

В этом выпуске:

СВЕРХПРОВОДНИКИ

Гидриды металлов как возможные кандидаты в высокотемпературные сверхпроводники

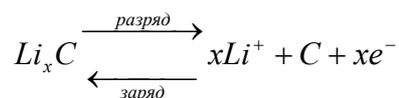
Последние несколько лет были отмечены серией открытий новых сверхпроводников, в состав которых входят легкие химические элементы. При этом критические температуры T_c оказываются хотя и не рекордными, но достаточно высокими для простых и бинарных соединений, например, $T_c = 40\text{K}$ в MgB_2 и $T_c = 15\text{K}$ в литии (правда, при высоком давлении). Возможно, именно эти открытия (а также старые теоретические работы по сверхпроводимости металлического водорода) навеяли сотруднику Cornell Univ. (США) и Donostia Intern. Physics Center (San Sebastian, Испания) N.W.Ashcroft'у, автору известного во всем мире учебника, мысли о возможности высокотемпературной сверхпроводимости в гидридах металлов. Патриарх физики твердого тела отметил осень своей научной деятельности работой, в которой он детально проанализировал известную формулу Макмиллана для T_c сверхпроводников с фононным механизмом спаривания и сделал вывод, что в соединениях типа MH_4 (M – металл IV группы) величина T_c может оказаться очень высокой [1]. Для перевода этих соединений в металлическое (и, как полагает N.W. Ashcroft, сверхпроводящее) состояние требуются давления, вполне достижимые на современном техническом уровне и, во всяком случае, гораздо более низкие, чем необходимо для металлизации водорода. Таким образом, намечен очередной, перспективный для сверхпроводимости класс материалов.

1. N.W.Ashcroft, *Phys. Rev. Lett.* 2004, **92**, 187002

ФУЛЛЕРЕНА И НАНОТРУБКИ

Наноструктуры для Li^+ -ионных аккумуляторов

Одним из наиболее перспективных материалов для хранения энергии в Li^+ -ионных аккумуляторах являются углеродные наноструктуры. Аккумуляторы такого типа необходимы для работы сотовых телефонов, портативных компьютеров и многих других устройств. В настоящее время в большинстве Li^+ -ионных аккумуляторов используются графитовые аноды, в которых происходит интеркаляция и деинтеркаляция лития:



При оптимальных условиях интеркаляция лития в природный графит (при нормальном давлении) может происходить до образования LiC_6 [1]. Это соответствует удельной емкости аккумулятора $372\text{mA}\cdot\text{ч/г}$. Для промышленных электродов удельная емкость обычно равна $\sim 330\text{mA}\cdot\text{ч/г}$. Конечно, анод из металлического лития обеспечивает гораздо большую емкость – $3860\text{mA}\cdot\text{ч/г}$ [2], однако его применение ограничено из-за малого числа рабочих циклов и ряда других технологических и эксплуатационных проблем,

И далее ...

МИКРОТЕХНОЛОГИИ

5 НANOпромах корпорации Intel

6 Нанотехнологии в России.
Ожидания.

СНОВА К ОСНОВАМ

7 "...в науке нет более опасного заблуждения..."

ВЕСТИ С КОНФЕРЕНЦИЙ

7 Затмение на конференциях

ФИНАНСИРОВАНИЕ

9 Российские ученые унижены информационным голодом

КОНФЕРЕНЦИИ

10 **October 3rd - 7th, 2004.** Berlin, Germany. Autumn School on Materials Science and Electron Microscopy 2004 - "Emerging microscopy for Advanced Materials Development – Imaging and Spectroscopy on Atomic Scale"

10 **18 - 22 октября 2004 года.** Звенигород Московской обл. Первая Международная конференция «Фундаментальные проблемы высокотемпературной сверхпроводимости», (ФПС'04).

включая проблемы безопасности. Характеристики аккумуляторов с анодами на основе углерода можно существенно улучшить, увеличив количество внедряемых ионов лития. В поисках более эффективного материала исследователи обратили внимание на углеродные наноструктуры, в особенности нанотрубки.

Экспериментально изучены аноды, как из одностенных (ОСНТ), так и многостенных (МСНТ) нанотрубок. Первые результаты показали незначительное увеличение обратимой емкости, так как большая часть лития расходовалась на необратимые процессы и таким образом не использовалась в последующих циклах. (При работе *Li*-ионного аккумулятора кроме обратимого процесса интеркаляции-деинтеркаляции на углеродном аноде протекают необратимые процессы, приводящие к дополнительным затратам лития, например, восстановление электролита и образование твердых пассивирующих пленок; ими обусловлена необратимая емкость).

В последующих работах выяснили, что емкость углеродных нанотрубок по литию в *Li*-ионных аккумуляторах может превышать теоретическое значение для графита, при этом электрохимические характеристики зависят от структуры нанотрубок. В работе [3] при первом заряде для слабографитизированных (т.е. более дефектных) нанотрубок, синтезированных пиролизом, была достигнута удельная емкость 680 мА·ч/г, а для графитизированных - 282 мА·ч/г. После 20 циклов заряда-разряда емкость для слабографитизированных нанотрубок понизилась до 65.3%, а для графитизированных сохранилась на уровне 91.5% от первоначальной величины. В работе [4] пучки ОСНТ, полученные дуговым методом, в первом цикле имели обратимую емкость 430 мА·ч/г, которая после 5 следующих циклов снизилась до 30% от первоначальной величины. Авторы объяснили это снижение неоптимальностью конфигурации расположения нанотрубок в пучках.

Стало очевидным, что для создания эффективных систем хранения энергии в углеродных наноматериалах необходимо выяснить механизмы и каналы обратимой интеркаляции ионов лития, и, соответственно, найти оптимальные методы синтеза и последующей обработки. Этим вопросам посвящен ряд теоретических исследований. Авторы [1] провели расчеты и показали, что интеркаляция ионов лития в малые кластеры графита происходит гораздо более эффективно, чем в кусок графита. Действительно, еще в 1994 г. было отмечено, что в графитовых кластерах, образовавшихся при пиролизе углеводородов, содержание лития в три раза больше, чем в графите, то есть соответствует LiC_2 [5].

Ученые, в течение 35 лет проводившие исследования интеркалированного графита LiC_6 , также пришли к выводу о большей эффективности (по сравнению с графитом) углеродных материалов, дис-

пергированных в шаровой мельнице [6].

Весьма перспективной для создания электродов представляется система из пучков ориентированных углеродных нанотрубок. Если интеркаляция ионов лития происходит и внутри трубок, и между ними, то содержание лития может достигать значения, соответствующего LiC_2 [7]. Более того, цилиндрическая структура нанотрубок приводит к увеличению фактора заполнения, отнесенного к объему (для плотной упаковки полых сферических тел он равен 74%, а для цилиндрических достигает 91%). Линейная структура упорядоченной системы нанотрубок также способствует быстрому внедрению и извлечению ионов лития. Однако, при теоретическом рассмотрении пучков ОСНТ [7] оказалось, что интеркаляция лития происходит преимущественно в каналах-промежутках между нанотрубками. Позднее авторы [2] выяснили, для каких систем ОСНТ возможна обратимая интеркаляция ионов лития и внутри нанотрубок, и в межтрубных каналах (см. рис. 1). Вычисления *ab initio* показали, что ионы лития могут проникнуть внутрь нанотрубок только через открытые концы или топологические дефекты в стенках, содержащие девятичленные (по меньшей мере) кольца, то есть через “двери” и “окна”, а прямая диффузия через “стены” невозможна. Диффузия ионов внутри трубок не является лимитирующей, если трубки относительно короткие.

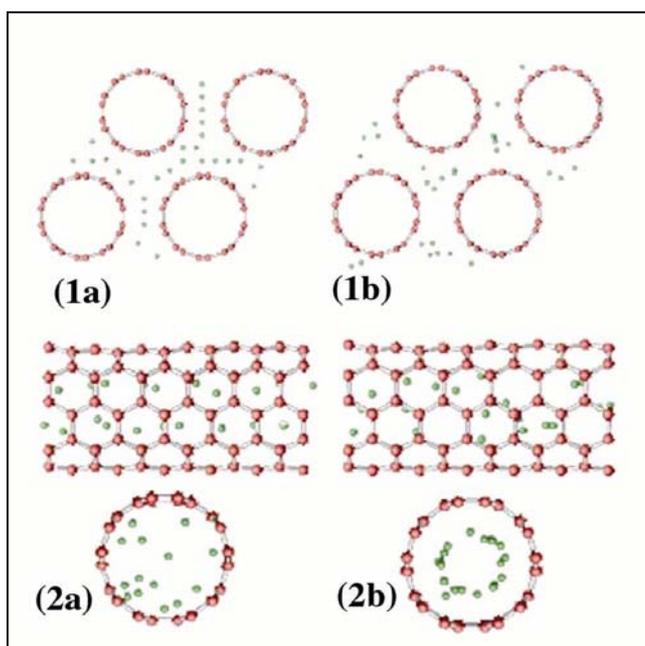


Рис.1. Ионы лития в пучках (5,5) нанотрубок. (1a,b – в каналах-промежутках между трубками, 2a,b – внутри), $T=500K$

Эти теоретические выводы подтверждены в работе [8] по электрохимической интеркаляции лития в углеродные электроды, содержащие МСНТ, полученные дуговым методом. Трубки (достаточно длинные ($> 1\mu m$) и закрытые) имели обратимую емкость всего 180 мА·ч/г, необратимую - 145 мА·ч/г.

Невысокое значение обратимой емкости авторы связывают с малым количеством нанотрубок в образце и с их структурой - длинные нанотрубки с закрытыми концами. По данным электронной микроскопии, внедрение лития вызывает неравномерное вспучивание нанотрубок. После деинтеркаляции прежняя форма нанотрубок в большинстве случаев восстанавливается, что доказывает обратимость процесса интеркаляции лития, происходящей через «окна» - дефекты в стенках. Отсюда - важность для увеличения емкости специальной химической или механической обработки, приводящей к образованию дефектов - «окон» и созданию многих открытых концов - «дверей». Экспериментальное подтверждение этому получено также в [9]. После химического травления, которое приводило к открыванию концов, обратимая емкость ОСНТ по литию увеличилась с LiC_6 до LiC_3 . По мнению авторов, результат LiC_6 обусловлен заполнением промежутков между отдельными закрытыми нанотрубками, а дальнейший рост - заполнением нанотрубок через открытые концы и дефекты, образовавшиеся на стенках при окислении. Эти данные позволили авторам [10] объяснить ранее полученные ими результаты: после измельчения ОСНТ в шаровой мельнице не только резко уменьшилась необратимая емкость, но и выросла обратимая емкость. Очевидно, что обработка в шаровой мельнице измельчила нанотрубки до коротких фрагментов, создав много открытых концов, и привела к возникновению дефектов в стенках.

Исследования не ограничены нанотрубками. Например, авторы [11] считают, что оптимальной является структура синтезированных ими нанокольчатых нанотрубок (впрочем, похожих на короткие многостенные нанотрубки с одним открытым концом). В полимеризованных *C-N* нанокольчатых нанотрубках достигли значения удельной емкости 860 мА·ч/г при первом разряде. При первом процессе заряда это значение уменьшилось до 480 мА·ч/г, но в следующих циклах не менялось. Нанокольчатые нанотрубки состояли из нескольких десятков графеновых слоев, были открыты с одного конца, и, по мнению авторов, ионы лития легко внедрялись между слоями.

Интересно, что поверхность графитовых частиц, входящих в состав традиционных графитовых анодов, состоит из наноструктур, похожих на МСНТ [12]. Они были обнаружены методом электронной микроскопии высокого разрешения. Внешние концы их полностью закрыты, и ионы лития внедряются только в свободные промежутки (авторы не исключают и наличия дефектов). Эти аноды химически стабильны из-за отсутствия свободных («болтающихся») связей, имеют высокую емкость разряда, и потерь емкости при перезарядке не происходит.

Достигнутые успехи стимулируют исследователей продолжить совершенствование углеродных матриц.

Вот несколько оригинальных свежих примеров. Авторы [13] создали новую композитную систему на основе чрезвычайно узких (диаметр 0.4 нм) ОСНТ (напомним, что диаметр атомов лития 0.3 нм, а ионный диаметр Li^+ 0.15-0.19 нм в зависимости от структуры решетки). Авторы использовали нанотрубки, изолированные в каналах цеолита $AlPO_4-5$ (*AFI*). Имеется три типа нанотрубок с диаметром 0.4 нм: (5,0); (3,3) и (4,2), и все они могут сосуществовать в каналах *AFI*. Вычисления из первых принципов для трубки (5,0) показали, что возможные места расположения ионов лития в такой системе следующие: I - внутри ОСНТ, II - в промежутках между внешней поверхностью нанотрубки и внутренней стенкой канала цеолита, III - в междоузлиях решетки цеолита (рис. 2). Наиболее энергетически выгодными являются центры II типа. По данным электрохимических измерений содержание лития достигает 10 масс.% (LiC_6 соответствует 8.8%).

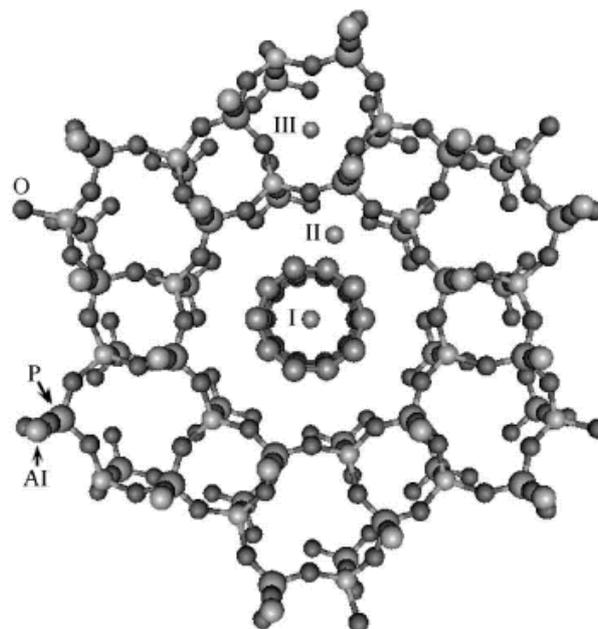


Рис. 2. Возможные места расположения Li в ОСНТ@*AFI*

Авторы [14] разработали композитные электроды - углеродные наноструктуры с разным типом связи атомов углерода - УНТ с sp^2 - и нанодиамазы с sp^3 -связанными атомами углерода. Функциональные sp^2 - sp^3 -углеродные наноматериалы (*CNT-NANO* композит) синтезированы, комбинацией УНТ и «наносотового» алмаза *NANO*, имеющего упорядоченную (так называемую «сотовую») структуру пор. Как известно, в неводных электролитах (даже содержащих ионы Li^+) на электроде из наносотового алмаза осуществляется процесс электрохимического заряжения двойного слоя с высокой электрической емкостью. Нанодиамазная матрица *NANO* получена при травлении допированных бором алмазных пленок толщиной 1.8 мкм кислородной плазмой через маску из оксида алюминия (с порами диаметром 400 нм). Многостенные углеродные нанотрубки (внутренний диаметр 10-20 нм, внешний -

30-60нм) были внедрены в поры алмаза CVD методом. В зависимости от длительности процесса (30 мин. или 2 час.) получены материалы двух типов - с высокой (*HD CNT-NANO*) и низкой (*LD CNT-NANO*) плотностью углеродных нанотрубок (см. рис. 3).

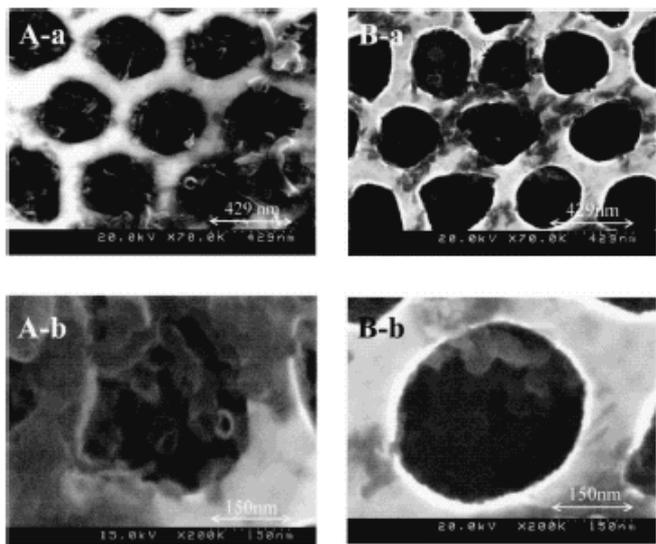


Рис.3. РЭМ микрофотографии композитного электрода УНТ/нанопористый алмаз (вид сверху). (а) низкое увеличение; (б) – высокое увеличение для (А) *HD CNT-NANO* и (В) *LD CNT-NANO*

Авторы определили электрохимические характеристики электродов из таких материалов (в качестве электролита использовался $LiClO_4$ в пропиленкарбонате). *HD CNT-NANO* работал исключительно как анод литий-ионного аккумулятора с очень высокой удельной емкостью - 894мА·ч/г! Для *LD CNT-NANO* наблюдали комбинацию функций Li^+ -аккумулятора и суперконденсатора.

Известно, что повысить долговечность (число рабочих циклов заряда-разряда) вторичных батарей можно выравниванием нагрузки при их использовании в параллельной комбинации с суперконденсаторами. В гибридном электроде, разработанном авторами [14], это происходит благодаря тому, что sp^2 - часть является Li -ионным аккумулятором, а sp^3 -алмазная часть работает как конденсатор. Быстрое разряжение двойного электрического слоя компенсирует падение потенциала, связанное с деинтеркаляцией ионов лития.

Исходя из требований конкретного применения, следует выбирать пропорцию алмазных и УНТ – частей, регулируя плотность УНТ в порах. Таким образом, создан гибридный электродный материал, обладающий высокой удельной энергией и высокой удельной мощностью. Для промышленных целей необходимо упростить процесс его получения, в частности, технологию изготовления пористого алмазного материала. Повысить плотность энергии, по мнению авторов, можно, сделав поры сквозными и увеличив глубину проникновения лития (в эксперименте ионы лития проникали в поры алмаза

только на 25% глубины). Тем временем продолжается активный поиск новых эффективных ионных проводников, необходимых для работы электрохимических аккумуляторов.

Авторы [15] модифицированным гидротермальным методом с применением поверхностно-активного вещества синтезировали материал на основе нанотрубок из оксида алюминия - термически стабильные (до 1023К) кристаллические нанотрубки из $\alpha-Al_2O_3$, содержащие литий. Они имеют необычную структуру – похожие на нанотрубки цилиндрические пучки 3.6-6.9нм в диаметре и 100-400нм длиной, состоящие из субнанотрубок (рис.4а) с уже открытыми концами (т.е. не требующие дополнительной обработки). Модель отдельной нанотрубки, полученная на основании данных рентгеновской дифракции, представлена на рис. 4б,с.

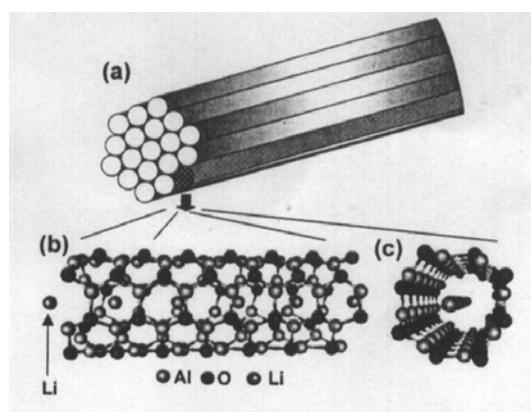


Рис.4. Схематическое представление и модель молекулярной структуры Al_2O_3 -нанотрубок, содержащих Li . Пучок (а) состоит из нанотрубок (б,с), с центральной частью из одноатомной Li цепочки и $Al-O$ – стенка, в целом образующих структуру $\alpha-LiAlO_2$

Исследования методом 7Li ЯМР в диапазоне температур 223-373К показали высокую подвижность ионов лития. По мнению авторов, синтезированный материал можно успешно использовать как твердый проводник по иону лития.

О.Алексеева

1. *J. Mater. Res.* 1997, **12**, 1367
2. *Phys. Rev. Lett.* 2002, **88**, 075506
3. *J. Electrochem. Soc.* 1999, **146**, 2696
4. *Physica B* 2002, **323**, 130
5. *Science* 1994, **264**, 556
6. *Electrochem. Acta.* 1999, **45**, 107
7. *Phys. Rev. Lett.* 2000, **85**, 1706
8. *Chem. Phys. Lett.* 1999, **312**, 14
9. *Physica B.* 2002, **323**, 133
10. *Chem. Phys. Lett.* 2000, **327**, 69
11. *Appl. Phys. Lett.* 2001, **79**, 3500
12. *Physica B*, 2002, **323**, 127
13. *Appl. Phys. Lett.* 2004, **84**, 2649
14. *J. Electrochem. Soc.* 2004, **151**, A532
15. *J. Am. Chem. Soc.* 2003, **125**, 13354

МИКРОТЕХНОЛОГИИ

НАНОпромах корпорации Intel

Первое предупреждение пришло от группы любителей, которые испытывают быстрое действие компьютерных чипов. В этом году группа обнаружила, что новейшие микропроцессоры Intel Corp. работают медленнее и нагреваются сильнее, чем предыдущие версии.

Это заявление ставило под сомнение перспективность заявленной Intel стратегии на постоянное повышение быстродействия микропроцессорных чипов за счет масштабирования размеров элементов. В начале мая с.г. Intel, самый большой производитель чипов в мире, публично созналась, что имеются некоторые проблемы – «тепловая стена»- на их новой микропроцессорной серии. В результате корпорация изменяет свою стратегию производства и расформирует одну из конструкторских групп, занимающуюся перспективными разработками. Intel также заявила о прекращении разработок по двум новым проектам, идущим под шифрами - Tejas и Jayhawk.

Теперь Intel вступает на путь, по которому уже идут ее основные соперники – создание компьютеров большей производительности скорее за счет формирования многопроцессорных систем на одном чипе, чем за счет увеличения быстродействия одного микропроцессора. Несмотря на возникшие трудности, Intel намерена достичь прогресса быстрыми темпами – «Наша стратегия – идти со скоростью 200 миль в час, пока мы не пробьем возникшую перед нами стену», - сказал Craig R. Barrett, исполнительный директор Intel.

Решение Intel изменить курс и перейти на структуру чипа с двумя процессорами ("dual core") указывает на признание и необходимость преодоления эффектов генерации тепла при постоянных переключениях («вкл.-выкл.») крошечных транзисторов в современных компьютерах. В течение десяти лет компания доминировала в компьютерном бизнесе, производя все более быстрые чипы, которые, однако, генерировали все больше и больше тепла.

Спустя неделю после заявления Intel о том, что она сделала фундаментальный прорыв в традиционном подходе к конструированию чипов, некоторые аналитики и уволенные конструкторы Intel сказали, что, вероятнее всего, Intel с некоторым опозданием пойдет по пути своих конкурентов, которые уже выбрали стратегию принудительного охлаждения чипов.

Последствия изменения стратегии Intel пока не ясны. Определенно она имеет существенно большие ресурсы на преодоление технических проблем, чем ее конкуренты. Но в ближайшее время, весьма вероятно, возникнет редкое окно для перехода в лидеры рынка ближайшего конкурента Intel – фирмы Advanced Micro Devices (AMD). Согласно анализам исследовательской фирмы Current Analysis (La Jolla,

Calif), в течение одной недели апреля продажи персональных компьютеров с чипами AMD составили 52%, а с чипами Intel – 47. Intel впервые потеряла лидерство.

Некоторые аналитики убеждены, что технические трудности Intel труднопреодолимы, другие же считают их не более значительными, чем у конкурентов Intel – IBM, AMD, Sun Microsystems Inc. Проблема просто в том, что Intel, промышленный лидер, первой форсировала внедрение новых технологий – схем с минимальным размером элементов 90нм при сегодняшнем стандарте 130нм.

В действительности токи утечки в чипах возрастали с каждой генерацией все более крошечных транзисторов. "Классическое масштабирование умерло", - сказал Bernard S. Meyerson, главный технолог технологической группы IBM. Сегодня транзисторы уменьшены в размерах так радикально, что их наиболее критичные размеры составляют не более 5-6 атомных слоев. В результате эти элементы становятся пористыми, позволяя электрическому току «перетекать» даже в выключенном состоянии прибора. "Многие годы разработчики игнорировали токи, которые протекают в выключенном состоянии», - сказал Mr. Meyerson, сравнивая ситуацию с автомобильным газовым баллоном емкостью 10 галлонов (1 галлон = 3.78л), теряющим 5 из них во время парковки с выключенным мотором.

IBM активно ищет другие пути увеличения производительности компьютеров, пытаясь скорее свести к минимуму рассеиваемую мощность, чем увеличить быстродействие снижением размеров – медные межсоединения, напряженный кремний, материалы с высокой теплоемкостью, новая изоляция (кремний-на-изоляторе). Используя указанные подходы, IBM изготовила процессор для новой версии компьютера Apple Macintosh по 90нм технологии с более низкой рассеиваемой мощностью, чем в подобных чипах Intel.

Сегодняшний подход Intel – охлаждаемый двухпроцессорный чип. Чип с двумя 2.5ГГц процессорами будет иметь лучшие характеристики, чем один 3.5ГГц процессор. Однако он потребует разработки специальных программных средств. Будущие операционные системы, подобные Microsoft Longhorn version of Windows, ориентированные на 2006г., могут быть сконструированы таким образом, чтобы работать существенно лучше с многопроцессорными системами.

Однако неудача проекта Tejas - это сигнал к тому, что Intel может ошибаться в своих расчетах.

*Перевод статьи John Markoff'a
в New York Times от May 17 2004*

Кстати, если уж охлаждать полупроводниковые чипы, то не пора ли вспомнить о выгодах сверхпроводниковых RSFQ схем, обеспечивающих быстродействие до 770ГГц, принципиально не имея проблем с отводом тепла. Тем более, что у истоков идеологии

Сравнение основных параметров полупроводниковых и сверхпроводниковых цифровых устройств

RSFQ vs. SEMICONDUCTOR LOGIC

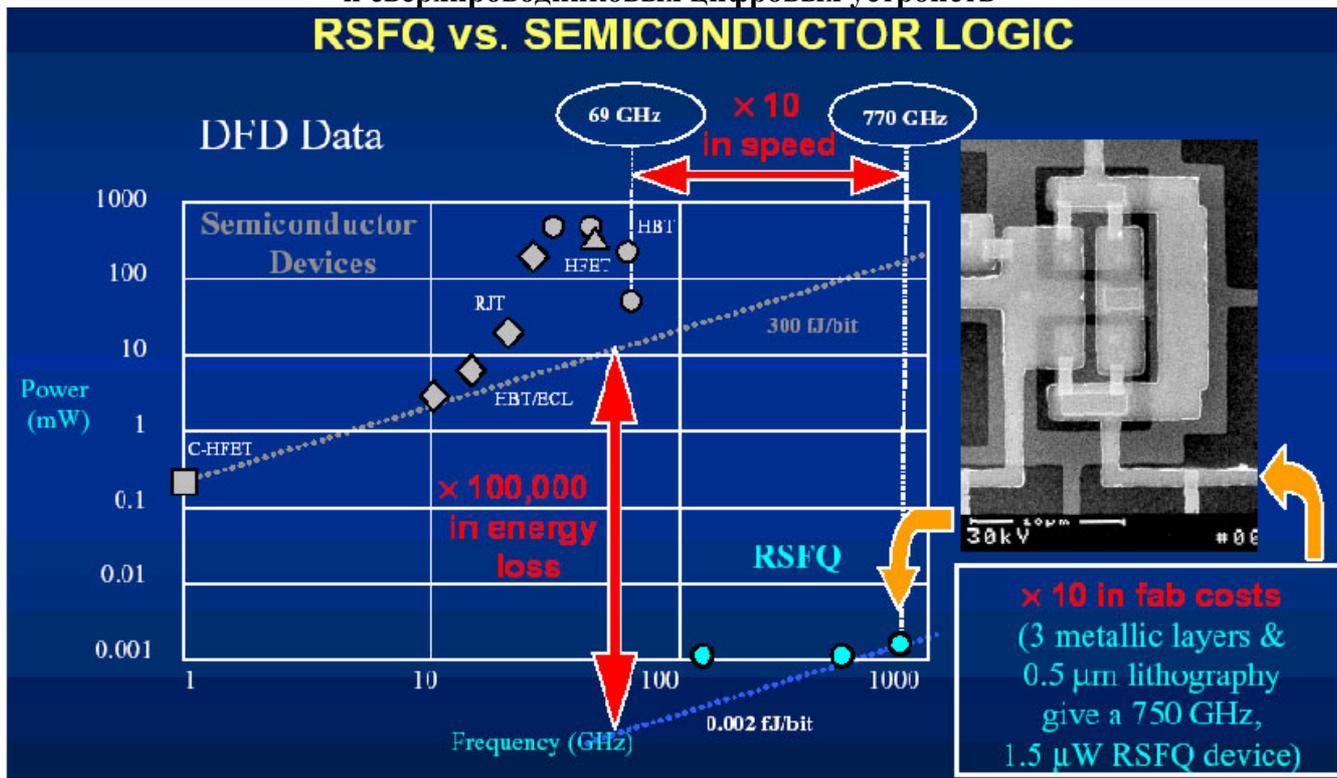


Рисунок взят с сайта К.К.Лихарева <http://rsfq1.phys.sunysb.edu/~likharev/personal/index.html>

Нанотехнологии в России. Ожидания.

20 мая с.г. в рамках выставки «Перспективные технологии XXI века» (Москва, ВВЦ), организованной Министерством образования и науки РФ, проведен круглый стол «Различные аспекты развития нанотехнологии». Председательствовал известный бизнесмен В.А.Быков (фирма НТ-МДТ). В заседании выступили А.П.Алехин (НИИФП, Зеленоград), В.Ф.Петунин (МИФИ), сам Председатель, П.П.Мальцев (РАН), В.К.Неволин (МИЭТ, Зеленоград), В.П.Автономов (ИКАН), В.В.Мальцев (ФАН).

По-прежнему дискутируется вопрос, что же относить к нанотехнологиям. А.П.Алехин утверждает точку зрения, что нанообъект должен непременно обладать квантовыми свойствами. В.Ф.Петунин настаивает, что наноструктурные материалы с размером структурного элемента менее 100нм (как правило, такие объекты характеризуются высокой поверхностной энергией и являются неравновесными) также относятся к предмету нанотехнологий. В этих трактовках сегодняшние серийные схемы с минимальным размером 130нм и экспериментальные с 90нм нельзя отнести к нанотехнологическим. Реальные нанотехнологии появятся не ранее 2010 года, когда промышленность перейдет к минимизации размеров элементов не путем масштабирования (технологии «сверху-вниз»), а путем конструирования элементов из исходных наноэлементов (технологии «снизу-вверх»). Этот переход будет обеспе-

чен зондовыми методами формирования элементов и процессами атомно-слоевого осаждения.

Российская технология все же пока в массе освоила только 1-2мкм технологию, поэтому представленные в выступлениях образцы (полевой эмиттер электронов от НИИФП и нанотранзистор от МИЭТ) содержат в качестве наноэлемента углеродную нанотрубку при прочих элементах схем микронных размеров.

Усилиями ф. НТ-МДТ (сканирующие зондовые микроскопы) российские исследователи обеспечены диагностическим оборудованием для исследования наноструктур. На выставке также представлен сверхвысоковакуумный низкотемпературный сканирующий зондовый микроскоп совместной разработки ИФТТ РАН и ИОФ РАН. В планах НТ-МДТ исследовательский и технологический «комбайн» НаноФаб, сочетающий несколько сфокусированных ионных пучков, набор зондовых методов и электронную микроскопию.

Большую роль в продвижении российской нанотехнологии призвана сыграть 6-ая Европейская Рамочная Программа, с которой можно подробнее ознакомиться на сайте www.fp6-nano.com.

Опыт в продвижении приборных разработок на мировой рынок поделится В.А.Быков, который за 15 лет существования фирмы продал на российском и мировом рынке более 500 зондовых микроскопов различного назначения, что позволило ему довести годовой оборот своей фирмы до 10 млн. долл. Ясно,

что отошло в прошлое интуитивное угадывание потребностей мирового рынка через 3-4 года (срок, необходимый для создания качественной новой продукции). Надежнее пользоваться т.н. консалтинговыми услугами соответствующих высокопрофессиональных фирм.

Финансирование нанотехнологий в России осуществляется разрозненно многими Министерствами и Агентствами. По чьему-то меткому замечанию, в общем объеме на нанотехнологии в России выделяется такая же сумма, как и в Штатах, только в рублях. По решению Коллегии Минпромнауки ранее была создана Рабочая группа (во главе с теперешним главой ФАН С.Н.Мазуренко), которая призвана объединить разрозненные исследования в единую Программу. Группа закончила разработку концепции новой Нанопрограммы, которая включает 3 основных структурных части – выбор приоритетов, создание инфраструктуры для исследований и разработок и подготовку специалистов. В рамках этой концепции в свое время будет объявлен двухэтапный конкурс – на первом этапе – конкурс тематик, на втором – конкурс исполнителей. Вероятнее всего, новая программа будет запущена с 2006 года. Однако в связи с созданием нового Министерства образования и науки РФ и приходом новой Администрации положения существующих ФЦНТП будут пересмотрены в пользу блока исследований по нанотехнологиям, которые признаются национальным приоритетом России.

С.Корецкая

СНОВА К ОСНОВАМ

“...в науке нет более опасного заблуждения...”

Недавняя статья в Nature [1] и публикация по этому поводу в ПерсТ’е [2] были посвящены экспериментальной проверке положения специальной теории относительности о том, что скорость распространения информации не может превышать скорость света в вакууме. Актуальность темы была вызвана несколькими публикациями, утверждавшими, что в среде с аномальной дисперсией удастся обеспечить распространение импульсов света со скоростью, больше скорости света в вакууме c (соответствующие ссылки см. в [2]). При чем речь шла о расстояниях порядка сотни метров и технических применениях! Проблема оказалась достаточно запутанной, и разбирательство потребовало, в том числе, философского осознания самого понятия передачи информации. Что особо отличало работу [1] – так это то, что анализ сущности понятия информации не помешали авторам дойти до сути и, в конечном итоге, поставить красивый эксперимент и получить однозначный ответ – да, даже при условиях, когда групповая скорость света превышает c , информация распространяется со скоростью, равной скорости света в вакууме.

Но, если верить известному борцу с устоявшимися авторитетами Джордано Бруно – “...в науке нет более опасного заблуждения, чем полагать, что какая-то истина известна в последней инстанции” (перевод высказывания Д.Б. взят с сайта журнала “Химия и Жизнь”). Вот и доводы, приведенные в [1], оказались убедительными не всем. Основное возражение оппонента в [3] следующее: Для переноса информации в статье [1] используется импульс света лазера, распространяющийся в среде с аномальной дисперсией. Информация “записывается” на импульс путем модуляции этого первого импульса света еще более коротким импульсом. В результате полоса частот, которая используется для “записи” оказывается шире, чем полоса оптических частот, в которой обеспечивается условие аномальной дисперсии. А это, в свою очередь, означает, что те особенности сигнала, на регистрацию которых была настроена приемная часть установки, распространяются вне полосы частот сверхсветового распространения. И, следовательно, результат эксперимента в [1] можно было предсказать заранее – в эксперименте изначально нельзя было продемонстрировать сверхсветовую скорость распространения информации.

В ответной реплике в [3] авторы [1] приводят различные доводы в пользу корректности поставленного ими эксперимента, но в конечном итоге признают наличие “перенормировки” сигнального импульса, что, по существу, означает признание аргументов оппонента. К сожалению, не обсуждается вопрос о том, является ли подобная перенормировка следствием неудачной постановки эксперимента или это сама Природа так устроена, что сверхсветовую скорость невозможно обнаружить ни в каких экспериментах. Хорошо известно, например, что подобные неудачи неизбежны при попытке измерить точно импульс и координату частиц. Может и здесь то же самое? Во всяком случае, проблема снова открыта, и можно следовать примеру Джордано Бруно и проверять устои на прочность.

М.Компан

1. *M.D.Stenner, D.J.Gautier, M.A.Neifeld. Nature, 2003, 425, p.695*
2. *М.Компан. ПерсТ, 2003, 10, вып.21*
3. *G.Nimtz. Nature, 2004, 429, No 6987, p. 598*



ВЕСТИ С КОНФЕРЕНЦИЙ

Затмение на конференциях

Фото лунного затмения любезно предоставлено сотрудником ФИАН Е.Онищенко, поддерживающим сайт www.scientific.ru с массой полезной информации

Представление началось точно в назначенное время. Тень Земли стала “обгрызать” Луну и вскоре оставила не ее месте бледный розоватый диск. Звезды засвер-

кали ярче... Участники сразу трех научных конференций на одном теплоходе наблюдали полное лунное затмение, проплывая по Волге в районе Казани.

Три конференции – это «Сканирующая зондовая микроскопия», «Рентгеновская оптика» и «Нанопотоника», которые состоялись 2-6 мая этого года. Заседания протянулись от Нижнего Новгорода до Ульяновска и обратно с остановками в Казани и Чебоксарах. Главный организатор конференций – Институт физики микроструктур РАН в Нижнем Новгороде. Оргкомитет возглавили С.Гапонов, Н.Салашенко и З.Красильник. Многие сотрудники ИФМ РАН приняли участие в организации и докладах, а обилие молодых свидетельствовало об успешном развитии Института.

Конференции проводятся с 1998 года, обычно они проходили друг за другом в Институте. В этом году была опробована идея совмещения. Участие большого числа зарубежных ученых придало конференциям международный статус. Хотелось бы еще раз выразить признательность организаторам конференций, а также спонсорам, благодаря которым участники за свои «типичные командировочные расходы» получили гораздо больше удовольствия.

Далее небольшой обзор докладов, не претендующий на объективность и относящийся в основном к «Нанопотонике».

Si:Er

Интерес к люминесценции ионов эрбия Er^{3+} в различных кремниевых структурах вызван потребностью создания устройств, эффективно излучающих на длине волны 1.5 мкм, соответствующей минимуму поглощения волоконно-оптических линий связи. Этой проблемой интенсивно занимаются в ФТИ им. А.Ф.Иоффе РАН, МГУ им. М.В.Ломоносова и ИФМ РАН. Пока не удастся достичь достаточной интенсивности свечения, но есть идеи. Предлагается помещать ионы в нанокристаллы, обыгрывая при этом различия в диэлектрических проницаемостях и эффект пространственного квантования.

Дислокации

Кремниевые светодиоды, основанные на дислокационной люминесценции, хорошо светят (В.Кведер, Э.Штейнман, ИФТТ РАН).

Нелинейная оптика

В наноструктурированных полупроводниках можно увеличить оптическую нелинейность на 2 порядка по сравнению с обычными нелинейными кристаллами (П.Кашкаров, МГУ). Это открывает новые перспективы в нелинейной оптике и, возможно, в создании оптических квантовых компьютеров.

Терагерцы

Генерация терагерцового излучения является важной практической задачей. Исследуются различные возможности: блоховские осцилляции в сверхрешетках (Ю.Романов, ИФМ РАН), параметрическая генерация разностной моды в полупроводниковом

лазере с гофрированным волноводом (В.Алешкин, ИФМ РАН), плазменные колебания в канале полевого транзистора (В.Попов, Саратовский филиал ИРЭ РАН). Возможно, удастся создать и терагерцовый лазер на мелких примесях в $Ge/GeSi$ (В.Шагин, В.Алешкин, ИФМ РАН), во всяком случае, примесные состояния в напряженных слоях в условиях расщепления подзон легких и тяжелых дырок интенсивно исследуются (В.Гавриленко, ИФМ РАН).

Квантовые точки

Структурам, состоящим из квантовых точек, нанокластеров и нанокристаллов, была посвящена большая часть докладов. Квантовые точки успешно выращивают, исследуют и моделируют в питерском физтехе, новосибирском ИФП РАН и ИФМ РАН. Хорошо уже известны применения колонн из квантовых точек в лазерах (Г.Цырлин, ИАП РАН). В Сибири изготавливают фотодиоды и фототранзисторы (А.Якимов, ИФП СО РАН). В ИФМ РАН исследуют ИК фотоприемники на квантовых точках (Л.Молдавская).

Экситоны

Традиционная академическая тематика экситонов успешно развивается и в области наноструктур (И.Ясиевич, ФТИ РАН; Ю.Лозовик, ИС РАН).

Спиновые эффекты

Увлекательным спиновым эффектом также было уделено внимание. Ю.Дубровский (ИПТМ РАН) порадовал публику наблюдением эффекта «типа Кондо» при туннелировании между двумя слоями $2DEG$ в перпендикулярном к слоям магнитном поле. Спиновые эффекты в подобной структуре, но в параллельном магнитном поле представлены в докладе М.Якунина (ИФМ УрО РАН). В.Сабликов (ИРЭ РАН) рассмотрел возникновение фриделевских осцилляций вблизи точечного контакта, приводящих к локализации электрона в нем. Работа направлена на объяснение загадочной ступени 0.7 от кванта проводимости, которая точно связана со спиновой поляризацией. Спиновым эффектам при межподзонных оптических переходах посвящен доклад С.Тарасенко (ФТИ РАН). Магнитные полупроводники (например, $GaAs$, легированный марганцем), возможно, вскоре заменят металлические магнетики в структурах магнитной памяти, поскольку в них гораздо больше длина релаксации спина (Б.Аронзон, «Курчатовский институт»).

Российская нанотехнология

Ярким, и пока, к сожалению, редким, примером успешного развития российской нанотехнологии является зеленоградский научно-производственный центр $NT-MDT$ Со. (В.Быков), который производит сканирующие микроскопы и поставляет их не только в России, но и на Запад. В настоящее время разрабатывается nanoFAB, использующий ионные пучки для нанотехнологии.

Перспективы рентгеновской литографии были рассмотрены в докладе В.Аристова (ИПТМ РАН).

Наутро после банкета теплоход остановился у живописного Макарьева монастыря, где участники конференций смогли привести в порядок свое душевное состояние...

В.Вьюрков

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Российские ученые унижены информационным голодом

"Something is rotten in the state of Denmark"

W. Shekspiere, "Gamlet"

"Неладно что-то в королевстве Датском"

(перевод П. Вейнберга)

"Знать, в Дании свершилось нечто злое"

(перевод М. Вронченко)

"Я бедствия отечества предвижу" (перевод К. Полевого)

"Нечисто что-то в Датском королевстве"

(перевод А. Кронеберга)

"Какая-то в державе Датской гниль!"

(перевод Б. Пастернака)

И советские, и российские (теперь) ученые всегда работали в грустном состоянии информационного дефицита. До недавнего времени ученые привозили из зарубежных командировок чемоданы ксерокопий статей из зарубежных научных журналов, удивляя «местных» самоотверженным копированием (иногда ночами занимая ксерокс и используя за ночь весь месячный запас бумаги).

Наступили новые времена. Научные журналы в электронном формате доступны в любой точке мира в реальном масштабе времени. Напряжение спало и в России (мы знакомы только с ситуацией по физическим и, частично, химическим научным журналам). Прорыв был сделан благодаря организации электронной библиотеки РФФИ – elibrary.ru. Стали доступны журналы издательств европейского Института физики (*IoP*), Pergamon, Elsevier Science, North-Holland, Kluwer, Academic Press, Springer. Все же скажем, доступны с оговоркой – как правило, журналы выставлялись «пакетами», один раз в квартал. К тому же принципы открытого доступа к ряду журналов вызывали иногда недоумение. Например, из 13 организаций, имеющих доступ к Journal of the American Ceramic Society девять не имеют никакого отношения ни к материаловедению, ни к химии, ни к физике, в то время как ни одно из подразделений Московского государственного университета, в частности факультет наук о материалах, таким доступом не обладают.

С наиболее «рейтинговыми» физическими журналами – издания Американского института физики (далеко не все!) и Американского физического общества (далеко не все!), Nature (Англия), Science (США) – можно было познакомиться, только приходя в Интернет зал БЕН РАН.

Ситуация, сложившаяся сегодня, оскорбительна (мы хорошо с ней знакомы, просматривая электронные библиотеки ЕЖЕДНЕВНО для оперативного ведения Интернет-сайта «Сверхпроводимость»

с базами данных по научным публикациям «Сверхпроводники», «Фуллерены и нанотрубки», «Манганиты» и выпусками бюллетеня научных новостей ПерсТ – <http://perst.issph.kiae.ru>). Справка о физических журналах, представленных СЕГОДНЯ в e-library.ru, отражена в Таблице 1 (мы отслеживаем в этой библиотеке более 50 журналов, в Таблицу включили для примера 22 журнала; ситуация с другими – аналогичная). Доступные ранее в БЕН журналы – Appl.Phys.Lett. (уже отсутствуют 9 выпусков), J.Appl.Phys.; J.Vacuum Sci. ser. A, ser.B; Rev.Sci.Instr. – сейчас Американский институт физики из-за неуплаты закрыл.

Не доступны в легальных электронных библиотеках России такие важные для инновационной деятельности журналы, как

- серия журналов Американского общества инженеров в области радио – и электротехники (*IEEE Trans.on...*, *IEEE J. of...*),
- серия журналов Американского общества инженеров-оптиков (Proc. *SPIE*, *J.Microlithography*, *Microfabrication and Microsystems*),
- блестящий журнал Американского химического общества по разработкам в области нанотехнологий – NanoLetters,
- японские журналы – Jap.J.Appl.Phys.(две серии), J.Phys.Soc.Japan, J.Japan Magn.Soc.

И это – краткий перечень. Вспоминается, что журналы серии *IEEE* в виду их огромной «прикладной» информативности в СССР репродуцировали (возможно, в нарушение авторских прав).

От российских ученых ждут активности в инновационной сфере, а они имеют шанс стать просто непросвещенными. Мировая тенденция – сделать доступными научные публикации как можно быстрее. Осознавая важность оперативной подачи научной информации, многие издательства переходят к «верстке» электронных журналов непосредственно на Интернет-сайтах по мере поступления и обработки статей (*Phys.Rev.*, *Phys.Rev.Lett.*, *Appl.Phys.Lett.*, *J.Vacuum.Sci.*, *J.Phys.Cond.Matt.*, *Nanotechnology* и многие другие). При этом российские ученые могут знакомиться с ними только полгода спустя!

Нам известны примеры, когда российские ученые уезжали на Запад не потому, что им здесь мало платят, а потому что они оскорблены информационным голодом. И ведь речь идет не о том, чтобы электронные журналы были доступны в каждом научном или учебном заведении (как в приличных странах) – пусть будут доступны хотя бы в центральных государственных или академических библиотеках. Poog, poog Yorik!

Редакция

Таблица 1. Состояние с физическими журналами на 20.05.04. в e-library.ru (пример)

Издательство	Название журнала	Дата последнего выпуска, доступного в e-library.ru	Дата последнего выпуска на недоступном соответствующем сайте Интернета (2004)
Academic Press	1. J. Comput. Phys.	Декабрь 2002	10 июня
Elsevier Science	2. Superlattice and Microstructure	Июль 2002	Июнь
Elsevier Science	3. Applied Surface Science	29 февраля	30 апреля
Elsevier Science	4. Cryogenics	Февраль	Май
Elsevier Science	5. Diamond Related Materials	Январь	Апрель-август (конференция по нанотрубкам)
Elsevier Science	6. J Alloys Compounds	25 февраля	30 июня
Elsevier Science	7. Microelectronic Engineering	Февраль	Апрель
Elsevier Science	8. Microelectronics J	Февраль	Июль
Elsevier Science	9. Sensors Actuators A	Январь	1 мая
Elsevier Science	10. Syntetic Metals	Январь	8 июля
Kluwer Academic	11. Thin Solid Films	15 января	15 июня
North-Holland	12. J Solid State Chemistry	Январь	Май
North-Holland	13. Chem Phys Lett	26 января	1 июня
North-Holland	14. J Crystal Growth	1 февраля	1 июня
North-Holland	15. J Magn Magn Mater	Март	Май
North-Holland	16. J Non Crystal Solids	1 февраля	15 мая
North-Holland	17. Physica C	15 февраля	1 июня
Pergamon	18. Physica E	Январь	Май
Pergamon	19. J Phys Chem Solids	Январь	Июнь
Pergamon	20. Carbon	N 2	N 7
Pergamon	21. Solid State Communications	Март	Июль
Pergamon	22. Solid State Electronics	Март	Август

КОНФЕРЕНЦИИ

October 3rd - 7th, 2004. Berlin, Germany.

Autumn School on Materials Science and Electron Microscopy 2004 - "Emerging microscopy for Advanced Materials Development – Imaging and Spectroscopy on Atomic Scale"

Contact Dr. H. Kirmse

autumn.school@physik.hu-berlin.de

Web <http://crysta.physik.hu-berlin.de/as2004>

18 - 22 октября 2004 года.

Звенигород Московской обл. I-ая Международная конференция «Фундаментальные проблемы высокотемпературной сверхпроводимости» (ФПС'04).

Председатель Конференции:

академик Виталий Лазаревич Гинзбург

Председатель Программного комитета:

Юрий Васильевич Копаев

Основные научные направления конференции: природа и механизмы высокотемпературной сверхпроводимости; физические свойства ВТСП; новые сверхпроводники и родственные материалы; прикладная сверхпроводимость.

Официальный язык конференции - русский.

Срок представления тезисов - **15 августа 2004г.**

Подробная информация на сайте Конференции <http://www.lebedev.ru/fps04>

Контакт

E-mail: org-fps@sci.lebedev.ru

Председатель Оргкомитета:

Александр Иванович Головашкин

тел. +7(095)135-4285

Зам. Председателя:

Андрей Валериевич Варлашкин

тел. +7(095)132-6769

E-mail: varlash@sci.lebedev.ru

Экспресс-бюллетень "ПерсТ" выходит при поддержке
Министерства промышленности, науки и технологий РФ,
Научных Советов Российских научно-технических программ:

"Актуальные направления в физике конденсированных сред",
"Перспективные технологии и устройства микро- и нанoeлектроники", "Физика твердотельных наноструктур"

Редактор: С.Корецкая тел: (095) 930 33 89, e-mail: stk@issp.ras.ru

В подготовке выпуска принимали участие:

О.Алексеева, В.Вьюрков, М.Компан, Ю.Метлин, Л.Опенев,

Компьютерный ввод, макет: И.Фурлетова

Ответственный за тираж: Ю.Мухин

Адрес редакции: 119296 Москва, Ленинский проспект, 64А