



Форум-приложение **НАНОМЕТР**

www.nanometer.ru

август 2006



Профили компаний, ВУЗов, институтов РАН
Приглашения на работу и стажировку
Конкурсы, новые программы
Полезные ссылки и Интернет-ресурсы
Экскурсии, дни открытых дверей, собеседования
Дни карьеры и выставки
Рейтинг публикаций и научных групп
Министатьи и интервью
Дайджесты с сайтов и обзоры статей



Российская команда по химии на Международной олимпиаде школьников, слева направо: Максим Могильный (золото), Тимур Мансуров (серебро), декан Химического факультета МГУ академик РАН Валерий Васильевич Лунин, Даниил Мальцев (золото), Леонид Ромашов (золото)

Химия для жизни, химия для лучшей жизни

Таков был девиз 38-й Международной химической олимпиады (МХО) школьников, которая проходила в июле 2006 года в южнокорейском городе Кенсане. Организаторы олимпиады поставили себе целью подчеркнуть роль химии в окружающей жизни и продемонстрировать прикладные возможности химической науки. Олимпиада была рекордной по числу участников – 254 школьника из 67 стран. В соревновании участвовали все лучшие юные химики

мира под руководством самых опытных преподавателей.

Олимпиада состояла из двух туров – теоретического и экспериментального. В экспериментальном туре школьники за 5 часов должны были выполнить три задачи: 1) спектрофотометрический анализ смеси двух красителей, 2) хроматографическое разделение и титриметрический анализ смеси двух кислот, 3) качественный анализ органических веществ. У каждого школьника на столе был карманный спектрофотометр, сопряженный с персональным



компьютером. Такое богатое приборное оснащение на МХО встретилося впервые. Однако, несмотря на хорошее оборудование, сами задачи оказались не очень интересными. Они требовали, в первую очередь, четкого, роботоподобного выполнения большого числа однотипных действий. Так, в задаче на хроматографию требовалось оттитровать щелочью целых двадцать фракций, причем учесть поправку на кислотность чистой воды, а в задаче на качественный анализ органических веществ необходимо было провести 9 качественных реакций с каждым из 7 предложенных веществ, всего 63 реакции. Неудивительно, что большинство участников олимпиады (в том числе и два российских школьника) не успели выполнить все задания.

Теоретический тур тоже был очень плотным по времени и разнообразным по тематике. В комплекте задач были представлены все основные разделы химии: теории химической кинетики, стереохимия углеводов, расчеты равновесий в растворах, ферментативный катализ, химия нуклеотидов, кристаллохимия шпинелей, водородная энергетика, электрохимия и др. Всего школьникам необходимо было решить 11 задач, многие из которых включали длинные, хотя и несложные расчеты.

Несколько слов о том, как выступили наши школьники. Теоретический и экспериментальный туры оказались очень сложными, но не по содержанию, а по количеству операций, необходимых для решения. В результате граница золотой медали оказалась на самой низкой отметке за последние годы – 71 балл из 100 (для сравнения, в 2005 г. она равнялась 90 баллов). Трое из российской команды перешагнули этот рубеж. Золотые медали получили Даниил Мальцев (Санкт-Петербург, физ-мат лицей № 239), Леонид Ромашов (Москва, лицей № 1303, 10 класс), Максим Могильный (Тюмень, гимназия Тюменского университета). Серебряную медаль завоевал Тимур Мансуров (Уфа, школа № 130). Три золотые медали из четырех – это самый большой успех за последние 5 лет. Не случайно лично поздравить победителей прилетел декан химического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова академик В.В. Лунин. Больше – четыре «золота» – получила только команда Китая. Абсолютным победителем в этом году стал корейский школьник, а лучший из россиян – Даниил Мальцев занял абсолютное 3-е место. Подробности о результатах и заданиях олимпиады можно найти на сайте химфака МГУ www.chem.msu.ru.

В 2007 году Международная химическая олимпиада пройдет в Москве, на химическом факультете МГУ. На церемонии закрытия академику Лунину – будущему хозяину Олимпиады – был вручен переходящий флаг – символ истории МХО.

Научная программа олимпиады уже практически готова, она сулит много любопытного будущим участникам. Число заданий будет не так велико, как в Корее, но по качеству они будут намного интереснее. Разумеется, в комплекте задач будут отражены и достижения нанохимии. Все задания составлены с учетом российского менталитета: наши ребята отлично решают сложные задачи, требующие нестандартного мышления, но часто ошибаются в

банальных вопросах. Мы очень надеемся, что ребятам удастся избежать простых ошибок и будущая олимпиада окажется успешной для России как в спортивном, так и в творческом плане.

Вадим Еремин,
научный руководитель сборной России,
профессор химического факультета МГУ

Елена Еремينا,
доцент химического факультета МГУ

Благодарность. В процессе подготовки сборную команду России на МХО-2006 поддерживали программа «Школа нового поколения» компании «Базовый элемент», Благотворительный фонд В.Потанина, ЭНПЦ "Эпитал" (Москва), фирма «СервисЛаб» (Москва).

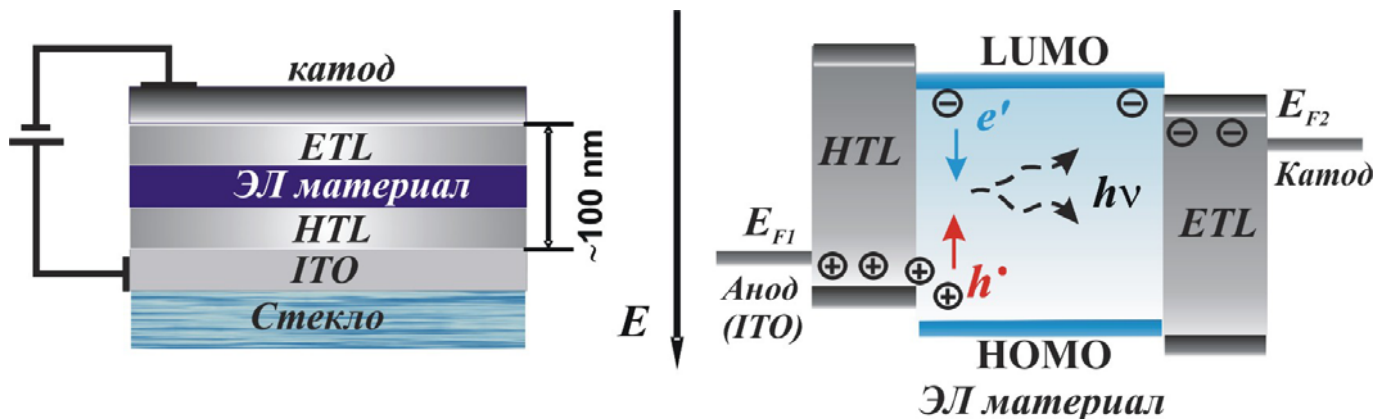
Развитие наноисследований, нанотехнологий и nanoиндустрии рассматриваются Президентом Российской Федерации и Правительством Российской Федерации как одно из стратегических направлений формирования инновационной экономики – «экономики знаний». В 2005 году направление «Индустрия наносистем и материалы» включена в государственные научно-технические приоритеты. Развитие исследований структуры и свойств наноразмерных объектов и наноматериалов как междисциплинарной области знаний требует и современной информационной инфраструктуры. В связи с этим Федеральным агентством по науке и инновациям совместно с ООО «Парк-медиа» учрежден журнал «Российские нанотехнологии». Главный редактор журнала – Михаил Владимирович Алфимов – академик РАН, директор Центра фотохимии РАН, руководитель рабочей группы Научно-координационного совета ФЦНТП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития науки и техники» на 2002-2006 годы Минобрнауки России по направлению «Индустрия наносистем и материалы». Основная цель издания журнала – предоставить научному, управленческому и бизнес-сообществам возможность информационного обмена знаниями, опытом, экспертиз и результатами проектов. Вместе с выпуском печатного журнала планируется выпускать «Российский электронный наножурнал» для более полного использования информационных технологий и функциональных возможностей сети Интернет. Более подробную информацию можно получить на сайте www.nanorfu.ru и по телефону (495)-930-8707.

Координационные соединения – материалы для создания органических электролюминесцентных устройств (OLED)

Развитие и усовершенствование современных осветительных устройств связано с созданием новых, современных материалов и технологий. В последние годы заметный прогресс был достигнут в области органических тонкопленочных свето-эмиссионных диодов (Organic Light Emitting Diode, OLED), поскольку они обладают рядом преимуществ по

сравнению с уже используемыми дисплеями на основе электронно-лучевых трубок (Cathode Ray Tube, CRT) и жидких кристаллов (Liquid Crystal Display, LCD).

OLED представляет собой “сэндвичевую структуру” толщиной ~100 нм и обычно состоит, помимо электродов, из слоев материалов с электронной (Electron Transport Layer, ETL), дырочной (Hole Transport Layer, HTL) проводимостью и электролюминесцентного (ЭЛ) материала.



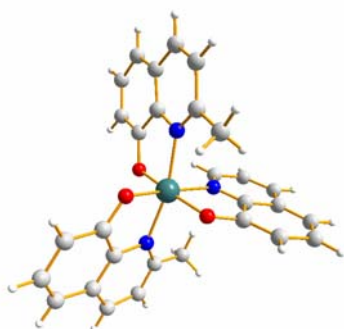
Структура OLED

Свечение OLED возникает при пропускании электрического тока сквозь структуру устройства (электролюминесценция). Транспорт электронов происходит через нижнюю свободную молекулярную орбиталь (LUMO) вещества ЭЛ материала, которая аналогична зоне проводимости (E_c) в полупроводниковых материалах; транспорт дырок – через высшую занятую молекулярную орбиталь (HOMO), сходную с валентной зоной (E_v) в полупроводниках. Эффективность транспорта электронов и дырок определяется подвижностью обоих зарядовых потоков в слое ЭЛ материала, которая, в свою очередь, оказывает влияние на квантовую эффективность OLED. Достаточно часто оказывается трудным подобрать материалы электродов с работами выхода, соответствующим значениям HOMO и LUMO ЭЛ материала, что не позволяет получать OLED с высокой квантовой эффективностью люминесценции и временем жизни. У большинства же подходящих в качестве активного слоя веществ сильно отличаются подвижности электронов и дырок, что приводит к дисбалансу электронного и дырочного токов, и, как следствие, квантовая эффективность OLED оказывается низкой. Для устранения проблем, возникающих при создании однослойных OLED, структура устройства может быть дополнена введением ETL и HTL.

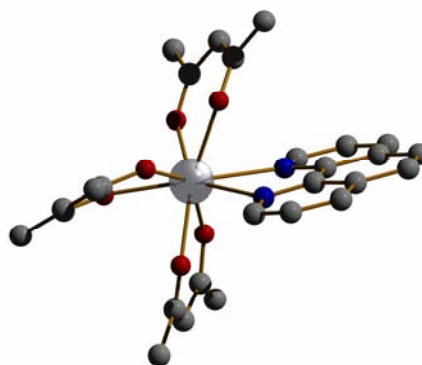
Преимущество использования мониторов на основе технологии OLED по сравнению с мониторами, используемыми в настоящее время, состоит в том, что они обладают высокой яркостью (>100000 Кд/м²), контрастностью (1:1000), имеют широкий угол обзора

($>170^\circ\text{C}$), высокую эффективность электролюминесценции (>22 Лм/В), низкое рабочее напряжение (≤ 5 В), малое время отклика (≤ 1 мсек), кроме того, такие мониторы стабильно работают в широком интервале температур ($-20 \div 100^\circ\text{C}$), тонкие, легкие, прочные и удобные. Усовершенствованию технических характеристик OLED способствует не только модернизация технологий их создания, но и использование новых ЭЛ молекулярных материалов, проявляющих высокую эффективность люминесценции, термическую и химическую стабильность. Явление электролюминесценции описано для соединений различных классов. Для органических материалов ЭЛ известна с 1962 года, когда она впервые была продемонстрирована в работе М. Pope на кристаллах антрацена. Однако настоящий “бум” в области создания OLED на основе органических соединений начался в 1987 году с момента создания С.В. Tang и С.А. VanSlyke многослойного устройства на основе комплекса алюминия с 8-гидроксихинолином (AlQ_3). Яркость этого устройства составляла 1000 Кд/м² при величине приложенного напряжения – 10 В, а квантовая эффективность – 1 % фотон/электрон (т. е. происходит испускание одного фотона в результате инжекции 100 электронов).

В настоящее время металл-органические координационные соединения (КС) можно считать одним из наиболее перспективных классов соединений, которые могут быть использованы как ЭЛ материалы в структуре OLED.

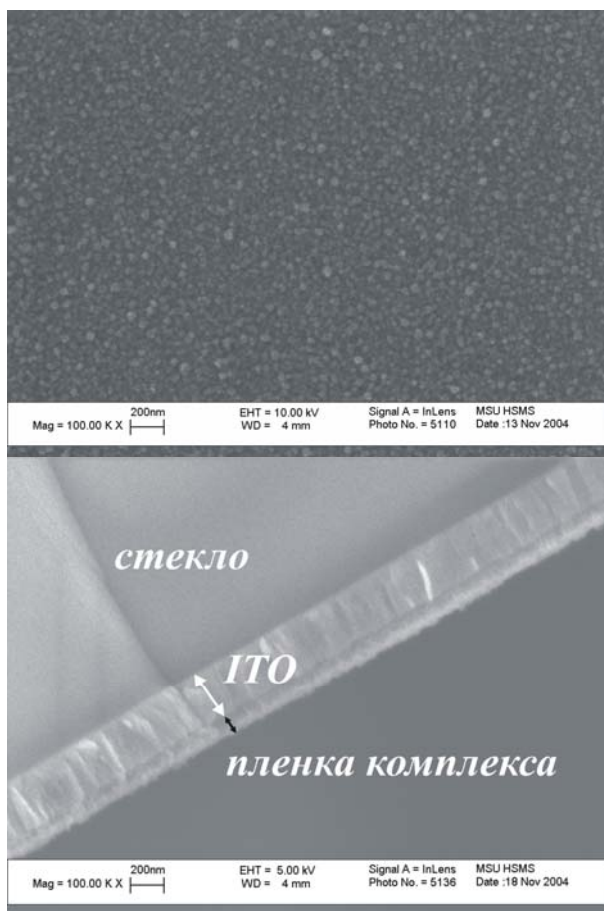


AlQ_3



$\text{Tb}(\text{acac})_3\text{Phen}$

Примеры кристаллических структур КС – ЭЛ материалов



устройства. К качеству поверхности тонкопленочных материалов предъявляют следующие требования: сплошность, отсутствие кристаллических включений и гладкость.

асп. ФНМ О.В. Котова,
асп. Химфака МГУ С.В. Елисеева,
д.х.н. Н.П. Кузьмина,
лаборатория химии
координационных соединений
(Химический факультет МГУ)

Литература

S.Eliseeva, O.Kotova, O.Mirzov, K.Anikin, L.Lepnev, E.Perevedentseva, A.Vitukhnovsky, N.Kuzmina, Electroluminescent properties of the mixed-ligand complex of terbium salicylate with triphenylphosphine oxide // Synthetic Metals. 2004. V. 141. № 3. p. 225-230.

Н.П.Кузьмина, С.В.Елисеева Фото- и электролюминесцентные свойства координационных соединений РЗЭ(III) // Журн. неорган. химии. 2006. Т. 51. № 1. с. 80-96.

Токонесущие ВТСП-элементы

Пленка ЭЛ материала. Микрофотография пленки разнелигандного комплекса тербия – $\text{Tb}(\text{Sal})_3(\text{TOPO})_2$ (HSal – салициловая кислота, TOPO – три(н-октил)фосфиноксид), полученной методом центрифугирования на подложке стекло/ITO, толщина пленки ~70 нм, источник зеленого света.

Для получения тонких пленок материалов слоев, входящих в структуру OLED, используют методы осаждения из газовой фазы (Chemical Vapor Deposition, CVD) в случае летучих соединений, или центрифугирования раствора комплекса на подложку для нелетучих соединений. Одной из важных характеристик OLED является время жизни, которое зависит от рабочего напряжения и качества покрытия материалов слоев, входящих в структуру

В настоящее время важнейшим шагом на пути к широкомасштабному применению высокотемпературных сверхпроводников является создание длинномерных токонесущих элементов на их основе, или, говоря проще, ВТСП-кабелей. Такие кабели могут совершить настоящую революцию в электротехнике. Используя их для передачи энергии, создания высокоэффективных моторов и мощных магнитов мы можем существенно улучшить характеристики этих изделий по сравнению с их аналогами, использующими несверхпроводящие материалы. Наряду с этим, возможно создание принципиально новых устройств, использующих уникальные физические свойства ВТСП –

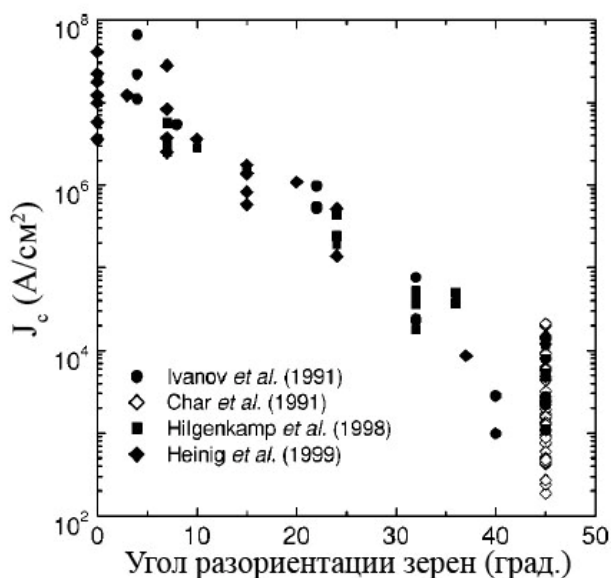


материалов, например, сверхпроводниковых токоограничителей.



Применение ВТСП-кабелей: передача электроэнергии, ЯМР томография, создание левитирующего транспорта.

Однако, поскольку высокотемпературные сверхпроводники представляют собой сложные оксиды и изначально были получены в виде керамики, создание на их основе длинных и гибких проводящих элементов отнюдь не является простой задачей. Для ее решения было разработано несколько подходов, для понимания смысла которых необходимо вспомнить о некоторых свойствах ВТСП - материалов.



Зависимость плотности межзеренного критического тока в материале $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7.8}$ от угла разориентации кристаллитов.

Важными характеристиками ВТСП-кабеля являются критическая температура T_c , критическое поле H_c и критический ток I_c – это такие, соответственно, температура, магнитное поле и ток,

при достижении которых пропадает сверхпроводимость в материале. Критический ток, который фактически может быть пущен по кабелю без разрушения сверхпроводимости, тем выше, чем более сориентированы зерна в образце. Таким образом, при получении кабелей необходимо достичь низких углов разориентации зерен в сверхпроводящем материале.

Исторически первыми были получены так называемые ВТСП – кабели первого поколения. Такой кабель представляет собой серебряную ленту, продольно пронизанную множеством филаментов из сверхпроводящего состава $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{10+\delta}$. Технология получения подобных структур включает в себя многократную протяжку серебряных трубок с запаиваемым в них ВТСП порошком через последовательно уменьшающиеся отверстия (т.н. экструзия), вследствие которой формируется текстура в сверхпроводящем материале. В силу высокой стоимости серебра и некоторых фундаментальных особенностей состава $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{10+\delta}$ ВТСП – кабели первого поколения не получили повсеместного распространения.



Поперечное сечение ВТСП-кабеля 1 поколения

Другой подход заключается в получении многослойных структур на металлических лентах – это т.н. ВТСП – кабели второго поколения. На длинную ленту (до нескольких сот метров) последовательно наносится один или несколько буферных слоев, обладающих биаксиальной текстурой, затем – слой ВТСП состава $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7.8}$, наследующий текстуру буферного слоя, и сверху – защитный слой. Существует 3 основных способа получения текстурированного буферного слоя: IBAD (ion beam assisted deposition), в котором текстура буферного слоя формируется за счет бомбардировки поверхности роста направленным ионным пучком; ISD (inclined substrate deposition), при котором напыление слоя на металлическую ленту производится под строго определенным углом, и вследствие этого формируется биаксиальная текстура; RABiTS (rolling-assisted biaxially textured substrate), где в качестве подложки используется биаксиально текстурированная лента из Ni сплава.

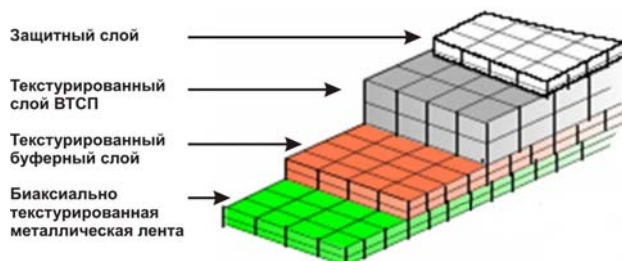


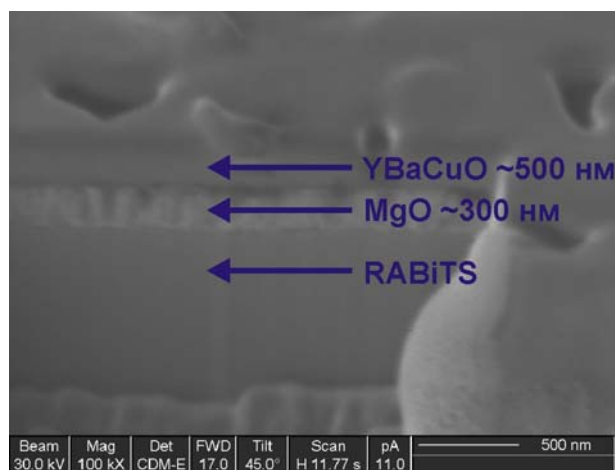
Схема многослойной структуры, полученной на подложке RABiTS.

Буферный слой, который наносят на ленту, за счет эпитаксиального роста наследует ее текстуру,

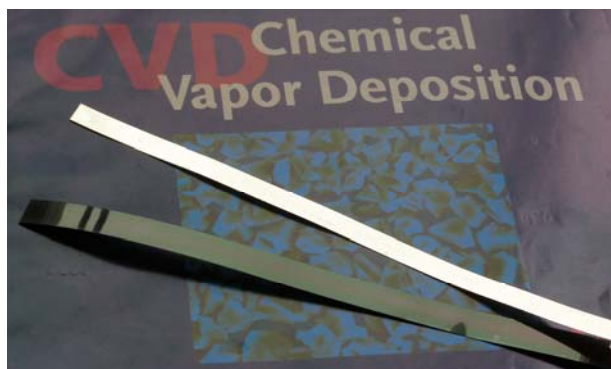


которую и транслирует в слой ВТСП. Следует заметить, что получение текстурированных лент - это сложный многостадийный процесс, который включает в себя многократную прокатку сплава со степенью деформации до 99%.

Во всех трех подходах возможно использование широкого спектра различных материалов буферных слоев, а также методов нанесения. Основная работа в этой области направлена во всем мире на повышение эксплуатационных характеристик получаемых токонесущих элементов и на снижение их себестоимости.



Поперечное сечение ленты RABiTS с буферным и сверхпроводящим слоями



Внешний вид подложки RABiTS и ленты с нанесенными буферным и сверхпроводящим слоями

На настоящий момент технология RABiTS является одной из наиболее перспективных с точки зрения коммерциализации ВТСП - кабелей 2-го поколения, так как допускает возможность использования недорогих химических способов нанесения буферных слоев. В лаборатории Химии координационных соединений ведутся работы по получению ВТСП - кабелей по технологии RABiTS с нанесением функциональных слоев методом MOCVD.

проф., д.х.н. А.Р. Кауль, д.х.н. О.Ю. Горбенко,
к.х.н. С.В. Самойленков,
асп. ФНМ О.В. Мельников, асп. ФНМ А.В. Бледнов, асп. ФНМ Г.А. Досовицкий.
Лаборатория химии координационных соединений Химического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова.

8 International Symposium "Systems with Fast Ionic Transport" (8th ISSFIT), Vilnius (Lithuania), 23-27 Мая 2007.

<http://rflk.ff.vu.lt/issfit8/>.

XII Национальная конференция по росту кристаллов (НКРК-2006). Институт кристаллографии им. А.В.Шубникова РАН, 23 - 27 октября 2006 г.

<http://ns.crys.ras.ru/nccg>.

Открытие сайта <http://www.iacnano.ru> Федерального Информационно-аналитического центра «Нанотехнологии и наноматериалы» (ИАЦ). Основной целью создания центра является обеспечение текущей и аналитической информацией органов государственной власти и всех участников инновационного процесса, включая научные, проектные и производственные организации с различной формой собственности. ИАЦ представляет собой эффективную систему оперативного поиска, накопления и анализа информации, систему доступа и распространения информации, а также систему получения информации непосредственно у специалистов по мере необходимости.

Инженерный журнал концерна "Наноиндустрия" - "Нанотехника". (www.nanotech.ru/journal). Вектор интересов - формирование основ отечественной наноиндустрии, формирование условий и деятельности по внедрению нанотехнологий в производство, а также продаже готовой нанопродукции.



К юбилею открытия ВТСП (1986-2006 гг.)

ИЗ ИСТОРИИ РАЗВИТИЯ СВЕРХПРОВОДИМОСТИ (В ТОМ ЧИСЛЕ И ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ)

Н.Н.Олейников

Профессор МГУ, член-корреспондент РАН



Many Thanks
With warm regards
October 19, 1989 Allen M. Heman
T. Kurokawa

Muchas gracias por tu
mucho ingenio
A. Heman

Very good!
Tom West

Pour cet honneur
raccourci de l'histoire
Deinf

Avec tous mes
remerciements
Bien Amicalement
K.

Фотю вые в мустам мусу-
Синяки теперь мусу...

Allen M. Heman

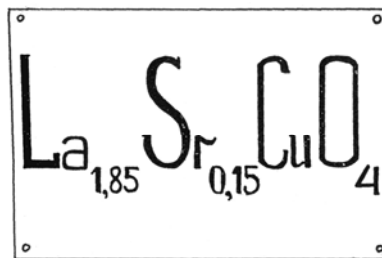
M.

/Putilin/

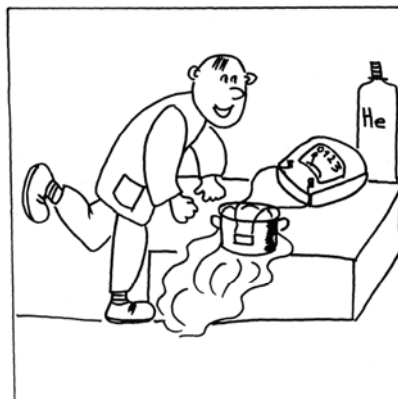
/Antipov/



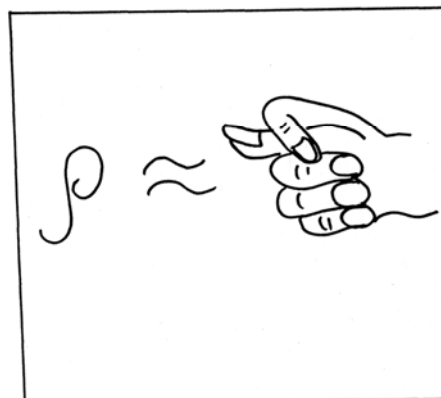
Пред Вами известный оксидный состав,
Который недавно пред нами представ,
Умы взбудоражил как ритмика джаза,
А многих ученых довел до экстаза.



А вот перед Вами ученый голландец,
Который отплясывал как африканец
И пел, и кричал, и свистел словно чиж,
Когда вместо омов увидел он ... шиш.



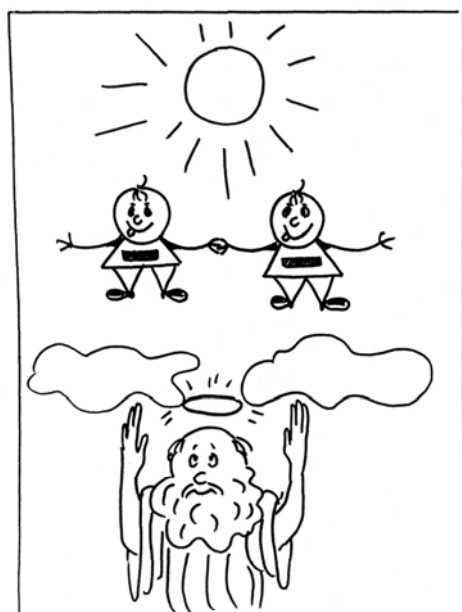
Шиш также имеет известный состав,
Который недавно пред нами представ,
Умы взбудоражил как ритмика джаза,
А многих ученых довел до экстаза.



А вот перед Вами те два электрона,
Которые Купером объединены.
Витают в пространстве, и черт им не брат,
Летают как пара сиамских близнят.

Летают они и во ртути голландца,
Стремясь подчеркнуть всем
Стремительность танца.

Наполнен их танцем известный состав,
Который недавно пред нами представ,
Умы взбудоражил как ритмика джаза,
А многих ученых довел до экстаза.





А вот перед Вами Шаплыгин из ИОНХа,
Который похож на голодного волка.
Впервые им в мире получен купрат,
Но этому Игорь, поверьте, не рад.

Ведь все это начали Купера пары,
Которые сняв резистивности чары
Витают в пространстве, и черт им не брат,
Летают как пара сиамских близнят.

Продолжил все это проклятый голландец,
Который отплясывал как африканец,
И пел, и плясал, и свистел словно чиж,
Когда вместо омов увидел он шиш.

Шиш также имеет известный состав,
Который недавно пред нами представ,
Умы взбудоражил как ритмика джаза,
А многих ученых довел до экстаза.
Вот Беднорц и Мюллер сейчас перед Вами.
О премии Нобеля - знаете сами.
Грозит им в науку на пару войти
И всем их зубрить, как Дюлонга и Пти.

Зубрить всем придется того, что из ИОНХа,
Который похож на голодного волка.

Зубрить всем придется про Купера пары,
Которые рвут резистивности чары.

Голландца зубрить, уж хотишь-не хотишь,
Который впервые рассматривал шиш.

Зубрить всем придется известный состав,
Который недавно пред нами представ,
Умы взбудоражил как ритмика джаза,
А многих ученых довел до экстаза.
А вот перед нами китайская пара.
Поверьте, наделала пара немало.
За ней Тараскон и, конечно, Маеда.
Пожалуй, что к ним соберусь и поеду.

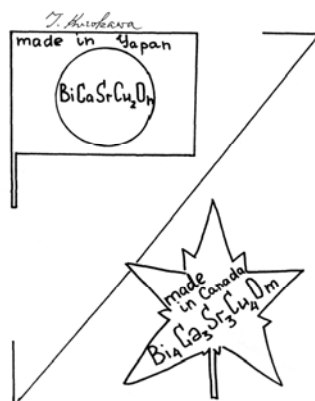
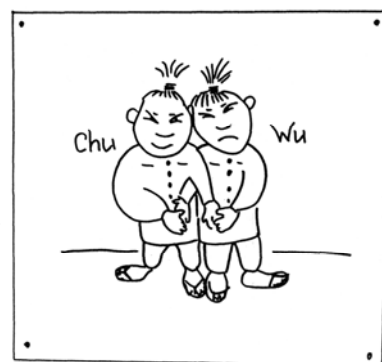
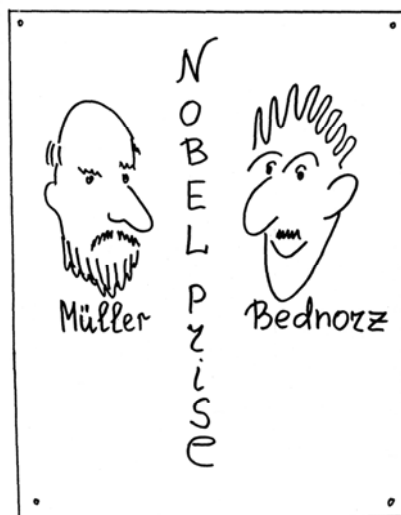
Поеду к Беднорцу и Мюллеру сразу,
Которые были причиной экстаза.

Проведаю также того, что из ИОНХа,
Который похож на голодного волка.

С почтеньем взгляну я на Купера пары,
Которые рвут резистивности чары.

Голландца припомню, ну как его бишь?
Который впервые рассматривал шиш.

Припомню я также известный состав,
Который пред нами недавно представ,
Умы взбудоражил как ритмика джаза,
А многих ученых довел до экстаза.





А вот перед Вами и Херманн Аллен.
Гуляет в тиши Арканзасских аллей.
Из всех элементов привлек его таллий.
Надеюсь, о нем Вы, конечно, слышали.

Читали у Кристи еще, у Агаты,
Что таллий симптомов дает многовато,
Что таллий хорош при сведении счетов...
Но, в общем, хорош он еще для чего-то.

Он нужен затем, чтоб повисить те-це!
Смотрю, Тараскон изменился в лице.

Маеда сражен. И китайская пара,
Которая, знаем, создала немало.

Волнуются Беднорц и Мюллер на пару,
Которые были причиной скандала.

Убит наповал тот, который из ИОНХа,
Который похож на голодного волка.

Тесней прижимаются Купера пары,
Чтоб раньше прорвать резистивности чары.

Голландец в нокауте. Как его...бишь?
Который впервые рассматривал шиш.

Бледнеет, тускнеет известный состав,
Который недавно пред нами представ,
Умы взбудоражил как ритмика джаза
И многих ученых довел до экстаза.
А вот перед Вами и сам Третьяков.
Каков на картинке - и в жизни таков.

Конечно, он чтит Тараскона с Маедой,
К последнему, кстати, намерен поехал.

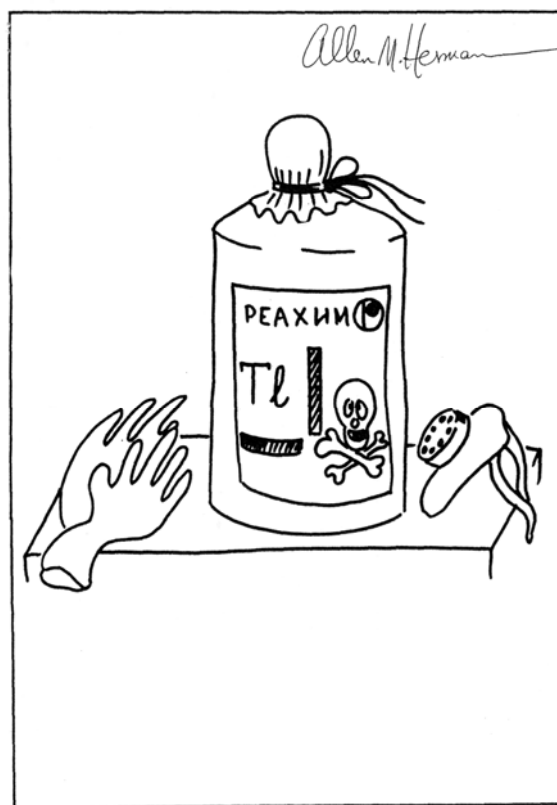
Конечно же, чтит он китайскую пару,
Которая, знаем, создала немало.

Он чтит и Беднорца, и Мюллера сразу,
Которые были причиной экстаза.

Конечно, он чтит "Арканзасское чудо",
Но верит, что нам если нужно - то будет.

Во что уж не верит вот тот, что из ИОНХа,
Который похож на голодного волка.
Во что те не верят, что Купера знают,
Труды же голландца совсем не читают.

А чтут лишь известный оксидный состав,
Который недавно пред нами представ,
Нарушил законы, включая и Ома,
И многих ученых довел до дурдома.





А вот перед вами тандем из России.
Теперь их все знают. Любого спросите.
Их ртуть привлекла. А ведь ртуть - не подарок.
Таит в себе массу серьёзных загадок.
Но смело со ртутью пошли на рекорд.
Весь мир услышал их победный аккорд.

Голландец услышал!
Ну, как его... бишь?
Который впервые рассматривал шиш.

Сражён был вон тот,
Ну, который из ИОНХа,
Который похож на голодного волка.

Руками разводят
И Беднорц, и Мюллер:
Куда же российские Мэтры шагнули?

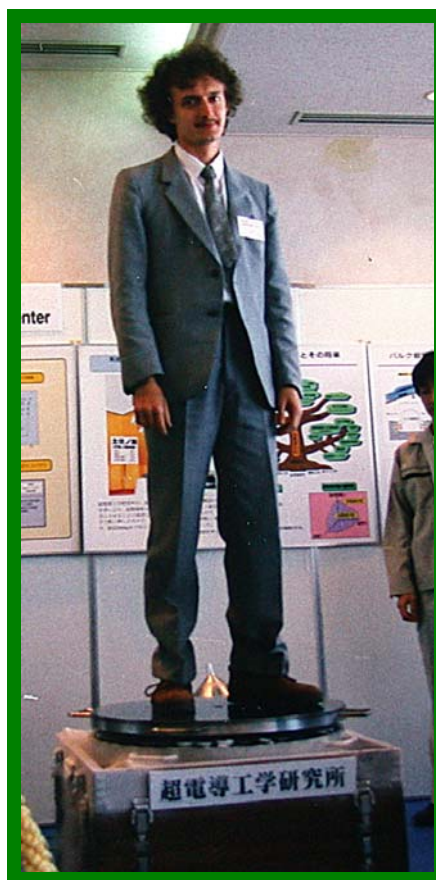
Китайская пара
В затылках чесала.
И только шептала:
Да, это не мало.

Маеда поехал с визитом в Канаду.
Придя к Тараскону, сказал он: Не надо!
Не надо! Не надо за сердце руками.
Ведь были когда-то и мы рысакими.

И слышал я также,
Что Херман Ален
От горя уехал с родимых аллей.

Да, Купера пары уж сжаты донельзя
Меж ними уже и комар не пролезет.

Всё больше бледнеет известный состав,
Который когда-то пред нами представ,
Умы взбудоражил как ритмика джаза
И многих учёных довёл до экстаза.



«Гроб Магомеда современности». Эксперимент по магнитной левитации человека с использованием ВТСП (Human Levitation Experiment, Sapporo, Япония).

119992, Москва, Ленинские Горы, ФНМ МГУ им. М.В.Ломоносова,
тел. (495)-939-20-74, факс (495)-939-09-98

НАНОМЕТР-форум:

goodilin@inorg.chem.msu.ru (чл.-корр. Е.А.Гудилин, контакты)
yudt@inorg.chem.msu.ru (акад. Ю.Д.Третьяков, гл. редактор)
metlin@inorg.chem.msu.ru (в.н.с. Ю.Г.Метлин, отв. редактор)