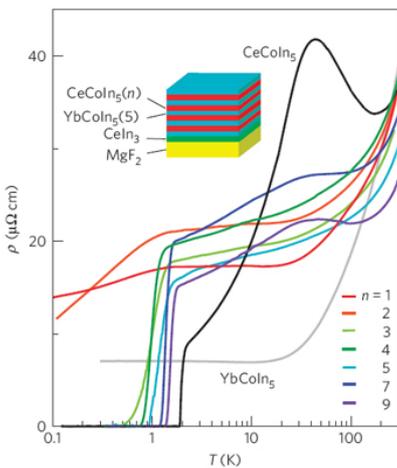


В этом выпуске:

СВЕРХПРОВОДНИКИ

Сверхпроводимость тяжелых фермионов в двумерной решетке Кондо

В слоистом сверхпроводнике CeCoIn_5 взаимодействие электронов проводимости с локальными магнитными моментами $4f$ -электронов атомов Ce приводит к формированию трехмерной решетки Кондо и увеличению эффективной массы носителей заряда в ~ 1000 раз ("тяжелые фермионы"). Сверхпроводящее спаривание при $T_c = 2.3\text{K}$ имеет, по-видимому, нефононную природу и обусловлено магнитными флуктуациями. Возникает вопрос: насколько существенна трехмерность этой сильнокоррелированной системы для ее сверхпроводимости, и что произойдет при переходе $3\text{D} \rightarrow 2\text{D}$? В работе [1] японские физики путем послойного эпитаксиального роста изготовили сверхрешетки, в которых $n = 1 \div 9$ слоев CeCoIn_5 чередуются с пятью слоями немагнитного (и несверхпроводящего) металла YbCoIn_5 .



Температурные зависимости удельного сопротивления сверхрешеток $\text{CeCoIn}_5(n)/\text{YbCoIn}_5(5)$ с различными n .

Выяснилось, что при $n \geq 3$ понижение температуры приводит к обращению удельного сопротивления ρ в нуль (см. рис.), а при $n = 2$ и даже при $n = 1$ (двумерная решетка Кондо) ρ хоть и остается конечным, но, во-первых, уменьшается при $T < 1\text{K}$ и, во-вторых, возрастает в перпендикулярном магнитном поле, свидетельствуя о сохранении сверхпроводящих корреляций в двумерном (точнее – квазидвумерном) пределе. Близость CeCoIn_5 к квантовой критической точке подсказывает интересное направление дальнейших исследований: о влиянии мерности на роль квантовых флуктуаций в куперовском спаривании.

Л. Опенов

1. Y. Mizukami et al., *Nature Phys.* 7, 849 (2011).

Переход сверхпроводник-диэлектрик: данные квантового Монте-Карло

Сверхпроводники с s -волновым типом куперовского спаривания слабо чувствительны к атомному разупорядочению и немагнитным дефектам. Для их перехода в диэлектрическое состояние (superconductor-insulator transition, SIT) требуется очень сильный беспорядок, что затрудняет теоретический анализ такого перехода. Механизм SIT и природа возникающей в результате него диэлектрической фазы остаются предметом дискуссий. Численные расчеты, основанные на уравнениях Боголюбова–де Жена заполняют этот пробел лишь частично, поскольку не описывают флуктуаций фазы параметра порядка Δ . В работе [1] для исследования SIT в двумерной

И далее ...

- 2 Поле 35.4 Тл в катушке с обмоткой из ВТСП-ленты

НАНОСТРУКТУРЫ, НАНОТЕХНОЛОГИИ, НАНОЭЛЕКТРОНИКА

- 2 Квантование дифференциальной проводимости

ГРАФЕН

- 3 Графен на сетке микроскопа

Синтез высококачественных листов графена при термическом разложении карбида кремния

КВАНТОВЫЕ СИСТЕМЫ

- 4 На пути к квантовому компьютеру

Контроль поляризации ядерных спинов в квантовой точке

ФУЛЛЕРЕНЫ И НАНОТРУБКИ

- 4 Углеродные нанотрубки помогут нейронауке

- 6 Графенизированные углеродные нанотрубки для электрохимического конденсатора

КОНФЕРЕНЦИИ

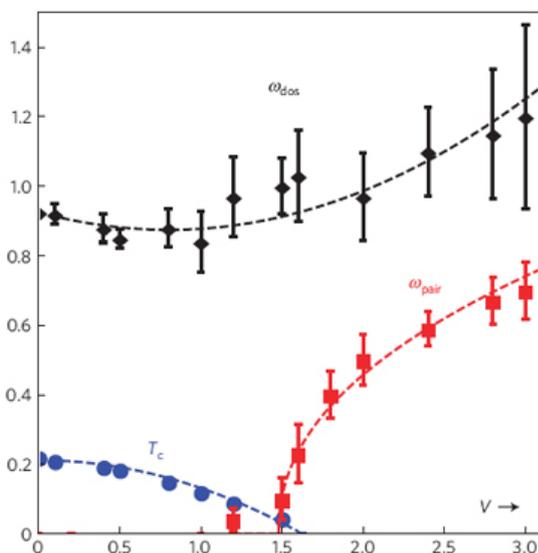
- 7 Научная сессия ОФН РАН
23 ноября 2011 г.

Научная сессия ОФН РАН
30 ноября 2011 г.

Семинар по физике конденсированного состояния
16 ноября 2011 г.

- 8 International Symposium on Photonics and Optoelectronics,
21- 23 May 2012,
Shanghai, China

модели Хаббарда с притяжением на узлах и диагональным андерсоновским беспорядком использован детерминантный квантовый метод Монте-Карло, который позволяет учесть тепловые и квантовые флуктуации как амплитуды, так и фазы Δ . Были получены следующие результаты: 1) одночастичная энергетическая щель при SIT не зануляется, но становится пространственно неоднородной; 2) когерентные пики при SIT исчезают; 3) вблизи SIT выше T_c и в диэлектрической фазе при конечных температурах имеется псевдощель, которая увеличивается с ростом беспорядка; 4) двухчастичная энергетическая щель отлична от нуля в диэлектрической фазе и исчезает при критическом уровне беспорядка. Авторы [1] отмечают возможность непосредственной экспериментальной проверки полученных ими данных.



Фазовая диаграмма разупорядоченного s -волнового сверхпроводника в координатах температура (вертикальная ось) – сила беспорядка V .

1. K. Bouadim et al., *Nature Phys.* 7, 884 (2011).

Поле 35.4 Тл в катушке с обмоткой из ВТСП-ленты



В сверхпроводниковых магнитных катушках с обмоткой из проводов NbTi и Nb₃Sn максимальные поля ограничены величиной H_{c2} (15 Тл и 30 Тл, соответственно). Для более сильных магнитов нужно использовать ВТСП, у которых $H_{c2} > 100$ Тл при $T = 4.2$ К. Вопрос – в разработке соответствующей технологии. Сотрудники National High Magnetic Field Laboratory (США) сообщили [1] об изготовлении катушки-вставки с обмоткой из ленты REBa₂Cu₃O_{7-x}, при помощи которой удалось увеличить поле обычного (резистивного) магнита от 31.2 Тл до 35.4 Тл при

$T = 1.8$ К. Внутренний и внешний диаметры катушки составили 14 мм и 38 мм, длина ленты – около 100 м. От своих предшественниц эта катушка отличается тем, что ВТСП-ленту перед намоткой покрывали тонкой полиэфирной пленкой, в результате чего резко возросла устойчивость к термоциклированию.

1. U.P. Trociewitz et al., preprint [arXiv:1110.6814v2](https://arxiv.org/abs/1110.6814v2) [cond-mat.supr-con].

НАНОСТРУКТУРЫ, НАНОТЕХНОЛОГИИ, НАНОЭЛЕКТРОНИКА

Квантование дифференциальной проводимости

Высокая подвижность носителей в графене предоставила возможность наблюдать квантовый эффект Холла при комнатной температуре. Как же обстоят дела с другими физическими эффектами, которые основаны на баллистическом транспорте (без рассеяния)? Хорошо известен эффект квантования абсолютной проводимости одномерного проводника или точечного контакта. Он был предсказан в работах Ландауэра и обнаружен экспериментально в 1988 г. Следует отметить, что квантование проводимости – это свойство контакта, а не самого одномерного проводника. Кроме того, квант проводимости не зависит от закона дисперсии носителей. В 1989 г. российские теоретики В. Вьюрков и В. Федирко предсказали квантование дифференциальной проводимости контакта одномерного канала с двумерным резервуаром в гетероструктурах [1]. В этом же году эффект был обнаружен на эксперименте [2], правда, видна была только одна ступень. Объяснение эффекта достаточно простое. Хорошо известно насыщение тока в обычном полевом транзисторе при увеличении приложенного к каналу напряжения. Одномерный канал отличается тем, что насыщение тока для отдельных подзон поперечного квантования происходит последовательно при увеличении напряжения. Так возникают ступени дифференциальной проводимости, причем, каждая ступень соответствует кванту проводимости.

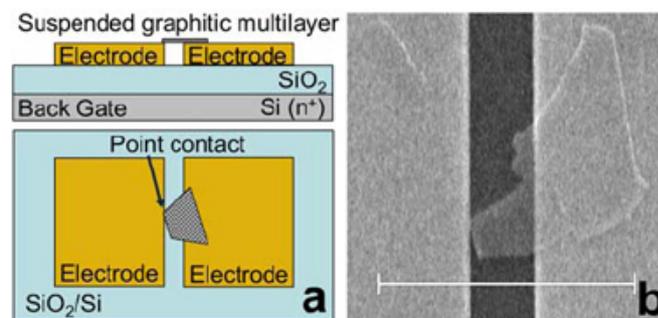


Рис. 1. Схема структуры с точечным контактом из графена (а) и вид сверху реальной структуры (b).

Недавно исследователи из Univ. of Houston (США) сформировали точечный контакт из графена [3]. В работе использовали подвешенный графен, обла-

дающий рекордной подвижностью и длиной пробега носителей (рис. 1). Удалось наблюдать многочисленные ступени дифференциальной проводимости, видимые вплоть до комнатной температуры. Естественно, лучше всего ступени проявлялись при низкой температуре (рис. 2).

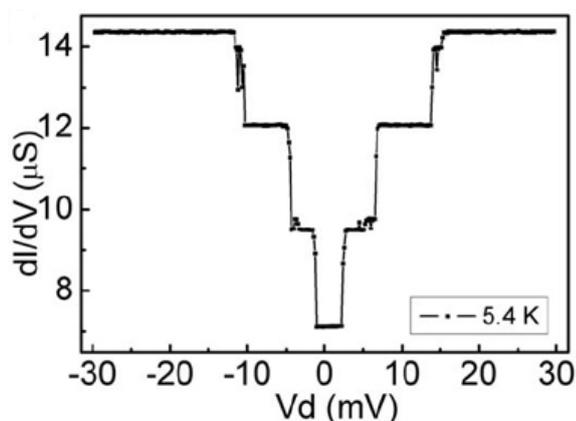


Рис. 2. Ступени дифференциальной проводимости контакта при изменении приложенного напряжения.

Своеобразие структуры сказалось на особенностях эффекта. Так, наличие потенциального барьера на контакте не позволяет говорить о ступенях равных кванту проводимости. Кроме того, в настоящей структуре опять-таки из-за наличия барьера, подзоны поперечного квантования “включаются” при увеличении напряжения, а не “выключаются”, как это происходит в структуре на основе двумерного газа. Дифференциальная проводимость растет, а не падает. В силу симметрии электронов и дырок в графене эффект проявляется при обеих полярностях напряжения.

1. V.V.Vyurkov, V.A.Fedirko, *Sov.Phys.:Semicond.*, **23**, 1061 (1989).
2. L.P. Kouwenhoven et al., *Phys. Rev. B* **39**, 8040 (1989).
3. C. Diaz-Pinto et al., <http://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1105/1105.6032.pdf>

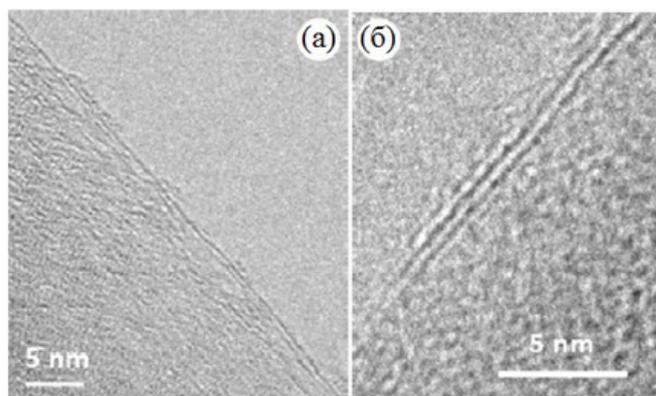
ГРАФЕН

Графен на сетке микроскопа

Коллективу исследователей из Канады и США удалось получить образцы допированного азотом однослойного и многослойного (до пяти слоев) графена химическим парофазным осаждением на медную сеточку просвечивающего электронного микроскопа [1]. Такой прямой синтез позволяет проводить измерения тонких графеновых пленок *in situ* с помощью микроскопии без их загрязнения или разрушения. В качестве подложек авторы использовали стандартные коммерческие медные сеточки, очищенные особым образом, в качестве источника углерода использовали метан, а в качестве источника азота – аммиак. Варьируя состав газовой смеси, удавалось получать образцы с различным соотношением азот/углерод – от 0.7% до 2.4%. Высокое качество синтезированных соединений N-графена

ПерсТ, 2011, том 18, выпуск 21

подтвердилось дальнейшими детальными исследованиями с помощью просвечивающей электронной микроскопии высокого разрешения (см. рис.), рамановской спектроскопии и рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии. В итоге исследователями предложен достаточно простой и эффективный способ синтеза образцов допированного азотом графена, который вполне может быть распространен и на другие его производные.



Изображения допированного азотом одно- (а) и двух- (б) слойных образцов графена, полученные с помощью просвечивающей электронной микроскопии высокого разрешения.

М. Маслов

I. G.-P. Dai et al., Chem. Phys. Lett. 516, 212 (2011).

Синтез высококачественных листов графена при термическом разложении карбида кремния

В настоящее время во многих лабораториях мира ведутся исследования, направленные на развитие возможностей прикладного использования графена в нанoeлектронике. Для реализации этих возможностей необходимо научиться синтезировать листы графена высокого качества и достаточно большой площади. Один из методов получения графеновых листов основан на процессе термического разложения карбида кремния. Согласно этому подходу, нагрев кристаллического SiC до температур порядка 1500°C сопровождается испарением атомов кремния с поверхности кристалла, в то время как оставшийся углерод организуется в гексагональную плоскую структуру (графен), состоящую из одного или нескольких слоев. Как показали исследования, выполненные в Georgia Inst. of Technology (США) [1], основным фактором, ограничивающим степень совершенства подобной структуры, является процесс неконтролируемого испарения атомов кремния. Существенного улучшения качества синтезируемых образцов графена удалось добиться в результате стабилизации температуры синтеза.

Пластины SiC с площадью поверхности 1 см² помещали в графитовый контейнер, оснащенный небольшим отверстием для контроля за скоростью испарения атомов кремния. Синтез эпитаксиальных

образцов графена мог осуществляться как в вакууме, так и в атмосфере инертного газа (аргон). Подобный подход позволяет не только выращивать графеновые листы поперечником около 1 см, но также изготавливать узкие графеновые полоски шириной порядка 10 нм, которые могут быть использованы в наносхемах в качестве соединительных проводов. С этой целью применяется стандартная процедура травления образцов на поверхности карбида кремния, что позволяет обойтись без электронно-лучевого воздействия или других способов вырезания полосок. Полученные таким образом графеновые полоски имеют гладкую структуру боковых краев, что способствует снижению потерь при протекании электрического тока. Такая процедура получения высококачественных листов графена большой площади, а также графеновых полосок, представляется весьма удобной для промышленной реализации, что позволяет рассчитывать на успешное развитие нанoeлектроники на основе графена.

А.Елецкий

1. J.Toon, Materials Today News 17 Oct 2011

КВАНТОВЫЕ СИСТЕМЫ

На пути к квантовому компьютеру

За последние годы проведено множество успешных экспериментов по использованию самых различных физических объектов и материалов (атомов, полупроводников, сверхпроводников и т.д.) для конструирования кубитов – двухуровневых систем, на которых основаны квантовые информационные устройства. Достигнута высокая точность контроля состояний кубитов, продемонстрированы простейшие операции с ними. И хотя до “настоящего” многокубитного квантового компьютера еще далеко, пришла пора задуматься об общих принципах его устройства и функционирования. Этому посвящены статьи [1] и [2] в одном из октябрьских выпусков журнала *Science*. В них обсуждаются вопросы об архитектуре квантового компьютера и его программировании. Хотя в [1] и [2] использованы конкретные носители кубитов (ионы в ловушке и сверхпроводниковые контуры, соответственно), полученные результаты представляют интерес безотносительно к типу физической реализации кубитов. В частности, по аналогии с фон-неймановским классическим компьютером, в качестве основных элементов квантового компьютера авторы [2] выделяют квантовый центральный процессор (quCPU) и квантовую память (quRAM). Впрочем, не факт, что такая архитектура сохранится при увеличении числа кубитов до требуемого для практических применений уровня.

По материалам заметки

D.P. DiVincenzo, Science 334, 50 (2011).

- 1. B.P.Lanyon et al., Science 334, 57 (2011).*
- 2. M.Mariantoni et al., Science 334, 61 (2011).*

Контроль поляризации ядерных спинов в квантовой точке

Спин электрона в квантовой точке представляет собой двухуровневую систему (“вверх” и “вниз”), которую можно использовать для физической реализации квантовых битов (кубитов). Однако взаимодействие с хаотически ориентированными и флуктуирующими во времени ядерными спинами окружающих атомов быстро разрушает когерентное состояние такого кубита. Для ослабления эффекта декогерентизации были предложены различные способы, заключающиеся в том или ином внешнем воздействии на электронный спин. Чтобы ядерные спины приносили пользу, а не вред, их нужно направить в одну сторону. Тогда создаваемое ими в квантовой точке “внутреннее” магнитное поле можно будет использовать для управления кубитом. Для этого надо научиться не только статически ориентировать ядерные спины в одном направлении, но еще и быстро изменять это направление. В работе [1] специалистов из Великобритании, Франции и России (Физико-технический институт им А.Ф.Иоффе, С.-Петербург) показано, что этого можно добиться, если воздействовать на квантовую точку определенной последовательностью коротких ВЧ импульсов. Время спиновой переориентации составляет всего ~ 10 пкс. Помимо воздействия упорядоченного ядерного окружения на кубиты представляет также интерес изучить возможность создания неклассических запутанных состояний электронного и “коллективного” ядерного спинов.

1. M.N.Makhonin et al., Nature Mater. 10, 844 (2011).

ФУЛЛЕРЕНА И НАНОТРУБКИ

Углеродные нанотрубки помогут нейронауке

Исследования последних лет, проведенные *in vitro* в разных лабораториях, показали, что углеродные нанотрубки (УНТ) способствуют росту нейронов и усиливают передачу сигналов в нервной системе. Эти результаты открывают много новых возможностей для применения УНТ в нейронауке. Нейронаука (*neuroscience*) – этот термин, отражающий научный междисциплинарный подход к изучению нервной системы, теперь всё чаще используется и в России. Раньше, говоря о нейронауке, подразумевали, как правило, нейробиологию. Современная нейронаука включает такие направления как молекулярная и клеточная нейронаука, клиническая нейронаука, нейрофизиология, когнитивная нейронаука, нейронная инженерия, нейронные сети и другие (в последнее время появились даже социальные нейронауки, например, нейроэкономика, нейротика). Таким образом, нейронаука изучает нервную систему на всех уровнях организации, начиная с молекулярного и заканчивая изучением сознания и социального поведения. Конечно, в основе лежат

процессы, происходящие в отдельных нейронах и нейросетях.

Углеродные нанотрубки могут быть эффективно использованы как для изучения этих фундаментальных процессов, так и для практических приложений – регенерации нейронных соединений, в качестве подложек для роста сети нейронов, для создания интерфейса нейронная ткань/внешнее устройство [1] и даже для разработки нейроэлектродов, в том числе имплантируемых в мозг человека с целью устранения нарушений нервной системы [2]. Экспериментальные данные показывают, что химическая модификация нанотрубок заметно влияет на их взаимодействие с нейронами. К сожалению, таких данных немного, и относятся они, в основном, к отдельным нейронам. Поэтому так важна недавно опубликованная работа французских учёных [3], которые исследовали влияние химической модификации поверхности массива многостенных нанотрубок (МСНТ) на адгезию нейронов и организацию нейронной сети. МСНТ выращивали на многослойной подложке (рис. 1А) методом *CVD* в атмосфере ацетилена и водорода (Ni-катализатор был нанесен на верхний слой подложки). Средний диаметр и длина нанотрубок ~ 50 нм и 1.5 мкм, соответственно (рис. 1В). Было проведено 5 различных химических модификаций: с использованием растворов, содержащих триметил-(2-оксо-2-пирен-1-ил-этил) бромида аммония (МСНТ-А₁), (пирен-1-ил)-бутановой кислоты (МСНТ-А₂) и пирен-полиэтиленгликоля (МСНТ-А₃); обработка плазмой O₂ (МСНТ-А₄); дополнительная обработка МСНТ-А₄ с использованием раствора полиэтиленгликоля (МСНТ-А₅). МСНТ-А₁, МСНТ-А₂ и МСНТ-А₃ были модифицированы нековалентным образом, МСНТ-А₄ и МСНТ-А₅ – ковалентным, с образованием разнообразных функциональных групп (рис. 1С).

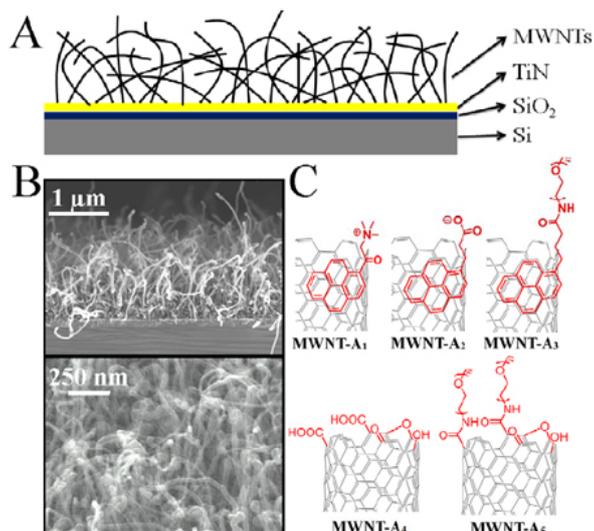


Рис. 1. А - схема массива МСНТ-А₀ (до модификации); В - SEM изображения МСНТ-А₀ (вид сбоку и вид сверху); С – схема, иллюстрирующая разные виды модификаций.

Исследования проводили *in vitro* на нейронах гиппокампа (*гиппокамп - часть головного мозга*) крыс. Был проведен посев культур нейронов на образцы МСНТ-А (размер образцов 10x10 и 10x20 мм). Инкубацию проводили при 37°C в специальной среде. Через 8 дней были получены очень интересные результаты (рис.2). На подложке МСНТ-А₅ из-за слабой адгезии нейронов очень мало, нейриты* не появляются (рис.2А); на МСНТ-А₄ наблюдается вытягивание нейритов и образование неупорядоченной сети из отдельных нейронов (рис.2В). В отличие от этого на остальных МСНТ-А происходит агрегация нейронов с образованием больших соматических** кластеров и пучков нейритов (рис. 2С-Ф).

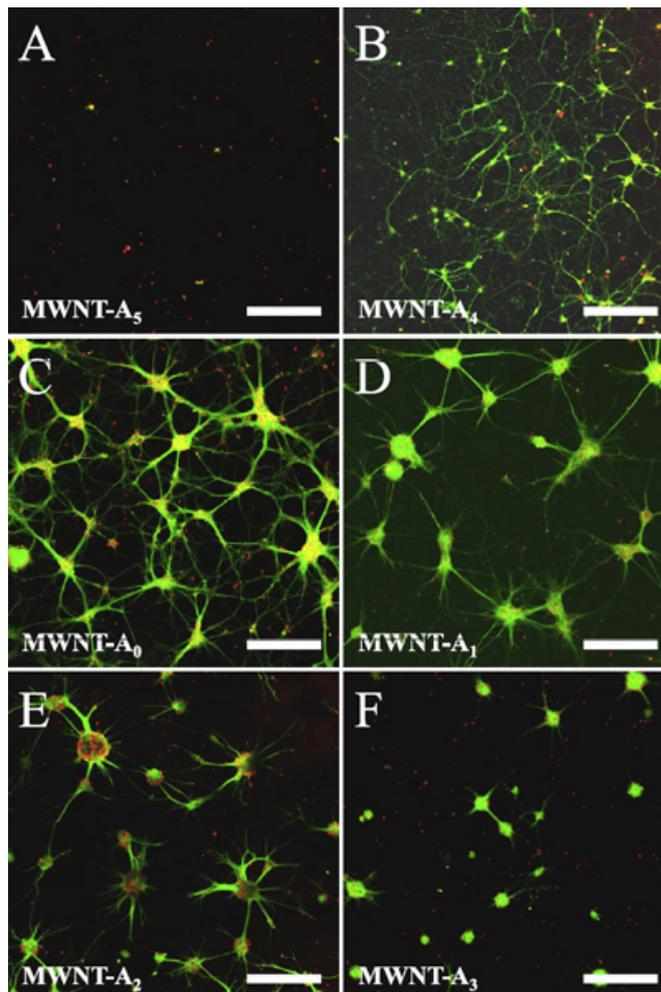


Рис. 2. Изображения нейронов на образцах МСНТ-А, полученные с помощью флуоресцентной конфокальной микроскопии.

Кластеры состоят из десятков нейронов (рис. 3). Это означает, что нейроны во время инкубации способны перемещаться на поверхности МСНТ-А_{0,1,2,3}. Второй вывод – для этих образцов взаимодействие между клетками сильнее взаимодействия клетка-подложка. Расстояния между кластерами, по-видимому, зависят от силы взаимодействия клеток с поверхностью конкретного образца.

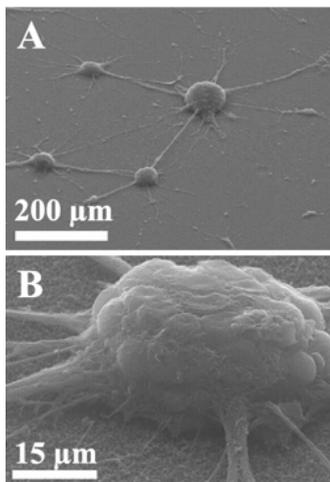


Рис. 3. SEM изображение кластеров нейронов на поверхности МСНТ-А₀ (немодифицированного образца)

На поверхности всех четырех образцов МСНТ-А_{0,1,2,3} образовались пучки нейритов, однако доля кластеров с пучками нейритов, количество пучков на один кластер, длина пучков и доля пучков,

соединяющих кластеры, сильно зависят от химической модификации. Без сомнения, самая полная сеть сформировалась на МСНТ-А₀ – 100% межкластерных соединений. Для МСНТ-А₃ эта величина достигает лишь 10%.

В следующих экспериментах авторы [3] изучили, как будут вести себя нейроны, если им предоставить возможность выбора между химически разными поверхностями на одной подложке. Были сделаны смешанные образцы – МСНТ-А_{4/5} и МСНТ-А_{0/2} (одну половину поверхности модифицировали одним способом, вторую – другим). Нейроны остались верны своим предпочтениям. Например, для образца МСНТ-А_{4/5} на обработанной плазмой части поверхности (А₄) сеть из нейронов образуется, но на часть поверхности, дополнительно модифицированной полиэтиленгликолем (А₅), она не продлевается (рис. 4).

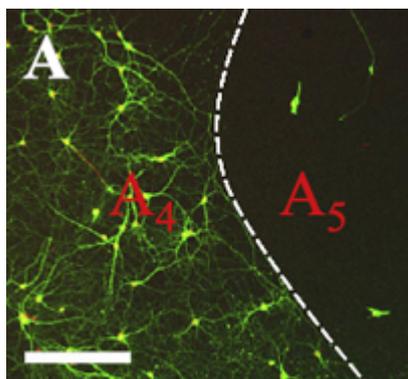


Рис.4. Нейроны на поверхности МСНТ-А_{4/5}. Пунктиром показана граница между областями с разной функционализацией. Шкала – 250 мкм

Кроме того, на образцах МСНТ-А₀ и МСНТ-А₅ иглой процарапали канавки шириной 5-10 мкм, убрав при этом нанотрубки и обнажив слой TiN. Выяснилось, что нейроны, чтобы не попасть на нелюбимую поверхность МСНТ-А₅, предпочли развиваться внутри канавок (рис. 5а). Даже если какой-то редкий нейрон дотягивался до поверхности, его рост тут же прекращался. Совсем другая ситуация для “хорошей” подложки (МСНТ-А₀) – в канавки пря-

таться нет необходимости, нейроны развиваются на поверхности массива нанотрубок (рис. 5б).

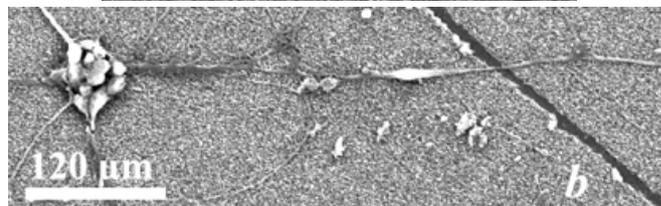
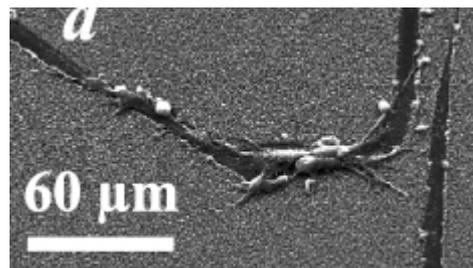


Рис. 5. SEM изображения нейронов на образцах с канавками. Вверху (а) – нейроны и нейриты в канавке на образце МСНТ-А₅. Внизу (b) – в канавке на МСНТ-А₀ роста нейронов нет.

Результаты показывают, что химическая модификация многостенных нанотрубок влияет на адгезию нейронов и рост нейритов. Это позволяет создавать подложки для изучения соединений не только отдельных нейронов, но, что более важно, их кластеров. Можно контролировать развитие нейронов и образование нейритов, а также управлять формированием сети нейронов или их кластеров. Впервые в этой работе показана возможность нейронного микроструктурирования на поверхности массивов модифицированных нанотрубок.

* *Нейрит*, или аксон (от греч. *αξων* — ось), – одиночный, редко ветвящийся, удлинённый (до 1 м), отросток нейрона, проводящий нервные импульсы к другим нейронам или мышцам, железам.

** *Сома* – тело клетки нейрона
(Схема нейрона приведена в [1])

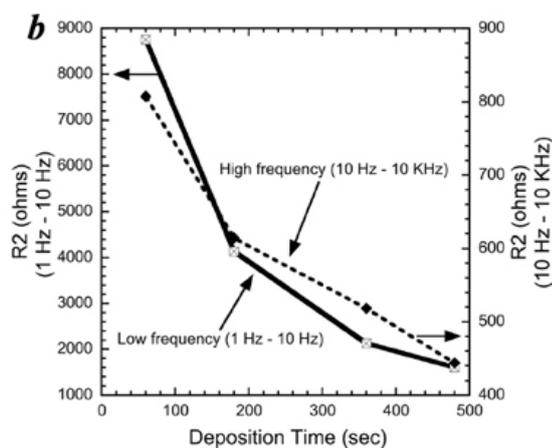
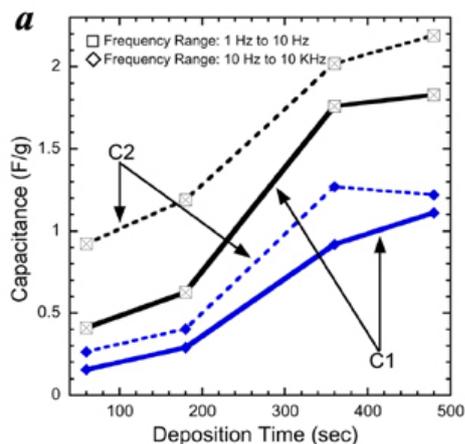
О.Алексеева

1. [ПерсТ 16, вып. 5, с. 5 \(2009\).](#)
2. [ПерсТ 16, вып. 7, с. 5 \(2009\).](#)
3. [J.Liu et al. Nanotechnology 22, 195101 \(2011\).](#)

Графенизированные углеродные нанотрубки для электрохимического конденсатора

Перспективы использования углеродных наноструктур в качестве электродов открывают возможность разработки суперконденсаторов с повышенной удельной электрической емкостью, что, в свою очередь, создает перспективы развития экологически чистой энергетики и транспорта. Для этих целей применимы, в частности, такие углеродные наноматериалы, как нанотрубки (УНТ) и графен. При оптимизации электрохимических систем на основе подобных материалов возникает дилемма, связанная, с одной стороны, с желанием повысить плот-

ность материала электрода, а, с другой стороны, с необходимостью обеспечить свободный доступ ионов, находящихся в электролите, к поверхности электрода. Поскольку материал электрода, изготовленный на основе углеродного наноматериала, является весьма рыхлой пористой структурой, указанные два требования противоречат друг другу, так что, например, доступная ионному току удельная поверхность плотного массива УНТ оказывается много меньше величины, характеризующей индивидуальную нанотрубку.



a - Результаты измерений удельной емкости двойного слоя (C1), удельной pseudоемкости конденсатора (C2); *b* - результаты измерений сопротивления перезарядки при различных частотах в зависимости от времени синтеза образца.

С целью увеличения удельной поверхности массива УНТ сотрудники Duke Univ. и Center for Materials & Electronic Technologies (North Carolina, США) [1] предложили использовать интегрированную структуру, представляющую собой массив вертикально ориентированных УНТ с прикрепленными листочками графена. Для получения такой структуры применяли метод химического осаждения паров в плазме СВЧ-разряда (915 МГц) (PECVD). Кремниевую пластину с напыленным каталитическим слоем железа (50 нм) нагревали при 1050°C в потоке NH₃ (150 см³/мин), после чего в течение 180 с обрабатывали в плазме магнетрона мощностью 2.1 кВт при давлении 21 Торр. Синтез УНТ проводили в течение 60-480 с в потоке CH₄ (150 см³/мин) и NH₃ (150

Перст, 2011, том 18, выпуск 21

см³/мин). В этих условиях от подложки отрастает массив вертикально ориентированных УНТ, на боковой поверхности которых различимы графеновые лепестки. Плотность этих лепестков возрастает по мере увеличения времени синтеза.

Удельную электрическую емкость синтезированных образцов измеряли стандартным методом электрохимической импедансной спектроскопии в диапазоне частот электрического поля от 0.1 Гц до 100 кГц. В качестве электролита использовали биологический раствор. Результаты измерений удельной емкости (а) и сопротивления (b) образцов, полученные при различных частотах электрического поля и временах синтеза, показаны на рисунке. Как видно, наблюдается многократное возрастание удельной емкости образцов по мере увеличения длительности синтеза. Поскольку плотность графеновых лепестков пропорциональна длительности синтеза, это наблюдение свидетельствует о влиянии лепестков на удельную емкость материала. Подобное влияние обусловлено высокой удельной поверхностью графена, которая сочетается с хорошей электропроводностью. В этом случае массив ориентированных УНТ играет роль каркаса, на котором размещаются графеновые листы.

А.В.Елецкий

I. B.R.Stoner et al., Appl. Phys. Lett. 99, 183104 (2011).

КОНФЕРЕНЦИИ

Научная сессия ОФН РАН 23 ноября 2011 г.

(14-00, Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН, Ленинский просп., 53, конференц-зал)

Программа

1. Д.ф.-м.н. **А.А. Ионин** (ФИАН) - "Мощные инфракрасные и ультрафиолетовые лазерные системы и их применения"
2. Д.ф.-м.н. **М.Ю. Романовский** (ИОФ РАН) - "Ускорение запрещенных захватов орбитальных электронов ядрами под действием лазерного излучения"
3. Д.ф.-м.н. **А.А. Петрукович** (ИКИ РАН) - "Магнитосфера Земли как плазменная лаборатория"
4. Д.ф.-м.н. **Л.Н. Щур** (ИТФ РАН) - "Вычислительная физика и проверка теоретических предсказаний"

Web: <http://www.gpad.ac.ru/>

Научная сессия ОФН РАН 30 ноября 2011г.

(11-00, Физический институт им. П.Н.Лебедева РАН, Ленинский просп., 53, конференц-зал)

Программа

1. Д.ф.-м.н. **Е.Л. Ивченко** (ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН) - "Спиновая физика в полупроводниковых наносистемах"

2. Д.ф.-м.н. **Л.Е. Голуб**
(ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН) - "Спиновый транспорт в гетероструктурах"
 3. Д.ф.-м.н. **А.А. Левченко**
(ИФТТ РАН) - "Капиллярная турбулентность на поверхности квантовой жидкости"
 4. Д.ф.-м.н. **С.А. Бабин**
(ИАиЭ СО РАН) - "Новые режимы генерации в волоконных лазерах"
 5. Д.ф.-м.н. **В.Г. Курт**
(АКЦ ФИАН) - "Движение Солнца в межзвездной среде"
 6. Д.ф.-м.н. **В.Н. Лукаш**
(АКЦ ФИАН) - "Образование космологических потоков материи в общей теории относительности"
- Web: <http://www.gpad.ac.ru/>

Семинар по физике конденсированного состояния 16 ноября 2011 г.

(17.00, многофункциональный зал библиотеки физического факультета МГУ, 5 этаж)

Евгениус Левович Ивченко (Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН) "Спиновая динамика электронов в наноструктурах"

Пропуск на физический факультет слушателей семинара будет осуществляться по предъявлению паспорта. Предварительная запись на семинар на сайте <http://nano.msu.ru/education/seminars> (до 15:00 дня семинара).

Для расширения возможностей участия в семинаре предполагается обеспечить прямую он-лайн трансляцию заседаний через сайт <http://nano.msu.ru/video.php>

Дополнительная информация:

тел. +7(495)939-1151

E-mail: khokhlov@mig.phys.msu.ru

International Symposium on Photonics and Optoelectronics, 21- 23 May 2012, Shanghai, China

Themes and Topics

Laser Technology and Applications
Image Processing
Optical Communications
Optoelectronic Devices and Integration
Medical and Biological Applications

Important dates:

Paper submission: **Nov. 28, 2011**

Acceptance notification: **Dec. 12, 2011**

E-mail: sopo@scirp.org

Web: www.sopoconf.org/2012/

Экспресс-бюллетень ПерсТ издается совместной информационной группой ИФТТ РАН и РНЦ «Курчатовский институт»

Ответственный редактор: И.Чугуева, e-mail: irina@issp.ras.ru

Научные редакторы К.Кугель, Ю.Метлин

В подготовке выпуска принимали участие: О.Алексеева, В.Вьюрков, А.Елецкий, М.Маслов, Л.Опенев,

Компьютерный ввод, макет: И.Фурлетова

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