

Том 12, выпуск 5

15 марта 2005 г.

В этом выпуске:

ПРОРЫВ

Русские левши в новых зарубежных технологиях

Материалы-«левши» (left hand materials, *LHM*) на наших глазах превращаются из курьеза в интенсивно развивающийся раздел оптики. Как уже неоднократно писал ПерсТ [2000, 7, вып.11; 2003, 10, вып. 23], материал такого типа «выдумал» советский физик В.Г.Веселаго уже почти столетия назад [1]. Материал, по-видимому, был придуман, как некоторый парадоксальный пример к нетривиальной ситуации; реального появления его, надо полагать, не ждали. Тем не менее, описанные свойства материала оказались настолько необычны, что работа Веселаго не была забыта, и экспериментаторы, создавшие прототип материала-«левши», сослались на нее как на первоисточник (возможно потому, что в работе [2] ничего из предсказанных «чудес» толком продемонстрировать не удалось).

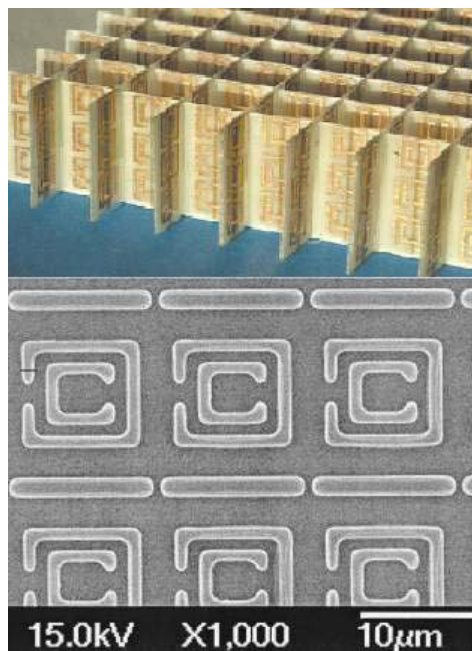


Рис. 1.

С момента своего первого воплощения «левши» — это искусственные материалы. Как и многое другое, они отсутствуют в природе в «готовом» виде, поэтому их пришлось изобрести и изготовить. В своей искусственности они превзошли даже т.н. композитные материалы, в которых микроколичества известных материалов в нужных пропорциях искусственно соединяют для получения материала с необходимым набором свойств (например, фотонные кристаллы на базе искусственных опалов).

«Левши» — это уже новый уровень конструирования, это композитный материал фактически из электронных изделий — микропроводочек и петель. По отношению к такого рода композитным материалам теперь используют специальное название — «метаматериалы». Первые *LHM* собирали буквально вручную. Однако очень скоро это «рукоделие» переросло в тиражированные проводящие элементы из фольгированного стеклотекстолита, а затем — и в металлические аппликации на поверхности кристалла кремния, выполняемые методами полупроводниковой технологии (рис.1 из [3]).

С ростом уровня технологии удалось надежно продемонстрировать многие чудеса, предсказанные еще в работе Веселаго — например, аномальный закон Снеллиуса. ПерсТ публиковал фотографию луча, преломленного в «минусовую сторону» [ПерсТ, 2003, 10, вып. 23]. Однако, если бы вопрос был только в обнару-

И далее ...

КВАНТОВЫЕ СИСТЕМЫ

- 2 Почти *CNOT* у сверхпроводящих кубитов

ФУЛЛЕРЕНЫ И НАНОТРУБКИ

- 3 Синтез однослойных углеродных нанотрубок повышенной чистоты

МАГНИТЫ

- 4 «Магнит попритягательнее» в планах

НОВОСТИ ФИЗИКИ В БАНКЕ ПРЕПРИНТОВ

- 5 Критический ток одного слоя Cu_2O_4 в монокристалле $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+x}$

Фазовое расслоение в электронном ВТСП $\text{Pr}_{0.88}\text{LaCe}_{0.12}\text{CuO}_4$

Когерентность и сверхпроводимость в купратах с электронным допированием

Новый класс купратных сверхпроводников с T^* -структурой

- 6 Псевдощель в однослойных дырочных ВТСП

Прямое наблюдение частиц с дробной статистикой в двумерной системе

Новый сверхпроводник $\text{Sr}_2\text{CuO}_{2+x}\text{Cl}_{2-y}$

НОВЫЕ ОБЗОРЫ

- 6 Квантовые компьютеры
Абсолютная отрицательная проводимость

ФИНАНСИРОВАНИЕ И РЫНОК

- 7 Настольный синхротрон
Наноотношения России с Украиной

жении предсказанных ранее эффектов, «левши» не привлекли бы, наверное, к себе столько внимания. Но столь необычный материал не мог оказаться просто забавной игрушкой.

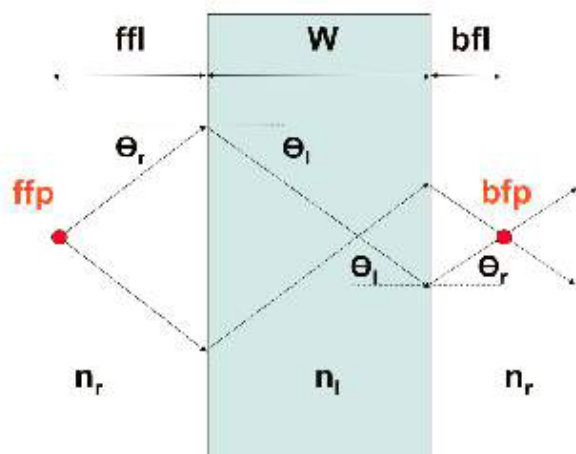


Рис. 2.

В 2000 г. J.Pendry, теоретик из Imperial College (Лондон) опубликовал концепцию идеальной линзы из *LHM*, согласно которой плоский слой подобного материала должен действовать подобно линзе [4]. Более того, ожидается, что действие такой линзы не будет ограничено дифракционным пределом. Иллюстрация к работе плоской линзы из *LHM* приведена на рис. 2. Для того, чтобы любые лучи из точечного источника собирались в единой точке-образовании, достаточно, чтобы модули коэффициентов преломления внешней среды и *LHM* слоя были равны. Уже сейчас получены изображения с разрешением в $1/6\lambda$, что в очередной раз показывает необоснованность скепсиса по поводу «левшей». Правда, пока структурные элементы левшей не перешли за 10 мкм предел, и эксперименты осуществляют с волнами микроволнового и квазиоптического диапазона. С учетом актуальности систем видения в субмикронном диапазоне это может оказаться еще интересней, чем если бы подобные результаты были продемонстрированы в видимом диапазоне волн.

Ожидают, что линзы (слои) из *LHM* смогут не только преобразовывать электромагнитные волны, но и усиливать т.н. «эванесцентные» (т.е. сильно затухающие) моды типа поверхностных поляритонов. Поверхностные моды в последнее время активно используют в технике, и инструменты (элементы) для управления такими модами очень востребованы. В частности, при конструировании различного рода датчиков на затухающих волнах всегда существует дилемма – усилить контакт действующего фактора со световодом – но тогда возрастает затухание волны, либо уменьшить затухание ценой слабого контакта со средой и уменьшить чувствительность. Используя до сих пор решения использовали переменный контакт световода со средой, но при этом модулировались собственные свойства световода. В работе [5] рассмотрено функционирование

LHM слоя, находящегося в контакте со световодом. Показано, что такой узел может усиливать волну в световоде, при этом не изменяя распространение собственных мод световода.

Искусственные магнетики. В 1999 году в духе общего подхода к метаматериалам были предложены искусственные магнетики – материалы с магнитным откликом, в которых вместо истинно магнитных веществ используют системы микроскопических токовых петель. Такие материалы в первую очередь важны для систем магнитного изображения (ЯМР томографии), когда необходимо преобразовывать ВЧ составляющую магнитного поля без искажения (квази)статической составляющей магнитного поля. Структурные элементы такой системы преобразования радиоизображений, ласково названные авторами «швейцарскими рулетиками», складываются в стопку наподобие многоволоконного световода [6]. Подобная конструкция способна передавать картину ВЧ поля с разрешением, на порядок-два меньше длины волны электромагнитного колебания.

В целом, метаматериалы-«левши» словно бы подтверждают бытующее поверье о том, что левши очень способные – с *LHM* действительно удастся многое из того, что казалось невозможным ранее. Однако, успех «левшей» объясняется гораздо прозаичней, просто исследователи сумели найти нетронутый слой явлений и смогли в нем разобраться. А уж у Природы эффектов хватит на всех!

М.Компан

1. УФН 1967, **92**, в.3 с.517
2. Science 2001, **292**, 77
3. Appl.Phys.Lett. 2004, **84**, 1982
4. Phys.Rev.Lett. 2000, **85**, 3966
5. Appl.Phys.Lett 2004, **84**, 669
6. Science 2004, **305**, 789

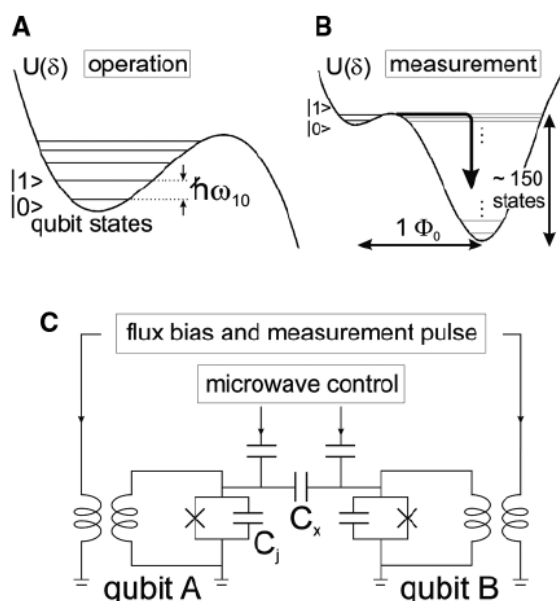
КВАНТОВЫЕ СИСТЕМЫ

Почти CNOT у сверхпроводящих кубитов

Если классический компьютер начинается с создания одного бита, то о квантовом компьютере можно вести речь только с момента создания двух кубитов и выполнения с ними операции *CNOT*. Заключается эта операция в том, что состояние второго кубита изменяется или не изменяется на противоположное в зависимости от состояния первого кубита. Полное управление состояниями одиночных кубитов и возможность выполнения операции *CNOT* между любыми двумя кубитами обеспечивает работу универсального квантового компьютера. ПерсТ уже сообщал о выдающемся результате, полученном командой из NEC Laboratories, в которую входят Т. Yamamoto, Ю.Пашкин, О.Астафьев, Y.Nakamura и J.Tsai. Им удалось добиться выполнения операции *CNOT* с двумя сверхпроводниковыми зарядовыми кубитами. Базовые состояния таких кубитов отличаются числом захваченных куперовских пар на островках, называемый боксом. К сожалению, это

была не совсем правильная операция *CNOT*, поскольку управляемый кубит получал некоторый фазовый сдвиг, от которого до сих пор не ясно, как можно избавиться.

В недавней публикации американские ученые из University of California и National Institute of Standards and Technology сообщают о выполнении операции *SWAP* над двумя сверхпроводниковыми фазовыми кубитами. Операция *SWAP* попросту означает обмен состояниями: первый кубит приобретает состояние второго, а второй – первого. Это тоже еще не *CNOT*, но уже очень близко. По крайней мере, известно, что с помощью операции *SWAP* (точнее операции $\sqrt{SWAP}$) и операций фазового вращения кубитов можно выполнить именно *CNOT*.



Кубит представляет собой кольцо с контактом Джозефсона, размер кольца вполне макроскопический – 8 мкм. Уравнение движения для фазы джозефсоновского контакта δ таково, что его можно представить как движение частицы в потенциальном рельефе $U(\delta)$, в котором в качестве пространственной координаты выступает эта фаза (рис. 1А). Двумя базовыми состояниями кубита $|0\rangle$ и $|1\rangle$ являются два нижних квантовых уровня в потенциальной яме, отличающиеся на энергию $\hbar\omega_{10}$. Управлять состояниями кубитов можно с помощью микроволновых импульсов с частотой ω_{10} . На рис. 1В представлен метод измерения состояния кубита. На кольцо подается импульс магнитного потока, высота барьера понижается, и система получает возможность протуннелировать из состояния $|1\rangle$ в новое состояние с захватом одного кванта магнитного потока. Для нижнего состояния $|0\rangle$ барьер все еще остается достаточно высоким, чтобы исключить возможность такого туннелирования. Факт захвата дополнительного кванта магнитного потока регистрируется с помощью *SQUID*'а (на рисунке не представлен). Ясно, что однократное измерение не позволяет определить состояние кубита. Требуется много-

кратные измерения и накопление статистики. Поскольку измерение разрушает состояние кубита, то всякий раз после его проведения систему снова нужно привести в исходное состояние и отсчитать нужное время. Чтобы достаточно четко проследить эволюцию кубита, авторы проводили по 100000 измерений. В результате можно получить вероятность нахождения системы в состоянии $|1\rangle$ в зависимости от времени. Такие измерения уже были выполнены в 2002 году.

В настоящей работе измерения проведены на системе, состоящей из двух фазовых кубитов, связанных через конденсатор друг с другом (рис. 1С). Одновременные измерения обоих кубитов позволили напрямую доказать наличие у них запутанного состояния. Наблюдалась противофазная осцилляция состояний кубитов. Фактически, это означает выполнение операции *SWAP* в течение полупериода этих колебаний, а операция $\sqrt{SWAP}$ выполняется, соответственно, в течение четверти периода.

В.Вьюрков

1. Science 2005, 307, 1299

ФУЛЛЕРЕНА И НАНОТРУБКИ

Синтез однослойных углеродных нанотрубок повышенной чистоты

Прикладной потенциал углеродных нанотрубок (УНТ) будет реализован, если удастся разработать недорогую технологию их получения в чистом виде и в значительных количествах. Сегодняшние трудности при синтезе стандартными методами связаны с присутствием в материале трудно удаляемых примесей, в первую очередь, частиц катализатора, заключенных в многослойную графитовую оболочку. Некоторый успех сопутствовал исследователям из Пекинского университета при использовании хлопкообразной сажи, синтезируемой электродуговым методом. Сажу, содержащую ~ 36% однослойных УНТ, получали при использовании в качестве анода графитового стержня диаметром 6 мм с коаксиальным отверстием диаметром 4 мм. Отверстие заполняли смесью мелкодисперсного сплава YNi_2 с аморфным углеродом в отношении 1:10. Катодом служит заостренный графитовый стержень. Дуговой разряд зажигали при межэлектродном расстоянии 5 мм, давлении He 720 Тор и токе 70 – 80 А. Хлопкообразная сажа, содержащая однослойные УНТ диаметром ~ 1,36 нм, осаждалась на стенках разрядной камеры. В результате термического разложения 10 см анодного стержня образовывалось 500 – 700 мг сажи. На каждой стадии многоступенчатой процедуры очистки сажи процентное содержание УНТ определяли с помощью электронных микроскопов (*SEM* и *TEM*), измерений спектров комбинационного рассеяния и термогравиметрического анализа. Вначале сажу в течение часа окисляли в слабом потоке воздуха ($100\text{см}^3/\text{мин}$) при температуре 320°C , что приводило к селективному

удалению значительного количества частиц аморфного углерода. Затем образец погружали в водный раствор HNO_3 (2.6 М) и подвергали 5 минутной ультразвуковой обработке. Полученную суспензию в течение часа нагревали в микроволновой печи и затем центрифугировали. Образовавшийся в результате описанных процедур черный осадок тщательно промывали деионизованной водой в течение 30 мин. и отжигали на воздухе при $450^\circ C$.

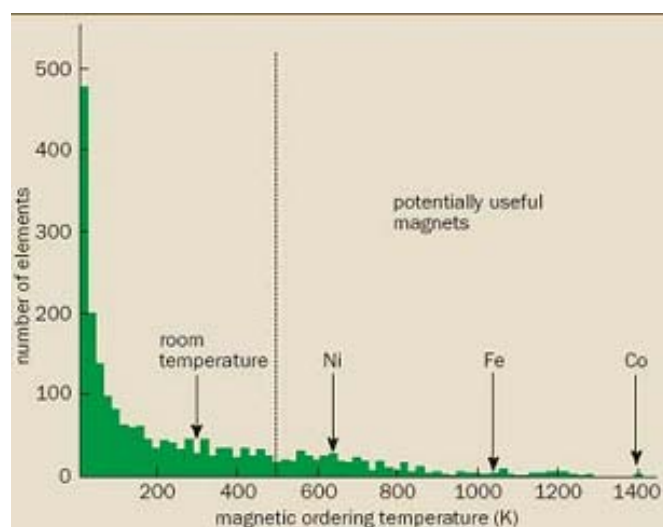
В результате частицы аморфного углерода, а также другие многослойные графитовые образования практически полностью удалялись. Полученный образец содержал только следовые количества металлического катализатора. Степень чистоты этого образца оценивается величиной 97% (масс.). Сравнение хлопкообразного образца со стандартным тканеподобным образцом, синтезируемым традиционным методом, указывает на значительно более высокую степень очистки первого, достигаемую при использовании одной и той же процедуры очистки. Отмечается, что формирование хлопкообразной сажи происходит лишь в достаточно узком диапазоне изменения разрядного тока (между 70 и 80 А).

А.В.Елецкий

1. *Solid State Comm.* 2004, **132**, 219

МАГНИТЫ

«Магнит попритягательнее»
в планах



Принято считать, что для создания магнитных материалов имеет значение лишь парочка островков в таблице Менделеева – $3d$ металлы и некоторые $4f$ элементы. На рис.1. представлена гистограмма распределения различных химических элементов по их температурам Кюри. Только около 20% из них могут быть использованы для создания магнитов. Менее всего можно было бы ожидать наличие магнетизма у углерода. Однако к настоящему времени накопилось заметное количество публикаций о магнетизме твердофазных углеродных модификаций. В основном такие сообщения встречаются в российской и японской химической литературе.

Однако эти сообщения были встречены физиками с известной долей скептического отношения в силу плохой воспроизводимости некоторых результатов и отсутствия теоретических предпосылок для объяснения необычных магнитных свойств углеродных материалов. В большинстве случаев обнаруживается очень небольшой магнитный момент, который может возникать из-за наличия плохо контролируемых примесей. Например, железом в буквальном смысле пропитан воздух. Одна миллионная часть этого элемента в углеродном кристалле легко объясняет его магнетизм. Можно сказать, что техника измерения магнитного момента (СКВИД магнетометры, магнитные атомно-силовые микроскопы и т.п.) шагнула дальше культуры приготовления образцов.

Наиболее правдоподобные сообщения, вызвавшие общественный резонанс, были отмечены в [1]. В 2003 Pablo Esquinazi (Германия) обнаружил намагниченность в серии графитовых образцов, которая значительно превышала возможный вклад примесного железа. Однако, магнитный момент варьировался от образца к образцу, что ставило под сомнение магнетизм, внутренне присущий углероду. Двумя годами ранее в ФТИ им.Иоффе Т. Макарова с сотрудниками обнаружила ферромагнитный сигнал в ромбической форме кристалла C_{60} . В 2002 был исследован метеорит, упавший в каньон Diablo 50000 лет назад. Этот материал оказался источником «внеземного магнетизма».

Каковы же возможные причины магнитного упорядочения в углеродных твердых телах? Можно предполагать, что магнитными свойствами могут обладать радиационные дефекты в углеродных кристаллах. Упомянутая группа Esquinazi облучала графит потоками протонов и альфа частиц, а затем с помощью атомно-силового микроскопа обнаружила на поверхности образцов «пятна намагниченности», причем этот эффект вызывали только протоны, а альфа частицы – нет. Имеются сообщения и об изменении других свойств под действием радиации. Например, в [2] бета- и гамма облучение вызывало изменение микротвердости кристаллов. При этом наблюдали потерю ранее обнаруженного магнитопластического эффекта, также не нашедшего объяснения для кристаллов C_{60} . Это кажется весьма необычным, поскольку именно излучение могло бы создавать дефекты, обладающие спином. В отсутствие таких дефектов (т.е. до облучения) магнитопластические эффекты не должны были бы наблюдаться.

Разумными кажутся три способа создания магнитных дефектов: 1) углеродный атом, служащий мостиком между парой других атомов, использует два из четырех валентных электронов для формирования ковалентных связей, один электрон образует разорванную связь и дает вклад в магнетизм, и один электрон распределен между разорванной связью и p -орбиталью (такой дефект будет иметь неспарен-

ный спин), 2) углеродная вакансия, возникающая при удалении одного среднего атома из тройки рассматриваемых, имеет магнитный момент, равный магнетону Бора, 3) расщепление зон проводимости в двухподрешеточном материале может происходить таким образом, что в одной подзоне окажутся спины направленные вверх, а в другой вниз; при этом неодинаковое заполнение этих подзон даст результирующий магнитный момент.

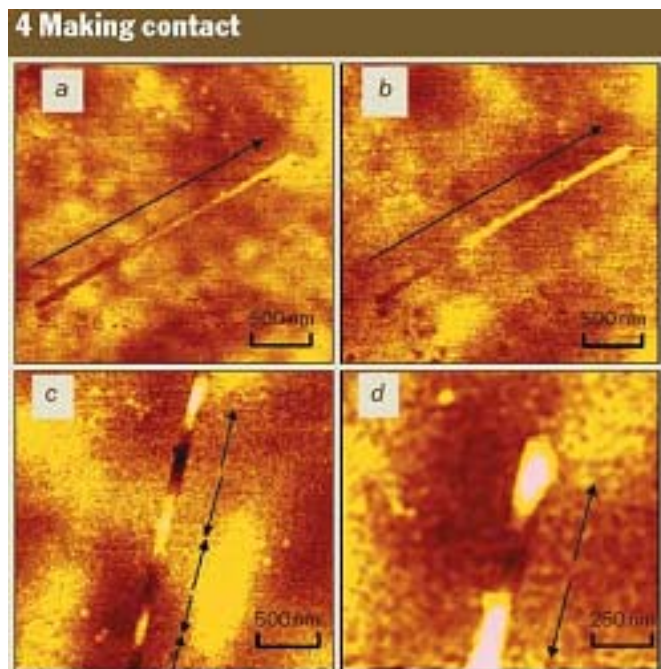


Рис. 2

Еще один необычный возможный вид магнетизма в углеродных материалах – контактный магнетизм, т.е. возникновение намагниченности при электрическом контакте с ферромагнитным металлом. Когда происходит соприкосновение материалов, возникает поток электронов, стремящийся сравнять химические потенциалы. Если в ферромагнетике имеются разные плотности электронов проводимости со спином «вверх» и спином «вниз», эта передача заряда сопровождается еще и передачей спина. В 2004 году контактно индуцированный магнетизм был продемонстрирован группой Oscar Cespedes. На рис.2 представлены результаты исследования намагниченности многослойной углеродной нанотрубки, расположенной на ферромагнитной пленке. С помощью *MFM* было установлено, что нанотрубка представляет собой одиночный домен с ориентацией вдоль ее оси. На рис.2 *c* и *d* показано разбиение на несколько доменов при повороте нанотрубки на 45 градусов к исходному положению. Очевидно, что контактно-индуцированный магнетизм удобен для управления током в магнитных наноструктурах и для создания приборов спинтроники.

Таким образом, углеродный магнетизм кажется перспективным потому, что он открывает путь для интегрирования спиновой и молекулярной электроники. Слабое спин-орбитальное взаимодействие и отсутствие сверхтонкого взаимодействия способст-

вует весьма большим диффузионным длинам и временам когерентности носителей заряда.

Р.Моргунов

1. *Physics World*, 2004, N11, p.33.

(<http://www.physicsweb.org/articles/world/17/11/7/1>)

2. *ФТТ*, 2003, т.45, N1, с.187

НОВОСТИ ФИЗИКИ В БАНКЕ ПРЕПРИНТОВ

Критический ток одного слоя Cu_2O_4 в монокристалле $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+x}$

Авторам препринта удалось определить величину критического тока I_c одного (верхнего) слоя Cu_2O_4 в монокристалле ВТСП $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+x}$. Измерив вольт-амперную характеристику такого слоя, они нашли $I_c = (0.3 \div 0.7) \text{ A/cm}$ при $T = 4.5 \text{ K}$, что соответствует объемной критической плотности тока $j_c = (2 \div 5) \cdot 10^6 \text{ A/cm}^2$ – одной из самых больших значений, когда-либо наблюдавшихся в монокристаллах, тонких пленках и лентах $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+x}$.

L.X.You *et al.*, <http://xxx.lanl.gov/abs/cond-mat/0412424>, submitted to *Phys. Rev. B*.

Contact: Lixing You <lixing@mc2.chalmers.se>

Фазовое расслоение в электронном ВТСП $\text{Pr}_{0.88}\text{LaCe}_{0.12}\text{CuO}_4$

Исследование рассеяния нейтронов на ВТСП *n*-типа $\text{Pr}_{0.88}\text{LaCe}_{0.12}\text{CuO}_4$ показало, что в недодопированных образцах сверхпроводящая фаза сосуществует с трехмерной антиферромагнитно упорядоченной фазой и квазидвумерной волной спиновой плотности. С ростом T_c температура Нееля уменьшается и обращается в нуль при оптимальном уровне допирования (то есть при максимальной T_c). Таким образом, электронные ВТСП, по-видимому, близки к квантовой критической точке.

P. Dai *et al.*, <http://xxx.lanl.gov/abs/cond-mat/0501120>, to be published in *Phys. Rev. B*.

Contact: Hye Jung Kang <hkang@utk.edu>

Когерентность и сверхпроводимость в купратах с электронным допированием

Электронные рамановские спектры купратных ВТСП *n*-типа исследованы в полном диапазоне концентраций носителей (электронов), охватывающем всю сверхпроводящую часть фазовой диаграммы. Показано, что величина сверхпроводящей щели составляет $(3.5 \div 4.6) k_B T_c$ – в соответствии с пределом слабой связи теории БКШ. Используя правило сумм для “рамановской проводимости”, авторы показали, что квазичастицы подразделяются на две группы: когерентные и некогерентные. Только когерентные носители дают вклад в сверхтекучую плотность. При этом число когерентных носителей остается неизменным при превышении оптимального уровня допирования.

M.M.Qazilbash *et al.*, <http://xxx.lanl.gov/abs/cond-mat/0501362>

Contact: M.M.Qazilbash <mumtaz@glue.umd.edu>

Новый класс купратных сверхпроводников с T' -структурой

Высокотемпературная сверхпроводимость была открыта в соединении $La_{2-x}Ba_xCuO_4$, которое получают допированием антиферромагнитного диэлектрика La_2CuO_4 , кристаллизующегося в перовскитной T -структуре. В этой структуре ионы меди находятся внутри кислородных октаэдров, так что над (и под) каждым ионом меди в слое CuO_2 находится апикальный атом кислорода. При замещении лантана церием образуется соединение $La_{2-x}Ce_xCuO_{4+y}$, которое кристаллизуется в так называемой T' -структуре – без апикальных атомов кислорода. Авторы препринта сообщают о синтезе (методом молекулярно-лучевой эпитаксии) нового класса купратных материалов с T' -структурой, получающихся при частичном замещении лантана изовалентными элементами $RE = Y, Lu, Sm, Eu, Gd, Tb$, имеющими меньший ионный радиус. Все исследованные соединения этого класса являются сверхпроводниками с T_c до 21K.

[A.Tsukada et al.](http://xxx.lanl.gov/abs/cond-mat/0501575), <http://xxx.lanl.gov/abs/cond-mat/0501575>, Solid State Comm. 133, 427 (2005)

Contact: Lambert Alff <Lambert.Alff@tuwien.ac.at>

Псевдощель в однослойных дырочных ВТСП

С целью выяснения природы псевдощели в однослойном ВТСП $Bi_2Sr_{2-x}La_xCuO_{6+\delta}$ p -типа были выполнены измерения низкотемпературной скорости спин-решеточной релаксации в магнитных полях до 43Тл. В таких сильных полях сверхпроводимость оказывается полностью подавлена, а псевдощель, тем не менее, все равно присутствует даже в передопированных образцах с концентрацией дырок выше оптимальной. Из сравнения характеристик образца с $x = 0.4$ при $H = 0$ ($T_c = 32$ К) и $H = 40$ Тл ($T_c = 0$ К) был сделан вывод, что псевдощелевой и сверхпроводящий порядок сосуществуют.

G.-Q. Zheng et al., <http://xxx.lanl.gov/abs/cond-mat/0502117>, Phys. Rev. Lett. 94, 047006 (2005)

Contact: Guo-Qing Zheng
<zheng@psun.phys.okayama-u.ac.jp>

Прямое наблюдение частиц с дробной статистикой в двумерной системе

Из теории известно, что в двумерии законы физики допускают существование так называемых энионов – частиц с дробной статистикой, не являющихся ни фермионами, ни бозонами. При обмене двух таких частиц местами квантовое состояние системы приобретает фазу, отличную от нуля, и от π . Элементарные возбуждения (лафлиновские квазичастицы) при этом имеют дробный электрический заряд и должны подчиняться дробной статистике. В препринте сообщается об экспериментальном наблюдении частиц с дробной статистикой в квазидвумерной системе. Как и в эффекте Ааронова-Бома, при изменении магнитного потока зарегистрирова-

ны осцилляции проводимости, обусловленные интерференционными эффектами.

[F.E.Camino et al.](http://xxx.lanl.gov/abs/cond-mat/0502406), <http://xxx.lanl.gov/abs/cond-mat/0502406>

Contact: V.J.Goldman
<Vladimir.Goldman@StonyBrook.edu>

Новый сверхпроводник $Sr_2CuO_{2+x}Cl_{2-y}$

Частичным замещением двухвалентных апикальных атомов кислорода на одновалентные атомы хлора при высоком давлении синтезирован новый сверхпроводник $Sr_2CuO_{2+x}Cl_{2-y}$ дырочного типа. Рентгеновская дифракция показала, что он кристаллизуется в структуре 0201 с пространственной группой $I4/mmm$ и периодами решетки $a = 0.392$ нм, $c = 1.56$ нм. По данным измерений сопротивления и магнитной восприимчивости сверхпроводимость носит объемный характер. $T_c = 30$ К.

[Q.Q.Liu et al.](http://xxx.lanl.gov/abs/cond-mat/0502449), <http://xxx.lanl.gov/abs/cond-mat/0502449>, to be published in Physica C.

Contact: Changqing Jin <cqjin@aphy.iphys.ac.cn>

НОВЫЕ ОБЗОРЫ

Квантовые компьютеры

В январском номере УФН опубликован обзор "Квантовые компьютеры и квантовые вычисления" [К.А.Валиев, УФН 2005, 175, 3]. В нем очень ясно и доступно изложены как математические, так и физические аспекты организации вычислений с квантовыми битами. Большое внимание уделено декогерентизации квантовых состояний и путям борьбы с ней. В разделе "Заключение" автор пытается заглянуть в очень отдаленное будущее и задается вопросом, что придет на смену еще не созданным атомным информационным системам. Пока ответа на этот вопрос не знает никто.

Но, возможно, лет через сто, в 275-ом томе УФН появится обзор "Ядерные компьютеры" (или даже кварковые...).

Абсолютная отрицательная проводимость – история и современное состояние

Большой интерес в мире к эффекту отрицательной абсолютной проводимости и вклад российских ученых в это открытие стимулировали проведение объединенной научной сессии ОФН РАН и Объединенного физического общества РФ, на которой российские авторы, в той или иной степени причастные к этому открытию, изложили свое видение проблемы и историю открытия эффекта. На сессии были заслушаны следующие доклады:

В.Ф.Елесин (МИФИ) – «Явления абсолютной отрицательной проводимости в неравновесных трехмерных полупроводниках»

В.Ф.Гантмахер и В.Н.Зверев (ИФТТ РАН) – «Магнитопримесные резонансы как индикатор инверсной функции распределения фотоэлектронов в полупроводниках»

В.И.Рыжий (Univ. Aizu, Япония) – «Абсолютная отрицательная проводимость, индуцированная

микроволновым излучением, и состояния с нулевым сопротивлением в двумерных электронных системах: история и современное состояние.

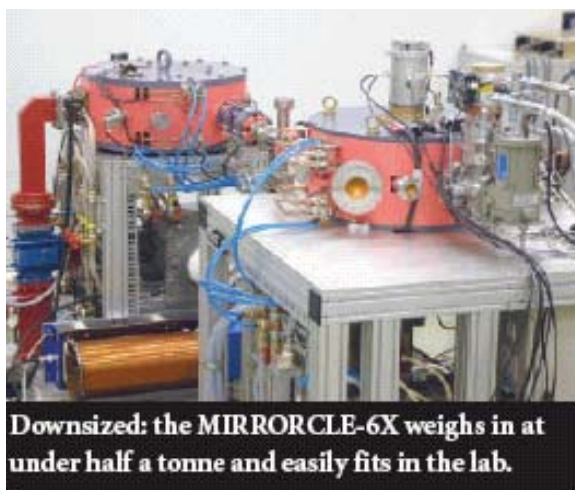
С.И.Дорожкин (ИФТТ РАН) – «Фотоотклик в магнетопроводимости высокосоввершенных двумерных электронных систем на облучение электромагнитными волнами миллиметрового диапазона».

Материалы опубликованы в УФН, 2005, **175**, № 2

ФИНАНСИРОВАНИЕ И РЫНОК

Блестящее будущее

для настольного синхротрона



Синхротроны генерируют рентгеновское излучение, эффективное для исследования структуры материалов. Как правило, это – гигантские сооружения в форме колец с периметром в сотни метров, и ученые со своими образцами путешествуют по миру в ожидании своей очереди для доступа к лучу. Японская компания разработала синхротронный источник излучения настолько малого размера, что его можно разместить в лаборатории. Это – искусная технология за доступные деньги (the handy technology comes at a hefty price). Американский исследователь Ronald Ruth в апреле 2004 г. анонсировал свой проект создания синхротронного источника, в котором электроны ускоряются при воздействии лазерного излучения (*Nature* 2004, **428**, 789). В его планах – создать в 2005 г. действующую машину диаметром несколько метров, генерирующую рентгеновское излучение в диапазоне 5-35кэВ. Но японские исследователи превзошли планируемые Ruth'ом параметры и сроки. Японская работающая миниатюрная установка готова к продаже. Это – MIRRORCLE-6X, произведенный Photon Production Laboratory (Shiga, Япония). С использованием новой технологии инжекции электронов при диаметре накопительного кольца 60см машина генерирует рентгеновские лучи с энергией до нескольких МэВ. При цене 2.5 млн. долл. MIRRORCLE-6X, вне сомнения, достаточно быстро найдет свой путь ко многим лабораториям. Hiroyuki Yamada, который участвовал в этой пионерской разработке в Ritsumeikan University (Shiga, Япония), сказал, что покупателем этих устройств станет част-

ный бизнес (от производителей полупроводников до изготовителей фармацевтических изделий).

Nature, 2005, **434**, 8

Наноотношения России с Украиной

Наноотношения России с Украиной складывались благодаря неустанной активности и настойчивости Нобелевского лауреата академика Жореса Ивановича Алферова и академика НАНУ Николая Григорьевича Находкина. Официальным началом сотрудничества можно считать 1999 год, когда были разработаны и подписаны концепция, структура и меморандум совместной научно-технической программы «Нанофизика и нанoeлектроника». Этому поистине историческому моменту для развития украинско-российских научных программ предшествовала кропотливая четырехлетняя организационная работа двух научных коллективов – Научно-производственного концерна «Наука» (Украина) и Физико-технического института им. Иоффе РАН (Россия).

На конец 2004 года совместная российско-украинская программа «Нанофизика и нанoeлектроника» включала 32 научно-исследовательских и опытно-конструкторских проекта, выполняемых в ведущих научных институтах обеих стран. За период 2000-2003 г.г. успешно завершены 12 совместных проектов по наиболее перспективным направлениям исследований. Благодаря усилиям украинского правительства Виктора Ющенко, украинская часть совместной программы получила официальный статус уже в 2001 году – в Украине было принято соответствующее Распоряжение Кабинета Министров №85р «Про межведомственную российско-украинскую программу «Нанофизика и нанoeлектроника». Этот шаг значительно облегчил жизнь украинских ученых, определив функции заказчика и органа управления Программой, источники и объемы финансирования. В Российской Федерации финансирование российской части совместных проектов осуществлялось через действующие программы, в частности, через руководимую Ж.Алферовым программу «Физика твердотельных наноструктур». Вначале объемы российского финансирования значительно превосходили украинские, что вызывало иронию по обе стороны границы – мол, у украинцев есть Программа, зато нет денег, а у русских – наоборот. Но время показало, что определенная бюрократизация также приносит положительные плоды – украинским ученым во время визита Ж.Алферова в Киев удалось заинтересовать перспективами программы «Нанофизика и нанoeлектроника» А.Кинаха и Н.Азарова и при их поддержке добиться от Верховного Совета и Кабинета Министров Украины серьезного увеличения финансирования. Это было бы невозможным, не имей украинская часть Программы официального статуса. Учитывая реформаторский инновационный настрой нового Президента Украины Виктора

Ющенко и его отношение к «Нанозифике и наноэлектронике» как к своему «детищу», у украинскиx физиков существуют неплохие шансы сохранить уровень финансирования Программы на последующие 3 года в размерах 8 млн. гривен (1.5 млн. долл.) ежегодно.

Положение российской части Программы пока не совсем ясно. Руководитель Роснауки С.Н.Мазуренко подписал, как Сопредседатель, соответствующее соглашение Подкомиссии по вопросам промышленной политики и научно-техническому сотрудничеству Смешанной Российско-Украинской комиссии по сотрудничеству, которым утверждены 32 проекта по «Нанозифике и наноэлектронике». Однако их финансирование пока не открыто.

В выполнении Программы, включающей 4 тематических раздела (**I. Физика наноструктур; II. Технология наноструктур; III. Диагностика наноструктур; IV. Нанозлектроника и нанофотоника**) принимали участие следующие научные организации:

с украинской стороны

ГосНИЦ «Фонон», Киев;

Государственное предприятие НИИ «Орион», Киев;

Институт магнетизма НАНУ, Киев;

Институт металлофизики НАНУ, Киев;

Институт теоретической физики НАНУ, Киев;

Институт физики НАНУ, Киев;

Институт физики полупроводников НАНУ, Киев;

Киевский национальный университет им. Т.Шевченко;

Львовский филиал НПК "Наука";

Научно-производственное предприятие «Карат», Львов;

Научно-производственный концерн «Наука», Киев;

Национальный технический университет Украины «КПИ», Киев;

НПО «Сатурн», Киев;

Физико-технический институт низких температур НАНУ, Харьков;

Харьковский государственный политехнический университет;

Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина;

Черновицкий госуниверситет;

с российской стороны

ГНЦ НИФХИ им. Л.Я. Карпова, Москва;

ГосНИИ физических проблем, Зеленоград;

ЗАО «НТ-МДТ», Зеленоград;

Институт автоматики и процессов управления ДВО РАН, Владивосток;

Институт радиоэлектроники РАН, Москва;

Институт физики металлов УрО РАН, Екатеринбург;

Институт химии высокочистых веществ РАН, Нижний Новгород;

ИОФ РАН, Москва;

ИПТМ РАН, Черноголовка;

ИФМ РАН, Нижний Новгород;

ИФНСО РАН, Новосибирск;

ИФП СО РАН, Новосибирск;

ИФТТ РАН, Черноголовка;

КазФТИ РАН, Казань;

МГУ им. М.В. Ломоносова;

МИФИ, Москва;

НИИЯФ МГУ, Москва;

Санкт-Петербургский ГТУ;

Саратовский университет;

Удмурдский ГУ, Ижевск;

ФГУП «Азовский оптико-механический завод», Азов;

Физико-технологический институт РАН;

Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН, Москва;

ФТИ им. Иоффе РАН, Санкт-Петербург;

ЦЕНИ ИОФ РАН, Москва;

ЦНИИ «Электрон», Санкт-Петербург;

ЦНИРТИ, Москва.

Очередные итоги выполнения совместных исследований в 2004 году будут подведены на ежегодном, VI российско-украинском семинаре по «Нанозифике и наноэлектронике» в мае 2005 года в Киеве, организатор которого - Научно-производственный концерн «Наука».

С.Ю.Ларкин

Экспресс-бюллетень ПерсТ выходит
при поддержке Федерального агентства по науке и инновациям РФ,
Научных Советов Российских научно-технических программ:

“Актуальные направления в физике конденсированных сред”,
“Перспективные технологии и устройства микро- и наноэлектроники”, “Физика твердотельных наноструктур”

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

Научный консультант: К.Кугель e-mail: kugel@orc.ru

В подготовке выпуска принимали участие:

В.Вьюрков, А.Елецкий, М.Компан, Ю.Метлин, Р.Моргунов, Л.Опенков

Компьютерный ввод, макет: И.Фурлетова

Ответственный за тираж: Ю.Мухин

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