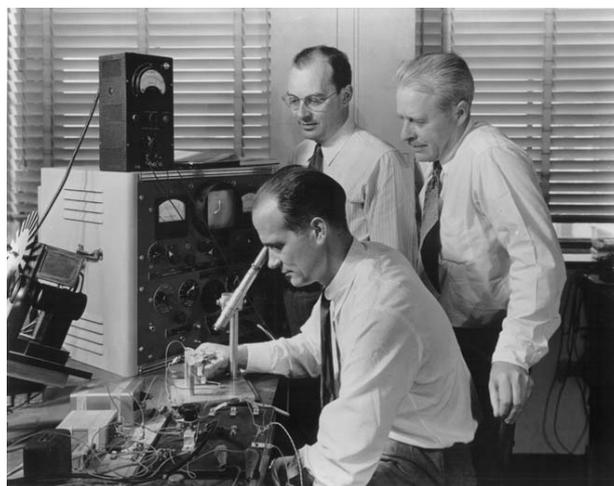
Bell Labs была основана в 1925 г. и в скором времени стала Меккой для исследователей в области физики, математики и компьютерных технологий. Ее разрушение началось в 1995 г., когда для развития производства Bell была присоединена в качестве исследовательского подразделения к Lucent Technologies, которая, в свою очередь, в 2006 г. трансформировалась в объединенную компанию Alcatel-Lucent. Оставив на длинной дороге фундаментальных физических исследований шесть Нобе-

левских премий, изобретение транзистора и лазера, неисчислимы вклады в компьютерную науку и технологию, Bell Labs остановилась. Alcatel-Lucent, родительская компания Bell Labs, отходит от фундаментальной науки, физики материалов и полупроводниковых исследований, сфокусировавшись на более востребованных рынком областях, таких как сетевые технологии, быстродействующая электроника, беспроводная связь, нанотехнологии и компьютерные программы. Задача состоит в том, чтобы приблизить исследовательские усилия Bell Labs к производственным потребностям Alcatel-Lucent. Компания закрыла свою фабрику по производству КМОП схем в Murray Hill, сохранив только часть оборудования для продолжения работ по арсениду галлия и оптическим компонентам. В последние несколько лет Alcatel-Lucent продает свой полупроводниковый бизнес и сворачивает исследования в таких областях, как интегральные схемы и микроэлектромеханические системы.

Alcatel-Lucent продолжает наносить удар в самую сердцевину своих фундаментальных исследований. Хотя Murray Hill в New Jersey (штаб-квартира компании на территории США, место наиболее важных научных открытий) еще сохраняется, но продается кампус Holmdel, где был разработан первый телекоммуникационный спутник Telstar и где работал Нобелевский лауреат Steven Chu. Большинство ученых Labs, работающих в отделе фундаментальной физики, перемещены в другие отделы.

Аналитики считают, что в компании возобладала близорукая точка зрения, лишая Bell Labs ее способности на «фундаментальном пути» приходить к прикладным действительно инновационным открытиям. Bell Labs была одним из последних бастионов фундаментальных исследований в мире корпораций, в котором в последние десятилетия развивались в основном прикладные исследования, способные окупаться. Долгосрочные фундаментальные исследования переместились в университеты и исследовательские лаборатории, финансируемые из бюджета.

Компьютерные и беспроводные технологии используют многие достижения фундаментальной физики, хотя эта связь не всегда отчетливо видна. Так, в известной глобальной системе позиционирования GPS (Global Positioning Systems) используют атомные часы, которые возникли из открытия водородного мазера, в свою очередь, связанного с чисто фундаментальными исследованиями оптической накачки. Другой пример – фундаментальные исследования космического излучения важны для совершенствования спутниковой связи. Bell Labs как раз была тем местом, где счастливым образом встречались физика и компьютерная технология.



На фото - William Shockley, John Bardeen и Walter Brattain, создавшие транзистор в 1947 г. [3]

Нобелевский путь Bell Labs:

1. 1937 г. - демонстрация волновой природы материи - исследователь Clinton Davisson;
2. 1956 г. – создание транзистора – исследователи William Shockley, John Bardeen и Walter Brattain (именно он из Bell);
3. 1977 г. - разработка и углубление понимания электронной структуры стекла и магнитных материалов - исследователь Philip Anderson;
4. 1978 г. - открытие космического фонового микроволнового излучения – исследователи Arno Penzias and Robert Wilson;
5. 1997 г. - разработка метода лазерного охлаждения атомов – исследователь Steven Chu;
6. 1998 г. - открытие и объяснение дробного квантового эффекта Холла – исследователи Horst Stormer, Robert Laughlin и Daniel Tsui.

Другие важнейшие изобретения и достижения ученых Bell Labs:

- полевой транзистор металл-оксид-полупроводник (1960 г., исследователи Dawon Kahng и Martin Atalla);
- CO₂ лазер (1964 г., исследователь - Kumar Patel);
- ПЗС (приборы с зарядовой связью) – (1969 г., исследователи [Willard Boyle](#) и George E. Smith);
- квантовый каскадный лазер (1994 г., исследователи Federico Capasso, Alfred Cho и их сотрудники);
- цифровой сотовый телефон (1980 г.);
- первый трансатлантический телефонный кабель (1956 г.).

1. <http://www.eetimes.com/news/latest/showArticle.jhtml;jsessionid=L1RBO2JRLTZK4QSN DLSCKHA?articleID=210201545>

2. <http://www.semiconductor.net/articleXml/LN846405588.html>
3. <http://blog.wired.com/gadgets/2008/08/bell-labs-kills.html>

КОНФЕРЕНЦИИ И СЕМИНАРЫ



Научная сессия ОФН РАН, посвященная 100-летию со дня рождения лауреата Нобелевской премии академика И.М. Франка
22 октября 2008 г., 15.00
 (Ленинский просп., 53, Главное здание ФИАН, 3 этаж)

Программа

1. академик **Матвеев В.А.** - Вступительное слово
2. д.ф.-м.н. **Болотовский Б.М.** (ФИАН) - Работы И.М.Франка по излучению движущихся источников
3. академик **Сисакян А.Н.** - И.М.Франк и развитие Объединенного института ядерных исследований
4. д.т.н. **Бенецкий Б.А.** (ИЯИ) - Илья Михайлович Франк - создатель и руководитель лаборатории атомного ядра в ФИАН'е
5. д.ф.-м.н. **Франк А.И.** (ОИЯИ) - Оптика ультрахолодных нейтронов
6. д.ф.-м.н. **Аксенов В.Л.** (ОИЯИ) - Пульсирующие ядерные реакторы в нейтронной физике

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

Конструктивная логика для физиков

Профессор кафедры квантовой информатики МГУ Ю.И.Ожигов проводит цикл лекций по конструктивной логике в Физико-технологическом институте РАН (м. Профсоюзная, Нахимовский просп. 36, корп. 1, 6-й этаж, конференц-зал). Первая лекция уже состоялась 9 октября. О последующих лекциях можно узнать на сайте <http://ftian.ru>. Семинары по квантовой информатике проводятся по четвергам в 15.00. Для записи в список участников семинара необходимо обратиться к Богданову Юрию Ивановичу (bogdan@ftian.ru). Некоторые материалы по лекциям содержатся на сайте <http://qi.cs.msu.su>

А пока несколько слов о содержании первой лекции. Около 1920 года Д. Гильберт сформулировал программу аксиоматического подхода в науке; должны быть сформулированы аксиомы, из которых все остальное будет вытекать на основе формальной логики. Однако в 1931 году К. Гёдель доказал теорему о том, что всякая аксиоматическая система либо неполна, либо противоречива. Это послужило стимулом для развития конструктивной логики. Фактически, конструктивной логикой издавна на интуитивном уровне пользовались естествоиспытатели: теория проверялась экспериментом, эксперимент интерпретировался теорией. Конструктивная логика придает этой методологии математическую строгость. В конце курса лекций предполагается показать, как конструктивная логика может быть использована для построения многочастичной квантовой теории, в частности, поможет решить проблемы, связанные с созданием квантового компьютера.

Экспресс-бюллетень ПерСт издается совместной информационной группой
 ИФТТ РАН и РНЦ «Курчатовский институт»

Ответственный редактор: И.Чугуева, e-mail: irina@issp.ras.ru

Научные редакторы К.Кугель, Ю.Метлин

В подготовке выпуска принимали участие: В.Вьюрков, А.Елецкий, Л.Опенев, А.Пятаков

Компьютерный ввод, макет: И.Фурлетова

Адрес редакции: 119296 Москва, Ленинский проспект, 64^а