



МАГНИТНОЕ ОБЩЕСТВО

Магнитное общество – МООСМ "Магнитное Общество" самостоятельная творческая профессиональная общественная организация, объединяющая на добровольных началах специалистов, связанных с решением научных, научно-технических и производственных задач магнетизма.

БЮЛЛЕТЕНЬ

ТОМ 12

апрель 2011г.

№1

В номере содержится обзор, посвященный топологическим диэлектрикам, а также приведена подборка сообщений со страниц зарубежных сайтов по новостям науки.

Памяти Миниахата Асгатовича Шамсутдинова



14 января 2011 года на 65 году жизни скончался профессор физико-технического института Башкирского государственного университета, доктор физико-математических наук, профессор Миниахат Асгатович Шамсутдинов.

Миниахат Асгатович Шамсутдинов родился 13 августа 1946 года в д. Сатыево Башкирской АССР. После окончания физического факультета БашГУ в 1969 и службы в армии начал работать на кафедре теоретической физики. В 1979 году защитил кандидатскую диссертацию, а в 1994 – стал доктором физико-математических наук. С 1993 года и до последних дней работал заведующим кафедрой теоретической физики БашГУ.

М.А. Шамсутдинов был известным специалистом в области физики магнитных явлений, нелинейной физики и резонанса. Его научная

деятельность была посвящена теоретическим исследованиям нелинейных статических и динамических явлений в магнитоупорядоченных кристаллах, связанных с существованием доменных границ, нелинейных магнитных, магнитоупругих волн и солитонов. Результаты его научных работ высоко оцениваются российской и зарубежной научной общественностью. Профессор М.А. Шамсутдинов неоднократно являлся членом Оргкомитетов российских и международных конференций по физике конденсированного состояния и магнитных явлений, неоднократно выступал на них с пленарными докладами. Он был председателем Башкирского регионального отделения Магнитного общества (МАГО), членом секции «Магнетизм» научного совета РАН по физике конденсированного состояния. Миниахат Асгатович опубликовал более 270 научных и методических работ, в том числе монографию (в соавторстве) «Ферро- и антиферромагнитодинамика. Нелинейные колебания, волны и солитоны», изданную в 2009 году в Москве в издательстве «Наука».

За время своей преподавательской деятельности М.А. Шамсутдинов подготовил 2 докторов и 10 кандидатов физико-математических наук. Удостоен званий «Почетный работник высшего профессионального образования РФ» (2000 год) и «Заслуженный деятель науки Республики Башкортостан» (2003 год), лауреат премии по физике имени К.П. Краузе Академии наук Республики Башкортостан (2002 год) и премии Международной издательской компании «Наука/INTERPERIODICA» за лучшую публикацию в журналах РАН (2008 год).

Профессор Миниахат Асгатович Шамсутдинов был прекрасным преподавателем, прививавшим знания и любовь к теоретической физике не одному поколению студентов. Он прочитал лекции практически по всем курсам теоретической физики и разработал восемь оригинальных спецкурсов для специализации студентов в области теоретической физики. Миниахат Асгатович был интеллигентным, внимательным и отзывчивым человеком. Его отеческая забота об учениках, глубокое знание предмета, умение осваивать новые методы исследований и ставить интересные задачи привлекала к нему исследователей.

Со смертью М.А. Шамсутдинова Магнитное Общество России и российская наука понесли тяжелую утрату. Все, кто знал Миниахата Асгатовича и работал рядом с ним, сохраняют его образ в своем сердце, а для будущих поколений исследователей останутся его фундаментальные труды.

Топологические диэлектрики

Получение графена и обнаружение его уникальных свойств оставило в тени другое замечательное событие в области физики твердого тела - предсказание и последующее открытие в 2008 году нового класса материалов — топологических диэлектриков [1-4] (иногда называемых также топологическими изоляторами, поскольку в англоязычной литературе для их обозначения используется термин *topological insulators*). У графена и топологических диэлектриков много общего, но в отношении магнетизма последние даже более интересны. Они также являются ярким примером иного подхода к классификации фаз в физике конденсированного состояния вещества — по топологическому признаку.

Традиционный подход, восходящий к Пьеру Кюри, подразумевает классификацию фаз по симметрии и ее спонтанному нарушению. Так, например, возникновение магнитного порядка в веществе сопровождается нарушением симметрии относительно обращения отсчета времени (Т-нечетность), а появление электрической поляризации — исчезновению центра инверсии (Р-нечетность). Альтернативная классификация, введенная при рассмотрении квантового эффекта Холла в двумерном электронном газе, оперирует с понятием *топологического порядка* [5]. С топологической точки зрения зонная структура для всех привычных нам диэлектриков одна и та же: уровень Ферми находится в запрещенной зоне, разделяющей валентную зону и зону проводимости. В этом смысле даже вакуум, согласно представлениям Дирака, имеет запрещенную зону, ширина которой определяется энергией образования электронно-дырочной пары.

Но не все диэлектрики топологически эквиваленты вакууму, исключением как раз являются топологические изоляторы. В объеме топологического диэлектрика также существует запрещенная зона, однако на поверхности раздела такой среды и обычного диэлектрика (или вакуума) возникает металлическое состояние, как следствие топологической неэквивалентности волновой функции электрона в пространстве импульсов для обычного и топологического диэлектрика.

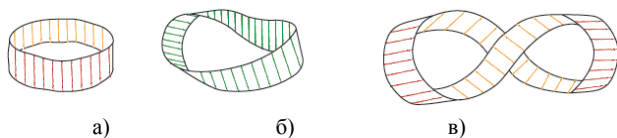


Рис. 1 Поверхности Ферми с различной топологией: Переход между простым кольцом (а), условно изображающим обычный диэлектрик, и лентой Мёбиуса.

(б) символизирующим топологический диэлектрик можно осуществить только сделав разрез на ленте (аналог поверхностного металлического состояния) в) лента с двумя перекрестами в топологическом отношении является аналогом зонной структуры графена [3]

Иллюстрацией этой ситуации могут служить простейшие примеры из топологии. Подобно тому, как простое кольцо из бумажной ленты не может без разрезания перейти в ленту Мёбиуса (рис. 1 а, б), как бы

мы не изгибали, растягивали или скручивали его, так и поверхность Ферми (поверхность постоянной энергии в пространстве импульсов) у топологического диэлектрика никогда не перейдет в таковую для обычного диэлектрика, если только на границе не образуется металлическое состояние (физический аналог разрезания).

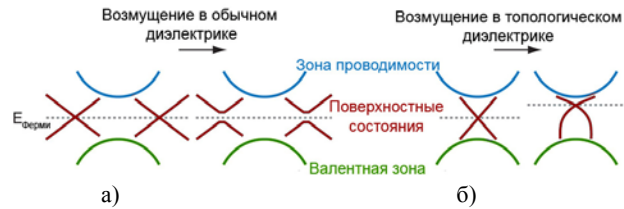


Рис. 2 Дисперсионные кривые (зависимости энергии от импульса) для обычного (а) и топологического диэлектриков (б). Синим и зеленым обозначены зависимости для электронов в зоне проводимости и валентной зоне, соответственно. [6]

Поскольку все необычные свойства топологических диэлектриков связаны как раз с проводящей поверхностью топологического диэлектрика, то стоит подчеркнуть ее отличие от поверхностных электронных состояний, реализующихся в обычных диэлектриках. В последних даже малые возмущения (неровности рельефа поверхности или химические примеси) приводят к образованию запрещенной зоны для поверхностных состояний, и поверхность перестает быть проводящей, поскольку уровень Ферми оказывается в запрещенной зоне (рис. 2 а). В топологических диэлектриках поверхностные состояния гораздо более устойчивы (рис. 2б), поскольку описывающий их гамильтониан инвариантен по отношению к малым возмущениям.

Квантовое холловское состояние и открытие первых топологических диэлектриков

У идеи топологических диэлектриков была своя предыстория, как часто бывает, на первый взгляд мало связанная с рассматриваемой проблемой.

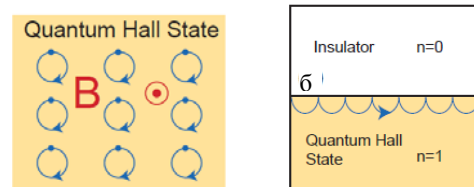


Рис. 3 а) циклотронные орбиты электронов в двумерном электронном газе, находящемся под действием магнитного поля (квантовое холловское состояние)

б) циклотронная орбита на границе между квантовым холловским состоянием и обычным диэлектриком. [2]

Рассмотрим состояние, возникающее в двумерном электронном газе, под действием внешнего магнитного поля, перпендикулярного плоскости 2D структуры (квантовое холловское состояние). Электроны начинают движение по замкнутым циклотронным орбитам (рис. 3а), и, хотя удерживает электроны на орбите не кулоновское притяжение ядра атома, а сила Лоренца, и энергия этих электронов квантуется не как в водородоподобном атоме, а образуя систему уровней Ландау, такое вещество подобно обычному диэлектрику вследствие отсутствия свободных электронов не

проводит ток. Здесь стоит, однако, оговориться, что на краях 2D структуры, электроны, отражаясь от границы, движутся по разомкнутым траекториям в определенном направлении (рис. 3б) и в результате двумерная непроводящая область оказывается окруженной чем-то вроде «металлической проволоки».

Заметим, что поскольку направление движения электрона вдоль границы задается магнитным полем, то взаимодействие таких электронов с дефектами не приведет к обратному рассеянию. Другими словами, эти краевые состояния весьма устойчивы к дефектам – свойство, роднящее квантовое холловское состояние вещества с топологическим диэлектриком.

До идеи топологических диэлектриков нужно было сделать еще один шаг – предположить, что роль магнитного поля в веществе может играть спин-орбитальное взаимодействие, и что вдоль границы электроны могут теперь двигаться в обоих направлениях: вправо или влево в зависимости от своего спина [7,8]. Вскоре после этих теоретических работ существование спин-холловских изоляторов было экспериментально подтверждено на квантовых ямах в гетероструктурах (Hg,Cd)Te [9].

Этот опыт продиктовал логику дальнейших поисков уже трехмерных диэлектриков, с проводящей поверхностью, тех, что позднее назовут топологическими. Такие материалы должны обладать сильным спин-орбитальным упорядочением, характеризующимся энергией, сопоставимой с шириной запрещенной зоны, что присуще элементам из правого нижнего угла таблицы Менделеева. Топологические диэлектрики стали открывать один за другим: $\text{Bi}_4\text{Sb}_{1-x}$, [10] Bi_2Se_3 , Bi_2Te_3 и Sb_2Te_3 [11] $\text{Bi}_2\text{Te}_2\text{Se}$ [12], TlBiSe_2 [13].

Топологические диэлектрики и графен: сходства и различия

Топологические диэлектрики часто сравнивают с другим активно изучаемым в настоящее время объектом – графеном. Действительно, электроны в обоих видах материалов ведут себя как безмассовые частицы и характеризуются линейной зависимостью энергии от импульса (волнового вектора). В двумерном пространстве (k_x, k_y) эта дисперсионная зависимость изображается в виде конусов Дирака (рис. 4), которые касаются друг друга в так называемой точке Дирака. Но существенны и различия между этими видами материалов.

У графена, в отличие от топологических диэлектриков, имеется не одна, а две точки Дирака, поскольку зона проводимости и валентная зона переплетаются дважды (рис. 1в), образуя два конуса Дирака.

Кроме того, спин-орбитальное взаимодействие в графене несущественно, поэтому имеет место двукратное вырождение по спину (рис. 4 б, синими стрелками обозначены спины электронов), в то время как у топологических изоляторов каждой точке на конусе Дирака соответствует одно и только одно направления спина (рис. 4 а). Такое взаимно-однозначное соответствие приводит к весьма любопытному следствию: поляризованные по спину токи должны проходить по поверхности

топологического изолятора с малыми энергетическими потерями, о чем будет подробнее рассказано в следующем параграфе (*Свойства топологических диэлектриков. Спиновый транспорт без диссипации*). Высокая проводимость графена объясняется схожим механизмом – сохранением квазиспина (показан красными стрелками на рис. 4 б), однако графен гораздо более чувствителен к дефектам и внешним возмущениям, так что в графене под влиянием подложки довольно легко возникает запрещенная зона.

С другой стороны, у графена есть и ряд преимуществ перед топологическими диэлектриками: его уровень Ферми, естественное положение которого соответствует точке Дирака, легко изменяет свое положение под действием электрического поля, уходя в нижний или в верхний конусы (соответственно, в валентную зону или в зону проводимости). Это означает, что концентрация носителей и даже тип проводимости (электронный или дырочный) могут быть перестроены подачей напряжения на затвор, что представляет несомненный интерес для электроники. В топологических диэлектриках положение уровня Ферми определяется химическим составом вещества. Впрочем, легирование объема и поверхности топологических диэлектриков определенными примесями позволяет задавать расположение уровня Ферми, как было продемонстрировано на примере Bi_2Se_3 [14].

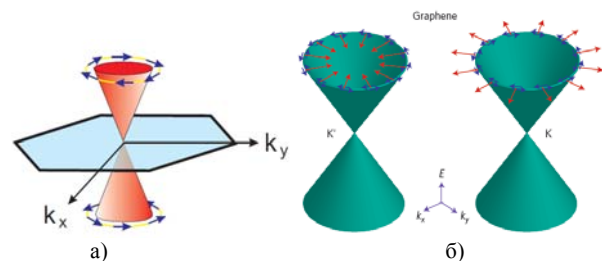


Рис.4 Конусы Дирака а) в топологическом изоляторе [2] б) в графене [1]. (k_x, k_y) пространство импульсов. Синими стрелками показаны направления спинов электронов, красными – квазиспинов в графене.

Пропасть, разделяющая топологические диэлектрики и графен, не столь уж глубока. Ее преодолевают с помощью изящного трюка: если из графеновой ленты сделать ленту Мёбиуса, она приобретет свойства топологического диэлектрика [15].

Свойства топологических диэлектриков

1) Спиновый транспорт без диссипации

Необычная зонная структура топологических диэлектриков приводит к тому, что поляризованные по спину электроны практически не рассеиваются на дефектах и неровностях поверхности диэлектрика. Такую нечувствительность проводящих свойств металлической поверхности к дефектам можно объяснить следующим образом: если электрон рассеивается назад, то он попадает в диаметрально противоположную точку на сечении конуса Дирака (рис.4 б), что автоматически означает смену направления

спина на противоположное. Последнее запрещено симметрией относительно инверсии времени. Нечувствительность поверхностной проводимости по отношению к возмущениям, таким как дефекты поверхности, химические примеси или внешнее электрическое поле, является отличительной чертой топологических диэлектриков. Это свойство представляет большой интерес в практическом плане для создания устройств спинтроники с малой диссипацией.

2) Магнитоэлектрический эффект

Как мы имели возможность убедиться ранее, симметрия по отношению к обращению времени (Т-четность) играет большую роль в устойчивости топологического диэлектрика по отношению к внешним возмущениям. Однако не ко всем воздействиям топологический диэлектрик будет столь равнодушен: те, что нарушают Т-четность (магнитное поле, внесение магнитных примесей [16,4], нанесение на поверхность топологического диэлектрика или подложки (анти)ферромагнитного слоя [17], приводят к образованию запрещенной зоны и нарушению характерной картины дисперсии, изображенной на рисунке 4. Пожертвовав всем этим, мы получаем не менее ценный трофей: возникновение сильного магнитоэлектрического эффекта, определяемого постоянной тонкой структуры $\alpha = e^2/hc = 1/137$ [18]. Подобное магнитоэлектрическое взаимодействие рассматривалось ранее в физике элементарных частиц в связи с электродинамическими свойствами гипотетической частицы аксиона [19]. Наличие магнитоэлектрического эффекта в топологических диэлектриках делает возможной ситуацию, в которой электрический заряд, поднесенный к поверхности топологического диэлектрика с нарушенной временной четностью, порождает магнитное поле, аналогичное тому, что создавал бы магнитный монополяр, расположенный в зеркально симметричной точке внутри топологического диэлектрика (рис. 5) [20].

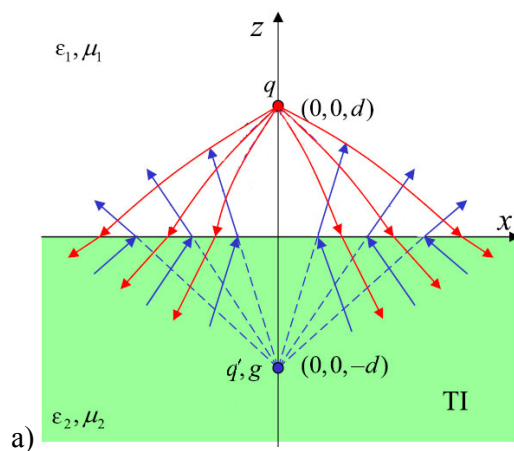


Рис.5 магнитный монополяр g и заряд q как отражение заряда q в топологическом диэлектрике [20].

Еще одним интересным следствием магнитоэлектрического эффекта в топологических диэлектриках является возможность возникновения

электрических зарядов, связанных с микромагнитными структурами [21].

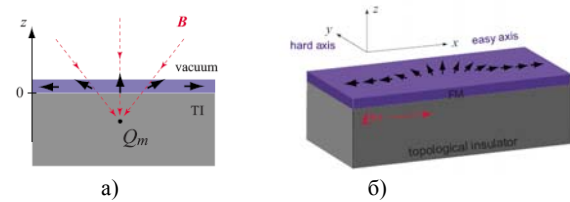


Рис. 6 Электрический заряд микромагнитных структур, возникающий в ферромагнитной пленке, напыленной на поверхность топологического изолятора: а) магнитный вихрь б) доменная граница [21].

Объемная плотность электрических зарядов пропорциональна плотности их магнитных зарядов, т.е. $\text{div } \mathbf{M}$. Поэтому структуры, изображенные на рисунке 6, а именно, магнитный вихрь и стенка неелевского типа, будут обладать электрическим зарядом, что позволит управлять ими с помощью электрического поля. Данный эффект не стоит путать с неоднородным магнитоэлектрическим эффектом, также приводящим к возникновению электрической поляризации в стенках Нееля [22-24]. В последнем случае знак поверхностных электрических зарядов определяется не магнитным зарядом, а направлением разворота намагниченности в стенке [24].

3) магнитооптический эффект

Нарушение Т-четности в топологических диэлектриках также приводит к возникновению магнитооптического эффекта Фарадея пропорционального постоянной тонкой структуры α , и гигантского магнитооптического эффекта Керра, приводящего к повороту плоскости поляризации отраженного от поверхности топологического диэлектрика света на $\pi/2$ [25].

Помимо упомянутых выше эффектов, представляющих интерес, прежде всего, с практической точки зрения, топологические диэлектрики будоражат воображение исследователей как некая волшебная страна, где выполняются самые причудливые фантазии теоретиков, такие, как уже упоминавшиеся выше аксионы, или, например, фермионы Майорана – частицы, являющиеся своими собственными античастицами (предполагается, что они возникают как коллективные возбуждения на границе топологического диэлектрика и сверхпроводника [26]). Любопытно также, что безмассовые электроны, движущиеся по поверхности топологического диэлектрика с дефектами, хорошо моделируют распространение света по геодезическим линиям в поле массивных объектов [27]. Более подробные сведения и описание многих других эффектов читатель найдет в обстоятельном обзоре [2].

Литература

1. Joel E. Moore, *The birth of topological insulators*, Nature, v.464, p. 194 (2010)
2. M.Z. Hasan and C.L. Kane, *Topological Insulators*, Rev. Mod. Phys. v.82, p. 3045 (2010) (arXiv:1002.3895).

3. H.C. Manoharan, *A romance with many dimensions*, Nature Nanotechnology, v.5, p. 477 (2010).
4. Eli Rotenberg, *The dirt on topology*, Nature Physics v.7, p.8 (2011).
5. X.G. Wen, , *Topological orders and edge excitations in fractional quantum Hall states*, Advances in Physics, v. 44, p.405 (1995).
6. Shou-cheng Zhang, *Topological states of quantum matter*, Physics, v.1 p.6 (2008).
7. S.Murakami, N.Nagaosa, S.-C. Zhang, *Spin-Hall insulator*, Phys. Rev. Lett. v.93, p.156804 (2004).
8. B.A. Bernevig, T.L. Hughes, S.-C. Zhang, *Quantum spin Hall effect and topological phase transition in HgTe quantum wells*, Science, v. 314, p. 1757–1761 (2006).
9. M. Konig, et al. *Quantum spin Hall insulator state in HgTe quantum wells*, Science, v. 318, p.766–770 (2007).
10. D. Hsieh et al, *A topological Dirac insulator in a quantum spin Hall phase*, Nature v. 452, p.970 (2008).
11. H. Zhang et al, *Topological insulators in Bi_2Se_3 , Bi_2Te_3 and Sb_2Te_3 with a single Dirac cone on the surface*, Nature Phys. v.5, p.438–442 (2009).
12. Zhi Ren, A. A. Taskin, Satoshi Sasaki, Kouji Segawa, and Yoichi Ando, *Large bulk resistivity and surface quantum oscillations in the topological insulator $\text{Bi}_2\text{Te}_2\text{Se}$* , Phys. Rev. B v. **82**, p. 241306 (2010).
13. K. Kuroda, M. Ye, A. Kimura, S. V. Eremeev, E. E. Krasovskii, E. V. Chulkov, Y. Ueda, K. Miyamoto, T. Okuda, K. Shimada, H. Namatame, and M. Taniguchi, *Experimental Realization of a Three-Dimensional Topological Insulator Phase in Ternary Chalcogenide TlBiSe_2* , Phys. Rev. Lett., v.105, p.146801 (2010).
14. Hsieh, D. et al. *A tunable topological insulator in the spin helical Dirac transport regime*, Nature, v. 460, p. 1101–1105 (2009).
15. Z. L. Guo, Z. R. Gong, H. Dong, and C. P. Sun, *Möbius graphene strip as a topological insulator*, Phys. Rev. B, v. 80, p.195310 (2009).
16. L. Andrew Wray et al, *A topological insulator surface under strong Coulomb, magnetic and disorder perturbations*, Nature Phys. v. 7, p. 32–37 (2011).
17. X.-L. Qi, T. L. Hughes, and S.-C. Zhang, *Topological field theory of time-reversal invariant insulators*, Phys. Rev. B, v. 78, p.195424 (2008).
18. A.M. Essin, J.E. Moore and D. Vanderbilt, *Magnetoelectric Polarizability and Axion Electrodynamics in Crystalline Insulators*, Phys. Rev. Lett. v. 102, p. 146805 (2009).
19. F. Wilczek, *Two applications of axion electrodynamics*, Phys. Rev. Lett. v. 58, p. 1799–1802 (1987).
20. Xiao-Liang Qi et al, *Inducing a Magnetic Monopole with Topological Surface States*, Science express: Vol. 323 pp. 1184-1187 (2009)
21. K. Nomura, N. Nagaosa, *Electric charging of magnetic textures on the surface of a topological insulator*, Phys. Rev. B, v. 82 p. 161401(R) (2010)
22. В.Г. Барьяхтар, В.А. Львов, Д.А. Яблонский, *Теория неоднородного магнитоэлектрического эффекта*, Письма в ЖЭТФ, т. 37. с. 565 (1983).
23. A.S. Logginov et al, *Room temperature magnetoelectric control of micromagnetic structure in iron garnet films*, Applied Physics Letters, v.93, p.182510 (2008).
24. A. P. Pyatakov et al, *Magnetically switched electric polarity of domain walls in iron garnet films*, EPL (Europhysics Letters), v. 93, p. 17001 (2011).
25. Wang-Kong Tse, A. H. MacDonald, *Giant Magneto-Optical Kerr Effect and Universal Faraday Effect in Thin-Film Topological Insulators*, PRL, v.105, p.057401 (2010).
26. L. Fu, C. L. Kane, *Superconducting proximity effect and Majorana fermions at the surface of a topological insulator*, Phys. Rev. Lett. v. 100, p. 096407 (2008).
27. J. P. Dahlhaus, C.-Y. Hou, A. R. Akhmerov, and C. W. J. Beenakker, *Geodesic scattering by surface deformations of a topological insulator*, Phys. Rev. B **82**, 085312 (2010)

Зарубежные сайты и журналы

Ниже приводятся новости вебсайта <http://www.amtc.ru/news/world>, новостная лента которого содержит постоянно обновляющуюся информацию по самому широкому кругу вопросов, связанных с магнитной тематикой.

Механические деформации и спин могут обеспечивать работу компьютеров с низким энергопотреблением.
<http://physicsworld.com/cws/article/news/44910>

Крошечные многослойные магниты могут быть использованы в качестве центрального процессора в компьютерах с низким энергопотреблением. Намагниченность таких магнитов размером в пару нанометров может менять направление с помощью приложения небольшого электрического напряжения, вызывающего механические деформации в слоях материала, что, в свою очередь, вызывает переориентацию спинов электронов, формирующих магнитный момент атома. На основе таких магнитов можно изготовить процессор, работа которого, таким образом, основана одновременно на принципах спиновой и деформационной электроники (spintronics/straintronics). Для работы такого процессора будет требоваться очень небольшая энергия, и поэтому такой процессор сможет работать без внутренних химических источников питания, получая энергию из окружающей среды, в которую он помещён. Предложенная модель центрального процессора, состоящего на основе магнитоэлектрического композита, содержит пьезоэлектрический слой, приложение электрического напряжения к которому вызывает механические деформации материала. Эти деформации действуют на слой магнитного материала, создавая в нем механические напряжения, от чего намагниченность изменяет направление на противоположное. Электрическое напряжение, требуемое для создания необходимых деформаций в

магнитном слое, составляет около 10 мВ. Поскольку энергия, потребляемая магнитом, пропорциональна квадрату напряжения, то энергия, необходимая для переключения одного бита, также очень мала. Возможные приложения этой новой технологии включает в себя медицинские устройства, датчики использование в метеорологических буюх, что необходимо для составления прогнозов погоды и мониторинга окружающей среды. Намагниченность описанных нанокмполитов меняется скачкообразно, и ученые полагают, что благодаря этому устройства на их основе могут быть использованы для разработки искусственных синапсов, являющихся центральными устройствами обработки информации в нервной системе.

Карл Гшнайднер поделился перспективами разработки редкоземельных элементов.

<http://www.ameslab.gov/insider/gschneidner-perspective>
http://www.amtc.ru/news/world/2562/?sphrase_id=760



Карл Гшнайднер (Gschneidner), всемирно известный эксперт по редким землям, дал интервью целому ряду журналистов как из США, так и из-за рубежа, а также заявил перед Конгрессом США о текущей нехватке редкоземельных элементов и последствиях этого для

всех технологических направлений. 11 января он представил свой прогноз, выступая во время регулярной встречи группы Наук о Материалах и Инженерии в лаборатории Эймса (Ame's Lab).

Используя данные авторитетных источников, Гшнайднер сказал о существующем дефиците редких земель в производстве и причине этого. Фактически, сейчас нет дефицита запасов редких земель, сказал он. В соответствии с имеющимися на сегодня данными о разведанных запасах, существует 88 миллионов метрических тонн редкоземельных оксидов, которых с современным уровнем потребления хватит еще на 600 лет.

«Я не обеспокоен тем фактом, что это сырье закончится в ближайшее время» - сказал Гшнайднер. Настоящая проблема заключается в производстве. Из-за более низкой оплаты труда и низких экологических норм Китай смог монополизировать рынок редких земель. Сейчас спрос редких земель превосходит производство, стоимость материалов на международном рынке сильно возросла. В то же время Китай работает над улучшением своей технологической и производственной базы и оставляет произведенных редких земель для собственных нужд больше, чем экспортирует в другие страны.

Несмотря на то, что приоритет относительно разработки редких земель, по-прежнему у Китая, удача постепенно ему изменяет. Хотя в настоящее время он вырабатывает порядка 97% мировых запасов редкоземельных элементов, он контролирует менее чем третью часть мировых ресурсов редких земель. К тому

же, текущий уровень производства может истощить существующие ресурсы, в частности наиболее легко добываемые "легкие" редкоземельный элементы в южном Китае.

Согласно Гшнайднеру, большое количество компаний по всему миру работают над созданием новых заводов, таких, как объект компании Моликорп (Molycorp) в Маунтин Пасс, Калифорния (Mountain Pass, Calif). Дорогие и требующие продолжительного времени для запуска, такие технологически более совершенные заводы будут иметь преимущество над теми китайскими по эффективности производства и стоимости продукции.

Глава Моликорп Марк Смит (Mark Smith) заявил, что они смогут соревноваться с китайцами, если те начнут соблюдать жесткие экологические требования.

Что это значит? В будущем мы, возможно, будем платить несколько больше за наши Айподы, мобильные телефоны, гибридные электромобили и ветровые турбины. В дальнейшей перспективе, как полагает Гшнайднер, конкуренция будет увеличивать поставки, и рыночные факторы будут способствовать развитию сильных компаний.

Международная конференция по функциональным материалам ICFM-2011



**3-8 октября 2011
Крым, Украина**

Конференция посвящена физическим, химическим и технологическим аспектам создания и применения новых материалов и структур с определенными функциональными свойствами.

Официальный язык: английский

Секции конференции:

Fundamental Physics of Functional Materials
 Hard and Soft Magnetic Materials
 Materials for Spintronics. Multiferroics
 Electrooptic and Magneto optic Materials
 Piezoelectric and Magnetoelectric Materials
 Magnetoelastic and Adaptive Materials
 Microwave Materials and Metamaterials
 Luminescent&Radiation Sensing Materials
 Nanotechnologies for Functional Materials
 Materials for Medical Applications. Biosensors
 "Green" Materials&Technologies for Sustainable Development
 New techniques and equipment for Materials Research

Важные даты:

Предварительная регистрация: **до 30 апреля 2011**

Регистрация тезисов доклада: до 31 мая 2011

Подтверждение прибытия: до 20 сентября 2011

Проводящая организация:

Таврический Национальный Университет им.
В.И. Вернадского, 95007, Симферополь, Украина
<http://www.icfm.net.ua>

Контакты:

Александр Горбованов

Тел: (+380) 652 63 75 95

E-mail: icfm@crimea.edu

ПОДДЕРЖИТЕ МАГНИТНОЕ ОБЩЕСТВО

Магнитное Общество обращается ко всем своим членам, всем физическим и юридическим лицам, связанным с магнетизмом, ко всем потребителям магнитной техники, всем, кто готов оказать материальную поддержку Обществу. Ваша помощь – это конкретный вклад в сохранение и развитие Магнитного Общества, которому в 2011 году исполняется 20 лет! Магнитное общество – это некоммерческое объединение специалистов. Добровольные пожертвования и взносы – основной источник финансирования Общества в соответствии с законодательством и Уставом.

Шорыгин М.П.

тел. дирекции МАГО (495) 433-18-07

E-mail: shor@gagarinclub.ru

Добровольные безвозмездные взносы мы просим Вас перечислять через банк на расчётный счет Общества: **Межрегиональная общественная организация специалистов по магнетизму “Магнитное общество” (МООСМ “Магнитное общество”)**, Адрес: 117997 г. Москва, ГСП -7, ул. Профсоюзная, д. 65

Платёжные реквизиты: **ИНН 7728203305**

Расчётный сч. **40703810738110100647**

Корресп. сч. **30101810400000000225**

**Сбербанк России ОАО, г. Москва,
Донское ОСБ № 7813, г. Москва, БИК
044525225**

Примечание: В платежном поручении в графе <<назначение платежа>>, пожалуйста, укажите:

Благотворительный добровольный взнос на содержание организации. Без НДС; в графе <<Банк получателя>> укажите: **Сбербанк**

России ОАО, г. Москва; в графе

<<Получатель>> укажите:

МООСМ “Магнитное общество”,

Донское ОСБ № 7813, г. Москва

Для авторов

Редакция Бюллетеня осуществляет быструю публикацию кратких заметок и информации об оригинальных исследованиях в области магнетизма и его применений, представляющих значительный интерес для членов общества. Объем представляемой работы не должен превышать 3000 символов. Тексты работ принимаются только в электронном варианте в виде файлов, изготовленных редакторами Microsoft Word for Windows в формате RTF. Все работы должны быть направлены как приложение к электронному письму по электронному адресу редакции: info@rusmagnet.ru. Редакция осуществляет рецензию полученных работ и оставляет за собой окончательное решение об их публикации в Бюллетене.

Электронная версия бюллетеня расположена на сайте: <http://www.rusmagnet.ru/bulleten.htm>
Архив бюллетеня расположен по адресу <http://www.amtc.ru/news/bulluten.php>