



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

Гл. редактор: проф. РАН А.П. Пятаков

ТОМ 19

июнь 2018 г.

№1-2

ПРИВЕТСТВУЕМ УЧАСТНИКОВ МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ НМММ-XXIII!



Настоящий номер приурочен к открытию 23-ей Международной конференции «Новое в магнетизме и магнитных материалах» (НМММ-XXIII). Номер содержит анонс обзора по стрейтронике, а также традиционную подборку новостей магнетизма.

С 30 июня по 5 июля 2018 года подсекция «Физика магнитных пленок и малых частиц» секции «Магнетизм» Научного Совета РАН «Физика конденсированных сред» совместно с Московским технологическим университетом (МИРЭА), физическим факультетом Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова и Магнитным Обществом России (МАГО) проводят XXIII Международную конференцию «Новое в магнетизме и магнитных материалах» (НМММ-XXIII).

Конференция «Новое в магнетизме и магнитных материалах», начинавшаяся как всесоюзные школы-семинары «Новые магнитные материалы микроэлектроники», проводимые в 70-80-х годах прошлого века в различных уголках СССР от Ашхабада до Юрмалы, в настоящее время является основным местом обсуждения результатов научных исследований ученых России и ближнего зарубежья.

*Желаем успешного проведения конференции
и хорошего начала летнего отдыха!*

МАГНИТИНФОРМ

Совет МАГО обсудил вопрос о расширении международного сотрудничества с зарубежными магнитными обществами. По итогам обсуждения были поданы заявки на вступление в Азиатский союз Магнитных Обществ (Asian Union of Magnetism Societies, AUMS) и Европейскую Ассоциацию Магнетизма (EMA). В настоящее время МАГО участвует в работе данных объединений магнитных обществ на правах ассоциированного члена с правами совещательного голоса.



ВНИМАНИЮ ЧЛЕНОВ МАГО: В рамках конференции НМММ-XXIII 4 июля, 16:10 в аудитории «С» пройдет заседание Магнитного общества!

Новая разработка ООО «ПМТ и К»

Компанией ООО «ПМТ и К» (группа компаний АМТ&С) разработана регулируемая система на постоянных магнитах, позволяющая контролировать как величину, так и направление магнитного поля в рабочей области.



С более подробной информацией и параметрами реализованной системы можно ознакомиться на сайте <http://amtc.org>, при этом разработчики подчеркивают, что данный принцип может быть использован для создания магнитных систем с широким диапазоном параметров.

АКТУАЛЬНО

Стрейнтроника: из «падчериц» в «принцессы»

Два года назад в Бюллетене была опубликована заметка «Стрейнтроника - скромная падчерица спинтроники» (т.17 №1-2). С тех пор прошло не так много времени, но теперь этот термин уже фигурирует в названиях объемных научных трудов и грантовых программ. Ниже приводим текст, в популярной форме рассказывающий о содержании обзора «Стрейнтроника — новое направление микро-, нанoeлектроники и науки о материалах», принятого к печати в журнале «Успехи Физических наук».

Еще одна из «тронного» семейства

Всякий раз, когда появляется новый термин, возникает вполне понятный скептицизм. Еще не утихли споры по поводу осмысленности суффикса «троник» в слове «спинтроника», а уже за ним последовали другие побочные дети электроники: окситроника, валлейтроника и т.п. В случае новых разновидностей микроэлектроники оправданием обычно служат два обстоятельства:

1. физический принцип новой разновидности существенно отличается от традиционного переноса заряда за счет движения свободных носителей – электронов;
2. существует специфическая ниша, в которой новые устройства выигрывают у полупроводниковых транзисторов.

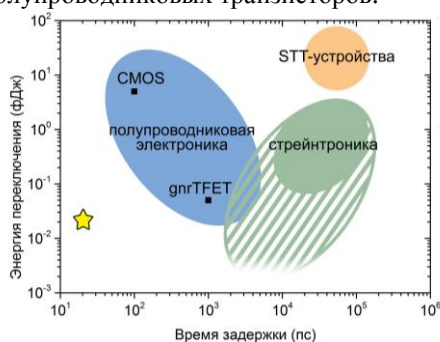


Рис. 1 Диаграмма характеристик электронных устройств в осях «рассеиваемая энергия – время задержки» для устройств традиционной полупроводниковой электроники и спинтроники [1]. Голубая область – характеристики полупроводниковой электроники: CMOS – кремниевые транзисторы на структурах металл-оксид полупроводник, gnrTFET (graphene nanoribbon Tunneling Field Effect Transistor) – туннельные полевые транзисторы на графеновых нанотрубках [2]. Область обозначенная «STT-устройства» – характеристики современных спинтронных устройств на эффекте передачи спинового момента (Spin transfer torque) [2]. Штриховкой – область теоретических оценок потенциальных возможностей стрейнтроники [1]. Звездочкой отмечен рекордный по быстродействию процесс переключения намагниченности – фотоиндуцированная спиновая динамика [3].

И тот и другой признак у стрейнтроники в наличии. Ее принцип действия основан на физических эффектах в твердых телах, возникающих при их деформации (от англ. *strain* – натяжение), и приводящих к изменениям различным свойств материалов, прежде всего электронным и магнитным. С другой стороны, стрейнтроника имеет большой потенциал к снижению энергопотребления, что становится критически важным в наш век криптовалют и блокчейна. Согласно оценкам [1], [4], энергия переключения запоминающих стрейнтронных устройств будет меньше одного *аДж*, приближаясь к величинам, ограниченным только фундаментальными термодинамическими принципами, в частности, *пределом Ландауэра* $kT \ln(2)$ – минимальной энергии, выделяемой при стирании одного бита информации [4]. Здесь стоит отметить, что к заявленным показателям, основанных на теоретических оценках (рис.1 заштрихованная область) стоит подходить с осторожностью. Учет дополнительных потерь¹ при работе реальных прототипов стрейнтронных устройств, продемонстрированных в [2], [5]–[8], показывает, что характеристики еще далеки от предельных (область сплошной заливки на рис.1).

Туманное происхождение

Казалось бы, в эпоху интернета и электронных публикаций не так сложно отследить появление новых терминов. Однако специалист по магнетизму, задавшийся целью выяснить происхождение термина «стрейнтроника», будет немного сбит с толку: в половине случаев на запрос «straintronics» будет выпадать статьи, не имеющие отношения ни к магнетизму, ни к спинтронике.

Дело в том, что первая опубликованная статья, в которой прозвучал этот термин, называлась «Электронные свойства рифленого графена: принцип Гейзенберга и геометрия кротовых нор в твердом теле» [9]. Ее авторов статьи интересовала проблема описания безмассовых релятивистских электронов в двумерных средах с учетом принципа неопределенности Гейзенберга, а на более высоком уровне абстракции – сопряжение квантовой механики и общей теорией относительности. Такое рассмотрение на примере гофрированных листов графена открывало новые возможности: моделирование движения релятивистских частиц в искривленном пространстве-времени, управление электронной структурой с помощью механического

¹ Энергетические потери в [6]–[8] могут быть оценены снизу как 0.1-1 фДж по петлям магнитного гистерезиса для нанодисков диаметром 100 нм и толщиной 10 нм из ферромагнитных материалов Co, FeGa и др.

напряжения. Устройства на основе последнего принципа и должны были, по замыслу авторов [9], составить элементную базу новой отрасли электроники – стрейнтроники.

В то же время, идея связи механических напряжений с магнитной и сегнетоэлектрической подсистемами кристалла составляет основную идею физики мультiferроиков [10] и композиционных магнитоэлектрических материалов [11]. Поэтому неудивительно, что одновременно² тот же термин появляется в статье, тематика которой находится на стыке физики магнитоэлектрических композитов и спиновой электроники: «Гибридная спинтроника и стрейнтроника: магнитная технология компьютерных вычислений и обработки сигналов со сверхнизким энергопотреблением» [1].

Разлученные двойняшки

Так появились две ветви стрейнтроники (рис. 2), развивавшиеся до настоящего времени практически независимо:

1. Идея первой из них, в самом общем случае, может быть описана как влияние механических напряжений на электронные свойства. Ее историю можно отсчитывать от статьи Чарльза Смита 1954 года [12], посвященной тензорезистивным свойствам германия и кремния, в которых было обнаружено аномально большое изменение сопротивления вследствие модификации зонной структуры полупроводника под действием механической деформации. Новое же в этой области связано, прежде всего, с двумерными материалами – графеном, гексагональным нитридом бора, ZnO, а также ультратонкими слоями халькогенидов переходных металлов: полупроводниковыми монослоями MoS₂ [13], [14] WSe₂ [13], PdS₂ [13], WTe₂ [15] и планарными гетероструктурами на них [16]. Механическое напряжение в таких материалах служит «упругим калибровочным полем» (elastic gauge field), взаимодействующим с фермионами подобно электромагнитному полю [17], что порождает глубокие аналогии между квантовой теорией поля и физикой конденсированного состояния вещества.

2. Другая ветвь стрейнтроники развивается в рамках магнитной электроники. Основным ее элементом является гетероструктура из магнитного слоя, анизотропия которого задается электрическим напряжением за счет деформации подложки из пьезоэлектрика (рис.2, правый верхний ряд изображений). Предполагается, что именно в

магнитной стрейнтронике полностью реализуется потенциал сверхнизкого энергопотребления, заложенный в самой идее управления спиновой степенью свободы. Ультрамалые потери энергии характерны как для стрейнтронных логических устройств [18], так и для аналоговых усилителей [19]. Стрейнтроника магнитных материалов, в целом, представляется более близкой к практической реализации, чем ее «графеновая» ветвь, превосходя последнюю в полтора-два раза по количеству публикаций. Кроме того, несомненным достоинством магнитных стрейнтронных устройств, является энергонезависимость, т.е. сохранение состояния в отсутствие питания, что позволяет в одном устройстве объединить достоинства элементов постоянной и оперативной памяти.

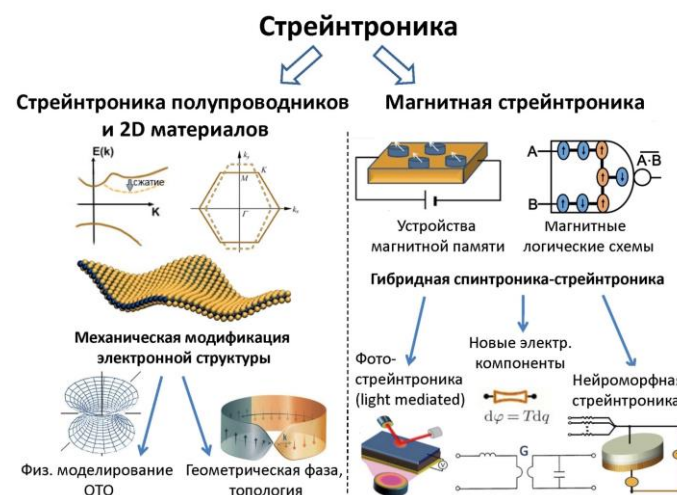


Рис. 2. Две ветви стрейнтроники. В левой части – управление электронной структурой с помощью деформаций. Изображены, в частности, механически индуцированный переход от прямозонной к непрямозонной структуре в углеродных нанотрубках [20] и модификация зоны Бриллюэна в графене [21]. Справа показаны основные устройства магнитной стрейнтроники, в частности, магнитная память и логика. Условные обозначения: $E(k)$ —дисперсионная зависимость для электронов, T , G - характеристики новых элементов электроники: транстора и гиратора. Также показаны нарождающиеся разновидности стрейнтроники: нейроморфная стрейнтроника [22] и фотострейнтроника (light-mediated straintronics) [23].

Механическую деформацию в магнитных пленках можно создавать различными способами (рис.3):

- непосредственно, с помощью изгиба или за счет использования подложки с отличающейся постоянной решетки (деформационная инженерия);

- при помощи электрического поля, за счет обратного пьезоэлектрического эффекта, а также флексоэлектрического эффекта (связи электрического поля и градиента деформации);

² Даты подачи статей [1] и [9] в печать, соответственно, 11 и 12 января 2011.

- посредством термоиндуцированных эффектов, за счет различающихся коэффициентов термического расширения магнитной пленки и подложки или фазовой перестройки кристаллографической структуры подложки при ее нагреве.

- оптическим воздействием, за счет фотоиндуцированной стрикции [23], [24]. Так, для мультиферроика феррита висмута продемонстрирована возможность переключения механических напряжений с частотой, лежащей в диапазоне гига- и терагерц [25].

Возможен и комбинированный подход, сочетающий несколько методов.

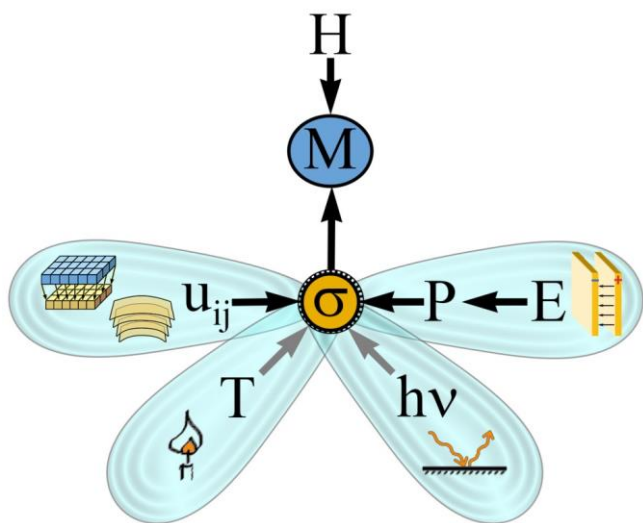


Рис. 3. Возможные схемы управления намагниченностью (M): прямое воздействие магнитного поля и при посредстве деформаций, а именно за счет механического напряжения, за счет пьезоэлектрического эффекта, термоиндуцированных и фотоиндуцированных эффектов.

Те же приемы деформационной инженерии, электроиндуцированного и термоиндуцированного воздействия используют в физике двумерных материалов. Несмотря на то, что по симметрийным причинам пьезоэлектрический эффект запрещен в графене, электроиндуцированное воздействие на него можно осуществлять, помещая его на пьезоэлектрическую подложку [26], или легируя литием, за счет чего графен приобретает пьезоэлектрические свойства [27]. Механические напряжения в графене получают и термическим воздействием, используя разницу в коэффициентах теплового расширения графена (или другого 2D материала) и подложки [28]–[30].

Вышеприведенные примеры показывают общность изучаемых проблем и применяемых подходов в стрейнтронике графена и двумерных сред с одной стороны, и в стрейнтронике мультиферроиков и магнитных материалов с другой. Они позволяют надеяться, что изначальная

некоторая двойственность понятия стрейнтроники будет преодолена в ходе дальнейшего развития за счет конвергенции двух ее ветвей.

Полная версия обзора
А.А. Бухараева, А.К. Звездина,
А.П. Пятакова и Ю.К. Фетисова
будет опубликована под идентификатором
DOI: 10.3367/UFNr.2018.01.038279

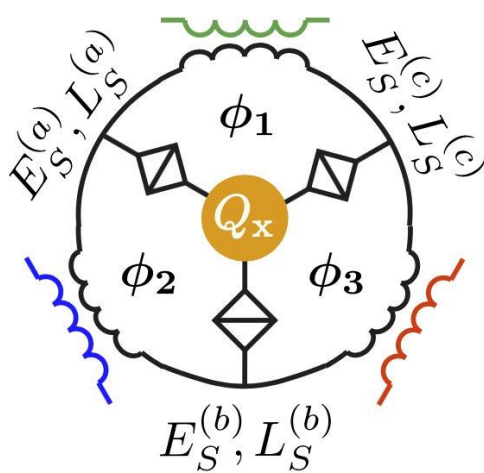
Литература

- [1] K. Roy, S. Bandyopadhyay, and J. Atulasimha, "Hybrid spintronics and straintronics: A magnetic technology for ultra low energy computing and signal processing," *Appl. Phys. Lett.*, vol. 99, no. 6, p. 63108, 2011.
- [2] D. E. Nikonov and I. A. Young, "Benchmarking spintronic logic devices based on magnetoelectric oxides," *J. Mater. Res.*, vol. 29, no. 18, pp. 2109–2115, Sep. 2014.
- [3] A. Stupakiewicz, K. Szerenos, D. Afanasiev, A. Kirilyuk, and A. V. Kimel, "Ultrafast nonthermal photo-magnetic recording in a transparent medium," *Nature*, vol. 542, p. 71, Jan. 2017.
- [4] K. Roy, "Ultra-low-energy straintronics using multiferroic composites," *Proc. SPIE*, vol. 9167, p. 91670U, 2014.
- [5] V. Iurchuk, B. Doudin, and B. Kundys, "Multistate nonvolatile straintronics controlled by a lateral electric field," *J. Phys. Condens. Matter*, vol. 26, no. 29, p. 292202, 2014.
- [6] H. Ahmad, J. Atulasimha, and S. Bandyopadhyay, "Electric field control of magnetic states in isolated and dipole-coupled FeGa nanomagnets delineated on a PMN-PT substrate," *Nanotechnology*, vol. 26, no. 40, p. 401001, 2015.
- [7] N. D'Souza, M. Salehi Fashami, S. Bandyopadhyay, and J. Atulasimha, "Experimental Clocking of Nanomagnets with Strain for Ultralow Power Boolean Logic," *Nano Lett.*, vol. 16, no. 2, pp. 1069–1075, 2016.
- [8] M. Salehi-Fashami *et al.*, "Binary information propagation in circular magnetic nanodot arrays using strain induced magnetic anisotropy," *Nanotechnology*, vol. 27, p. 43LT01, 2016.
- [9] V. Atanasov and A. Saxena, "Electronic properties of corrugated graphene: the Heisenberg principle and wormhole geometry in

- the solid state,” *J. Phys. Condens. Matter*, vol. 23, p. 175301, 2011.
- [10] А. П. Пятаков and А. К. Звездин, “Магнитоэлектрические материалы и мультиферроики,” *УФН*, vol. 182, no. 6, p. 593, 2012.
- [11] М. И. Бичурин, В. М. Петров, Д. А. Филиппов, and Г. Сринивасан, *Магнитоэлектрический эффект в композиционных материалах. Монография*. Великий Новгород: Издательство НовГУ, 2005.
- [12] C. S. Smith, “Piezoresistance effect in germanium and silicon,” *Phys. Rev.*, vol. 94, no. 1, pp. 42–49, 1954.
- [13] T. Heine, “Transition metal chalcogenides: Ultrathin inorganic materials with tunable electronic properties,” *Acc. Chem. Res.*, vol. 48, no. 1, pp. 65–72, 2015.
- [14] S. Bhattacharyya, T. Pandey, and A. K. Singh, “Effect of strain on electronic and thermoelectric properties of few layers to bulk MoS₂,” *Nanotechnology*, vol. 25, no. 46, p. 465701, 2014.
- [15] N. Zibouche, A. Kuc, J. Musfeldt, and T. Heine, “Transition-metal dichalcogenides for spintronic applications,” *Ann. Phys.*, vol. 526, no. 9–10, pp. 395–401, 2014.
- [16] W. Wei, Y. Dai, and B. Huang, “Straintronics in two-dimensional in-plane heterostructures of transition-metal dichalcogenides,” *Phys. Chem. Chem. Phys.*, vol. 19, no. 1, pp. 663–672, 2017.
- [17] A. Cortijo, Y. Ferreirós, K. Landsteiner, and M. A. H. Vozmediano, “Visco elasticity in 2D materials,” *2D Mater.*, vol. 3, no. 1, p. 11002, 2016.
- [18] Y. Yilmaz and P. Mazumder, “Nonvolatile Nanopipelining Logic Using,” *IEEE Trans. VERY LARGE SCALE Integr. Syst.*, vol. 21, no. 7, pp. 1181–1188, 2013.
- [19] K. Roy, “Ultralow Energy Analog Straintronics Using Multiferroic Composites,” *IEEE Trans. Nanotechnol.*, vol. 16, no. 2, pp. 333–346, 2017.
- [20] D. Shiri, A. Verma, C. R. Selvakumar, and M. P. Anantram, “Reversible modulation of spontaneous emission by strain in silicon nanowires,” *Sci. Rep.*, vol. 2, p. 461, 2012.
- [21] C. Si, Z. Sun, and F. Liu, “Strain engineering of graphene: a review,” *Nanoscale*, vol. 8, no. 6, pp. 3207–3217, 2016.
- [22] A. K. Biswas, J. Atulasimha, and S. Bandyopadhyay, “The straintronic spin-neuron,” *Nanotechnology*, vol. 26, no. 28, p. 285201, 2015.
- [23] V. Iurchuk *et al.*, “Optical Writing of Magnetic Properties by Remanent Photostriction,” *Phys. Rev. Lett.*, vol. 117, no. 10, p. 107403, 2016.
- [24] B. Kundys, M. Viret, D. Colson, and D. O. Kundys, “Light-induced size changes in BiFeO₃ crystals,” *Nat. Mater.*, vol. 9, no. 10, pp. 803–5, Oct. 2010.
- [25] M. Lejman *et al.*, “Giant ultrafast photo-induced shear strain in ferroelectric BiFeO₃,” *Nat. Commun.*, vol. 5, p. 4301, Jan. 2014.
- [26] F. Ding *et al.*, “Stretchable Graphene: A Close Look at Fundamental Parameters through Biaxial Straining,” *Nano Lett.*, vol. 10, no. 9, pp. 3453–3458, Sep. 2010.
- [27] M. T. Ong and E. J. Reed, “Engineered Piezoelectricity in Graphene,” *ACS Nano*, vol. 6, no. 2, pp. 1387–1394, Feb. 2012.
- [28] N. Ferralis, R. Maboudian, and C. Carraro, “Evidence of Structural Strain in Epitaxial Graphene Layers on 6H-SiC(0001),” *Phys. Rev. Lett.*, vol. 101, no. 15, p. 156801, 2008.
- [29] D. Yoon, Y.-W. Son, and H. Cheong, “Negative Thermal Expansion Coefficient of Graphene Measured by Raman Spectroscopy,” *Nano Lett.*, vol. 11, no. 8, pp. 3227–3231, Aug. 2011.
- [30] S. M. Lee *et al.*, “Materialization of strained CVD-graphene using thermal mismatch,” *Nano Res.*, vol. 8, no. 6, pp. 2082–2091, 2015.

Топологический полуметалл + магнит = термоэлектричество

Ученые из Массачусетского технологического института теоретически предсказали, что топологические полуметаллы, помещенные в магнитное поле, обладают рекордными термоэлектрическими характеристиками среди всех известных науке веществ.



«Формула» термоэлектрического эффекта: металл, тепло и магнитное поле порождают электроэнергию. Только металл в данном случае необычный, а топологический.

Топологические полуметаллы (topological semimetal), наряду с топологическими диэлектриками относятся к средам с нетривиальной зонной структурой, необычные свойства которых только начинают изучать. С другой стороны, термоэлектрический эффект хорошо известен и проявляется в широком классе проводников при наличии температурного градиента. Он связан с диффузией свободных носителей заряда – электронов и дырок.

В топологических полуметаллах в отсутствие магнитного поля потоки электронов и дырок компенсируют друг друга, в то время как в магнитном поле сумма электронного и дырочного вклада в генерируемое напряжение нарастает с величиной поля, и может в пять раз превысить эффект в лучших термоэлектриках (правда, только в поле 30 Тесла). Использование сверхчистых составов позволит реализовать потенциал топологических полуметаллов в практически достижимых полях ~ 1 Тл.

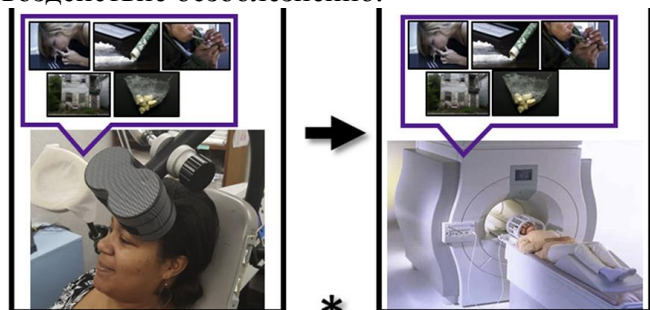
B.Skinner and Liang Fu, Large, nonsaturating thermopower in a quantizing magnetic field, *Science Advances*, **4**, eaat2621 (2018); DOI: 10.1126/sciadv.aat2621

28 мая 2018/ Новостной сайт Phys.org

1 июня 2018/ IOP
Physicsworld.com

Магниты в борьбе с наркотической зависимостью

Повышенная активность мозга – обычный ответ на употребление наркотиков: от никотина и алкоголя до мориxuаны и кокаина, с ней связаны и рецидивы болезни. Поскольку нервные импульсы – не что иное, как электрические сигналы, возникает вопрос нельзя ли подавлять эту активность электромагнитным воздействием, например, с помощью *транскраниальной магнитной стимуляции* (ТМС) – неинвазивного воздействия на кору головного мозга с помощью импульсов магнитного поля за счет эффекта электромагнитной индукции. В отличие от электрической стимуляции такое воздействие безболезненно.



Процедура ТМС и последующее МРТ с образцами предъявляемых пациентам изображений.

Исследователи из Медицинского Университета Южной Калифорнии провели испытания ТМС на двух группах людей с алкогольной и кокаиновой зависимостью, возбуждая участки коры, ответственные за поведение, связанное с потреблением наркотиков. Для контроля также проводились фиктивные сессии при отключенных источниках. МРТ диагностика мозга до и после экспериментов показывала значительное уменьшение реакции пациентов на предъявление изображений связанных с объектом их болезненного пристрастия (например, бутылки). Пока рано говорить об изобретении нового метода лечения наркотических зависимостей, но ученые надеются достигать терапевтического эффекта регулярным повторением подобных сеансов.

Tonisha E. Kearney-Ramos et al, Transdiagnostic Effects of Ventromedial Prefrontal Cortex Transcranial Magnetic Stimulation on Cue Reactivity, *Biological Psychiatry: Cognitive Neuroscience and Neuroimaging* (2018): <https://doi.org/10.1016/j.bpsc.2018.03.016>

Магнитное поле в технологиях заморозки продуктов

Над вопросом, как заморозить продукт правильно, без образования кристалликов льда, разрушающих клетки, бьются в настоящее время множество технологов, так как от этого напрямую зависят вкусовые качества и внешний вид товара.

Профессор из Калтеха Дж. Киршинк и его супруга А. Кобаяши, долгое время изучавшие частицы магнетита в биологических тканях, заинтересовались этим вопросом после поломки домашнего холодильника во время длительной командировки.



Знакомый всем пример неудачной заморозки.

К своему изумлению, они заметили что даже следовые количества наночастиц магнетита в воде (1 десятиллионная процента) оказывает заметный эффект на процесс заморозки, если при этом использовать вращающееся магнитное поле небольшой величины (~10Э). Как предполагают ученые, вращение частичек магнетита в поле препятствует образованию кристаллов льда, при этом достигается эффект, аналогичный переохлаждению сверхчистой воды. Они даже продемонстрировали этот принцип на двух показательных примерах: сельдерее и говядине.

A. Kobayashi et al, PNAS, 201800294 (2018)

<https://doi.org/10.1073/pnas.1800294115>

28 мая 2018/ Новостной сайт Phys.org

PHYS.ORG

Конференции и школы по магнетизму и магнитным материалам 2018 года, на которые открыт прием заявок

Даты проведения (дедлайн)	Название конференции/школы	Место проведения, (сумма оргвзноса)	Контактная информация
24-28 августа (30 июня)	VIII - Байкальская международная конференция "Магнитные Материалы. Новые технологии"	Иркутск (6000 Р)	http://www.bicmm.isu.ru
8-12 октября (15 июля)	SPICE-Workshop on "Spintronics meets Neuromorphics"	Майц, ФРГ (200 €)	https://www.spice.uni-mainz.de/spin-neuro-2018-home
1-2 октября (20 июля)	Школа: SpinOn Workshop 2018 - Multifunctional Magnetic Materials	Лиссабон, Португалия (80 €)	http://spinon.campus.ciencias.ulisboa.pt
7-12 октября (31 июля)	The 7th International school on Synchrotron Radiation and Magnetism	Миттельвир, Франция	http://mw2018.u-strasbg.fr
8-9 ноября (20 августа)	IEEE Conference on Electromagnetic Field Computation CEFC 2018	Гуанчжоу, Китай	http://www.cefc2018.org
8-9 ноября (14 сентября)	MANA 2018 - Micromagnetics: Analysis, Numerics, Applications	Вена, Австрия (100 €)	http://www.asc.tuwien.ac.at/mana2018
15-22 ноября (1 октября)	XIX Всероссийская школа-семинар по проблемам физики конденсированного состояния вещества (СПФКС-19)	д/о «Солнечный остров», Екатеринбург (5000 Р)	http://smu.imp.uran.ru/spfks



Выпуск подготовлен при поддержке компании ООО «Полимагнит» — одного из ведущих поставщиков магнитных материалов и технологий на российском рынке. Сайт компании: <http://www.amtc.ru>

Редколлегия:

Главный редактор: А.П. Пятаков

Научные редакторы: М.П. Шорыгин, В.А. Сеин, А.М. Тишин

Худ. редактор и корректор: З.А. Пятакова

Информация для авторов: редакция Бюллетеня осуществляет быструю публикацию информации, представляющей значительный интерес для членов общества. Работы просьба присылать по электронному адресу редакции: bulletin.mago@gmail.com Редакция осуществляет рецензию полученных работ и оставляет за собой окончательное решение об их публикации в Бюллетене.

Электронный архив бюллетеня расположен на сайте: <http://www.amtc.ru/news/bulluten>