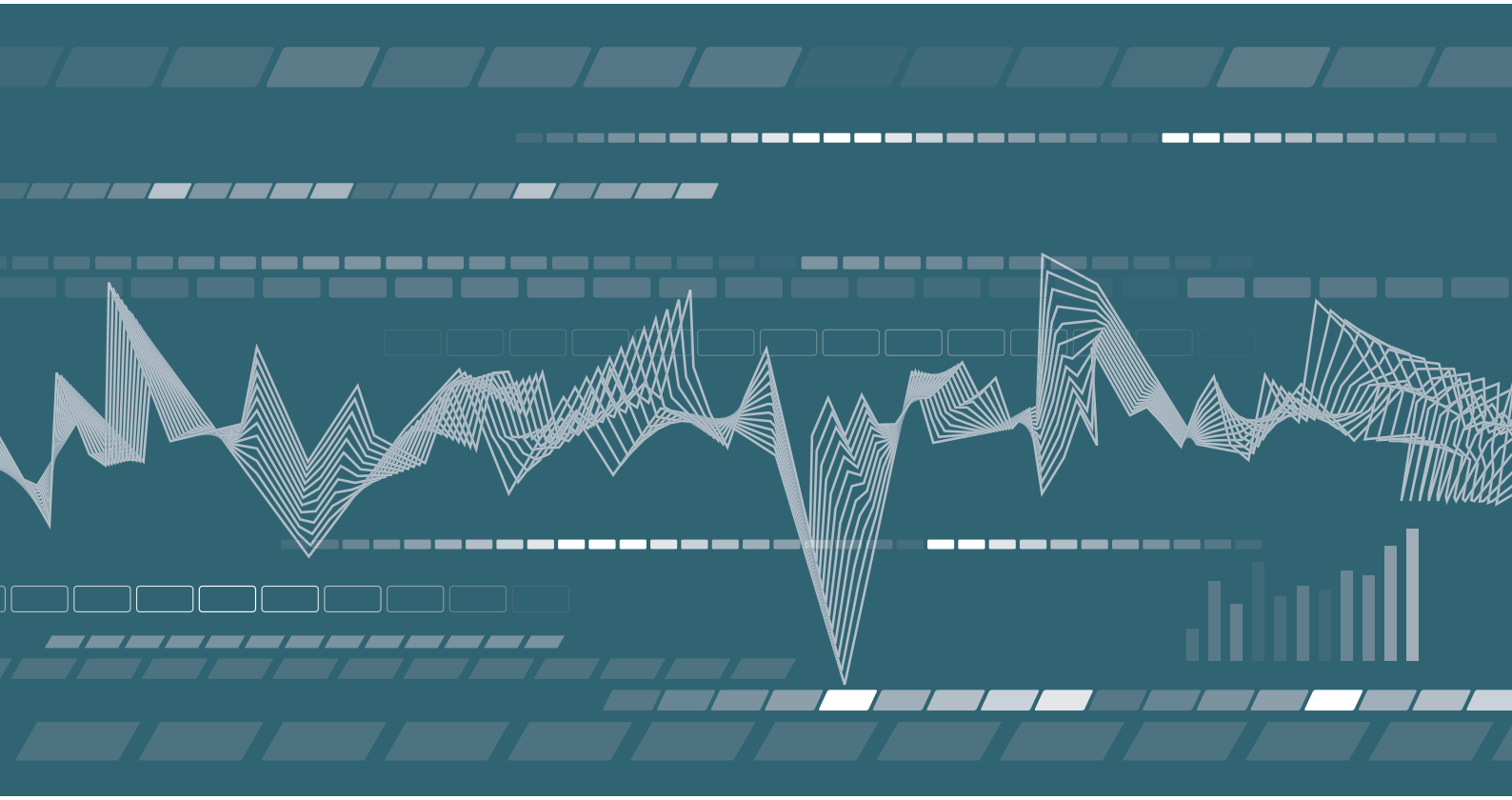
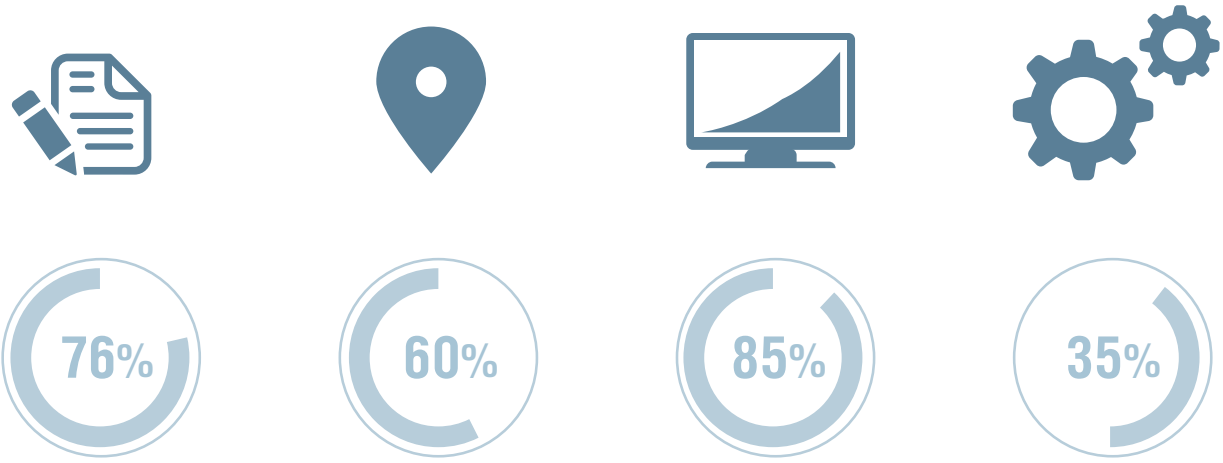
Выпуск 32 от 10 ноября 2016 г.

ЭКСПРЕСС-ИНФОРМАЦИЯ
ПО ЗАРУБЕЖНОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКЕ





ISSN 2500-3844

СЕГОДНЯ В ВЫПУСКЕ

2
Компетентное мнение

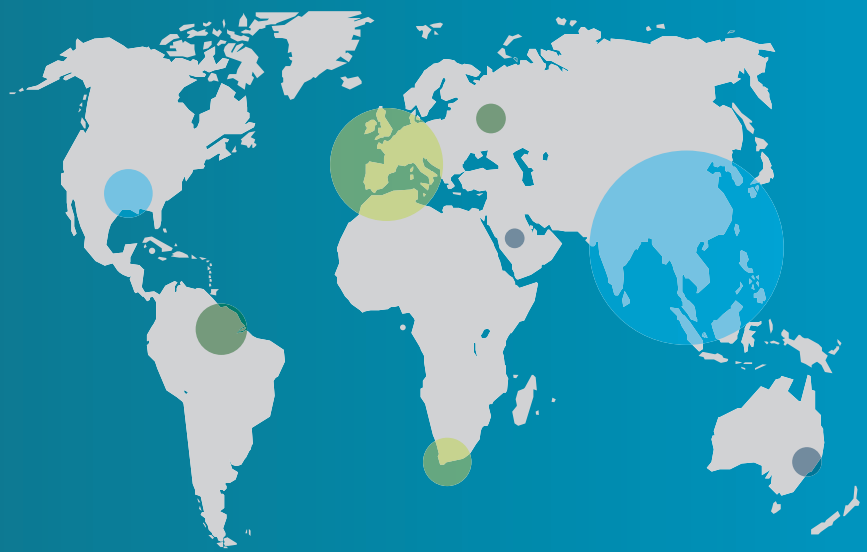
4
Одноэлектронный прибор на основе ДНК

7
Крылья цикады как неотражающая поверхность

9
Новая методика улучшения углеродных сверхрешеток для квантовых электронных приборов

12
Китай развивает культуру стартапов, несмотря на замедление экономического развития

17
SMIC начал строительство нового завода по обработке 300-мм пластин, а Samsung – выпуск 10-нм FinFET ИС



19
Однонанометровый транзистор от Министерства энергетики США

21
Новый транзистор с ультранизким энергопотреблением и длительным сроком работы без батарей

23
Глоссарий

Издатель
АО «ЦНИИ «Электроника»

Главный редактор
Алена Фомина, д.э.н., проф.

Заместитель главного редактора
Виктория Французова

Научный референт
Валерий Мартынов, д.т.н., проф.

Авторы материалов
Михаил Макушин,
Анастасия Хомчик (с. 5–6)

Над выпуском работали
Григорий Арифулин,
Людмила Железнова,
Анастасия Никитина,
Юлия Разгуляева

Реклама
Александр Шестаков
shestakov_a@instel.ru
+7 (495) 940-65-24

Адрес редакции
127299, г. Москва,
ул. Космонавта Волкова, д. 12
+7 (495) 940-65-24
www.instel.ru
publish@instel.ru

Издание зарегистрировано в Федеральной службе по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия (свидетельство ПИ № 77–13626 от 20 сентября 2002 г.).

КОМПЕТЕНТНОЕ МНЕНИЕ

Среди множества достижений в области науки и технологий, плодами которых мы пользуемся на сегодняшний день, можно выделить несколько, способных в перспективе сформировать отдельную крупную модель ведения научно-производственной и проектной деятельности. В первую очередь это прогресс в области телекоммуникационных технологий, который позволил объединить миллиарды людей в единую информационную систему. Вторая тенденция – это распространение профессионального образования и в том числе международных языков. Также стоит отметить рост доли добавленной стоимости, создаваемой за счет интеллектуального труда. Как следствие, появилась возможность консолидации огромного человеческого ресурса и опыта для проведения как масштабных исследований и разработок, требующих участия десятков тысяч специалистов из разных областей знаний, так и решения специфических вопросов с привлечением экспертов, обладающих уникальным опытом.

Формы подобного взаимодействия могут быть различными. Одной из наиболее новаторских и многообещающих с точки зрения спектра решаемых проблем является краудсорсинг. Однако для организации высокоэффективных кооперационных сетей недостаточно обладать одними лишь базовыми технологиями – необходимо создать широкий инструментарий для обеспечения быстрого и удобного обмена информацией между участниками, а также сформировать управленческую модель, позволяющую минимизировать негативные эффекты, связанные со спецификой удаленной работы.

Интерес к развитию систем управления кадровым ресурсом, не связанным рамками единой формальной организации, заметен на уровне ведущих мировых технологических лидеров. В своем выступлении на международном форуме Innovation and Emerging Industries Development, проходившем с 1 по 3 ноября в г. Шанхае (КНР), министр науки и технологий Китая Вань Ган определил краудсорсинг как один из ключевых инструментов развития национальной науки. В применении современных телекоммуникационных технологий и передового управленческого опыта руководство Китая видит возможность существенного повышения эффективности использования имеющихся в достатке человеческих ресурсов. Поддержка и развитие общественных инициатив в области инноваций и предпринимательства, по мнению министра, является ключевой составляющей, необходимой для реализации стратегии «двойного удара» – гармоничного и быстрого развития реального сектора экономики и фундаментальной научной основы.

Россия, в свою очередь, обладает существенным количеством разрозненных научных центров, расположенных в разных частях ее обширной территории, а также имеет возможность установления контактов с большим числом русскоговорящих специалистов, проживающих и работающих за рубежом. Развитие собственных краудсорсинговых структур и механизмов может стать новым драйвером роста отечественной научной школы и интеграции ее в международную научную среду.

Дмитрий Корначев,
начальник отдела сопровождения
целевых программ развития
ЦНИИ «Электроника»

УСЛУГИ ЦНИИ «ЭЛЕКТРОНИКА»

СОПРОВОЖДЕНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ ОТРАСЛЬЮ

СТРАТЕГИЧЕСКИЙ И БИЗНЕС-КОНСАЛТИНГ

УСЛУГИ В ОБЛАСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

ФИНАНСОВЫЙ КОНСАЛТИНГ

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ТАЙНЫ И ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

КОММУНИКАЦИОННЫЙ КОНСАЛТИНГ

ИЗДАТЕЛЬСКИЕ УСЛУГИ

Реклама

Тел. +7 (495) 940-65-00 E-mail: instel@instel.ru www.instel.ru

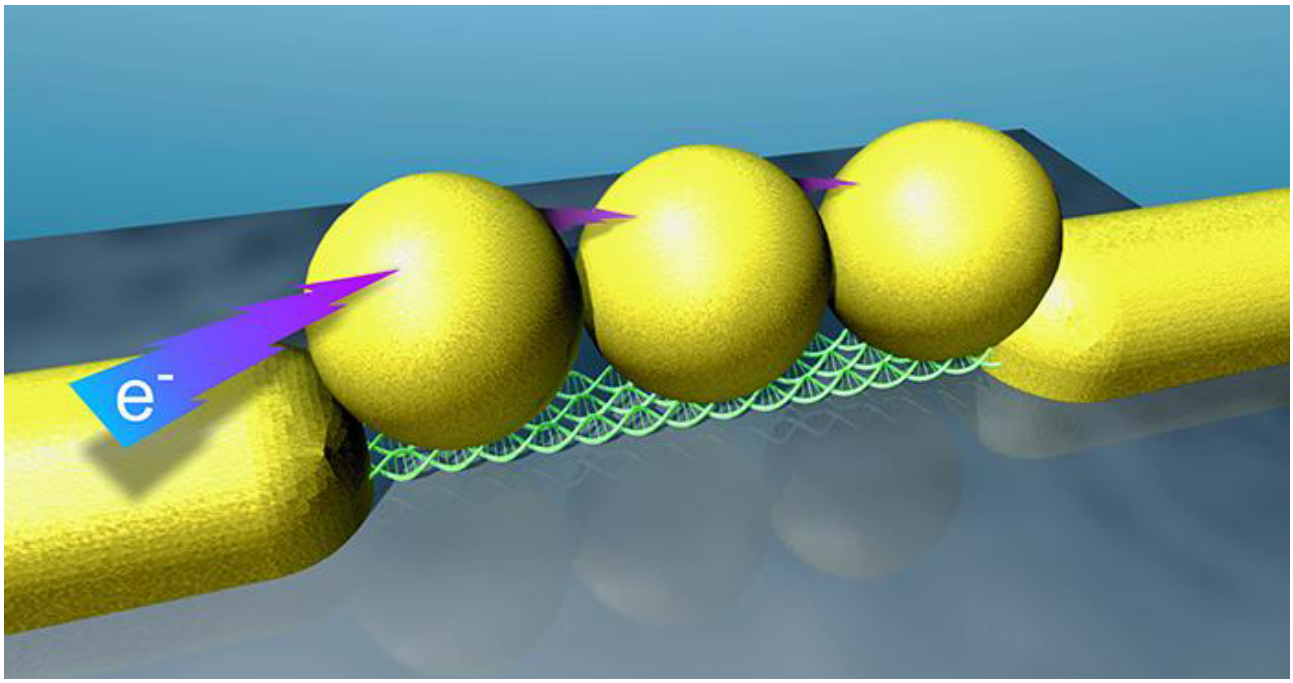
Одноэлектронный прибор на основе ДНК

Ключевые слова: ДНК, одноэлектронный прибор, самосборка, нанотехнологии.

Природные структуры, сформировавшиеся в рамках длительной эволюции (насчитывающей миллионы лет), – привлекательный образец для разработки перспективных электронных приборов. Одна из таких структур – молекула ДНК, обладающая уникальными свойствами самосборки.

Исследователи Центра нанонауки (NSC) Университета Йювяскюля (Финляндия) и подразделения BioMediTech (BMT) Университета Тампере (Финляндия) продемонстрировали методику изготовления электронных приборов на основе ДНК. Сама по себе ДНК не обладает электрическими свойствами и служит лишь основой для формирования линейной наноструктуры, напоминающей ожерелье и включающей три наночастицы золота (рисунок). Исследование финансировалось Академией Финляндии[1].

При производстве одноэлектронных приборов размером в несколько десятков нанометров вот уже более 20 лет применяются стандартные технологические процессы микро- и наноэлектроники.



Источник: University of Jyväskylä

Сама по себе ДНК не обладает электрическими свойствами, но при добавлении наночастиц золота может служить основой формирования проводящей линейной структуры

В ЦЕНТРЕ ВНИМАНИЯ

BioMediTech (Финляндия)
Образован в 2006 г.

Совместное предприятие Технологического университета Тампере (TUT) и Университета Тампере (UTA).

Обладает значительной базой междисциплинарных знаний в области наук о жизни[2] и медицинских технологий. Более 250 ученых проводят исследования и осуществляют обучение студентов по таким дисциплинам, как клеточная и молекулярная биология, генетика, биоматериалы, биосенсоры, вычислительные системы, биотехнологии, биомедицинская инженерия и регенеративная медицина.

Институт стремится к интеграции и укреплению своих традиций, главная из которых – высокое качество фундаментальных исследований и методик преподавания в сфере наук о жизни, а также работает над созданием новых платформ для открытий и инноваций.

Передовой исследовательский опыт

BioMediTech проводит фундаментальные и трансляционные исследования мирового уровня в области биомедицины и медицинских технологий. Его научная деятельность охватывает самые разнообразные направления, включая биоматериалы, стволовые клетки, изучение рака, иммунологию, биосенсоры, вычислительные методы и технологии визуализации. Ключевая цель – развитие персонализированной медицины за счет применения новых методов диагностики и лечения. В течение последних 10 лет результатам исследований BioMediTech было посвящено около 1500 публикаций в международных рецензируемых журналах.

Содействие инновациям

BioMediTech содействует развитию инновационного процесса и коммерциализации результатов научных исследований посредством активной патентной политики. С этой целью он проводит для своих ученых экспертную оценку инновационного потенциала их открытий и стимулирует выделение тематических исследовательских групп в самостоятельные фирмы (отпочковывание) с целью коммерциализации их разработок[3]. За последние 10 лет было получено около 100 патентов и выделено 10 коммерческих фирм.

Уникальная образовательная среда

BioMediTech одним из первых в Финляндии создал уникальную образовательную среду путем объединения опыта UTA в области бионаук и технологических традиций TUT в единую программу. Главная ее цель – подготовка высокоуровневых специалистов, обладающих междисциплинарной подготовкой в области естественных наук, как для научных кругов, так и для промышленности.

В ЦЕНТРЕ ВНИМАНИЯ

Центр нанонауки (NSC) Университета Йювяскюля (Финляндия)

Образован 20 ноября 2014 г.

Междисциплинарный научный центр, в состав которого входят кафедры физики, химии, биологических и экологических наук. Благодаря исследовательскому корпусу этих трех кафедр NSC является одним из самых передовых подразделений Университета Йювяскюля.

Использование междисциплинарного подхода позволяет проводить исследования в диапазоне от фундаментально-теоретических НИОКР до коммерциализации полученных результатов. В Центре работают 15 профессоров и около 150 научных сотрудников – биологов, химиков и физиков, занятых как передовыми научными открытиями, так и прикладными разработками.

Исследования сосредоточены в области молекулярных наносистем, где междисциплинарный подход обеспечивает появление новых инновационных решений.

Главным недостатком одноэлектронных структур является потребность в крайне низких (криогенных) температурах, без которых они не могут работать. Как правило, температура эксплуатации подобных устройств увеличивается пропорционально уменьшению размеров компонентов. Финские ученые определили целью своей работы создание одноэлектронных устройств, работающих при комнатной температуре. Такая постановка вопроса требует пересмотра обычных нанопроизводственных методов.

Специалисты NSC обладают большим опытом изготовления металлических наночастиц, которые позволяют устройствам, произведенным на их основе, работать при температурах, близких к комнатной. Имеется также и обеспечивающий арсенал наноинструментальных средств.

Наночастицы после изготовления находятся в водном растворе. Необходимо организовать их в структуры требуемой конфигурации и связать со вспомогательной схемой. Такую возможность дает использование принципа самосборки при участии ДНК, а также способности молекулы ДНК присоединять к себе наночастицы. В рамках новой технологии золотые наночастицы прикрепляются непосредственно в водном растворе к заранее определенным участкам ДНК. Весь процесс основан на самосборке ДНК и характеризуется большим разнообразием формируемых структур. Готовые структуры затем удерживаются ловушками для исследования их свойств с помощью электрических полей.

Проведенные финскими исследователями измерения электрических параметров впервые показали, что масштабируемые методы производства, основанные на самосборке ДНК, могут быть эффективно использованы для изготовления одноэлектронных устройств, работающих при комнатной температуре.

Researchers develop DNA-based single-electron electronic devices. Solid State Technology. The Pulse, October 13, 2016: http://electroiq.com/blog/2016/10/researchers-develop-dna-based-single-electron-electronic-devices/

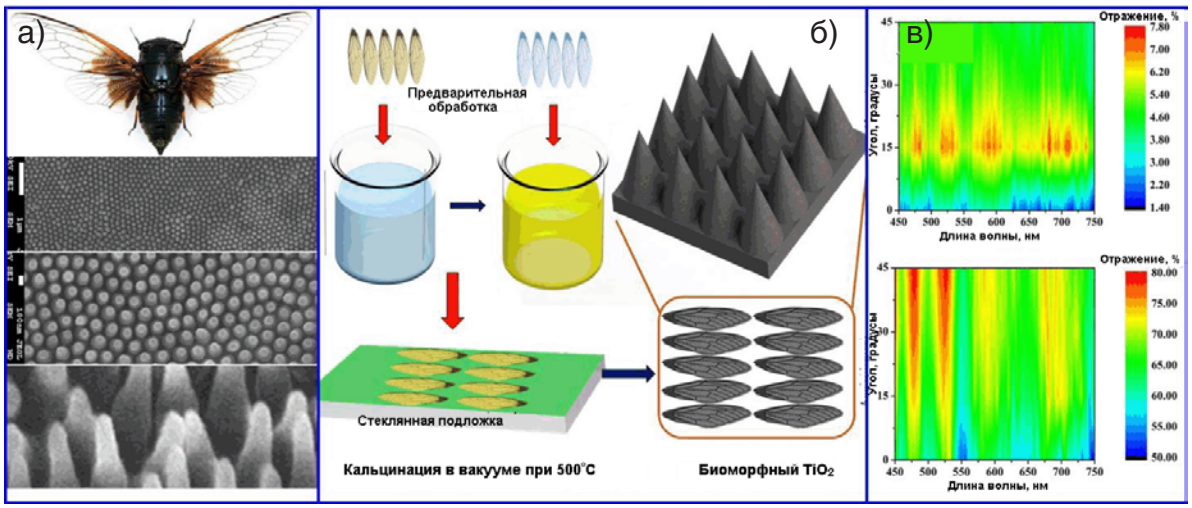
Крылья цикады как неотражающая поверхность

Ключевые слова: световое излучение, наноразмерные структуры, отражающая способность.

Технологии уменьшения видимости объекта как в видимом, так и в радиолокационном диапазонах разрабатываются достаточно давно. Однако в последнее время часть разработчиков переключилась с создания искусственных систем и структур (технология «стелс»[4] и т.п.) на изучение природных аналогов, сформировавшихся в процессе длительной эволюции.

Исследователи из Шанхайского университета транспортных коммуникаций (Shanghai Jiao Tong University) при разработке неотражающих структур приняли за образец крылья цикады. За основу был взят перспективный полупроводниковый материал – диоксид титана (TiO_2). Созданные исследователями структуры могут подавлять видимое световое излучение в диапазоне 450–750 нм при различных углах падения света.

Крылья цикады были выбраны из-за того, что их поверхность состоит из высокоупорядоченных массивов наноразмерных конусообразных структур (рисунок). Низкую отражающую способность созданных учеными биоморфных структур TiO_2, можно отнести на счет оптимального градиентного профиля показателя преломления между воздухом и TiO_2, обеспечиваемого противоотражающими структурами на поверхности. Небольшие промежутки между упорядоченными наноструктурами могут рассматриваться как световоды, позволяющие лучам света, падающим на поверхность, проникнуть вглубь. Возникающие при этом множественные эффекты отражения и рассеяния препятствуют возврату луча в атмосферу.



Источник: Shanghai Jiao Tong University

Рисунок: а – детальные изображения поверхности крыла черной ночной цикады (Cryptympana atrata Fabricius), полученные при помощи фотосъемки и растрового электронного микроскопа; б – процесс синтеза биоморфного TiO_2 с упорядоченными массивами конусообразных наноструктур; в – противоотражающие свойства биоморфного TiO_2 и TiO_2 без подложки в зависимости от угла падения светового излучения

В ЦЕНТРЕ ВНИМАНИЯ

Shanghai Jiao Tong University (КНР)

Шанхайский университет транспортных коммуникаций (Цзяотун) основан в 1896 г.

Это один из старейших и наиболее влиятельных университетов Китая, обладающий солидным преподавательским составом – более 1400 профессоров, в том числе 18 членов Китайской академии наук и 22 члена Китайской инженерной академии. Научными консультантами университета являются более 100 известных ученых, включая троих Нобелевских лауреатов.

В университете обучается 38000 человек, из них более 5000 – иностранцы. Студенты размещаются в шести кампусах в черте города, главный из которых расположен в Сюйхуэй (там были построены первые здания этого учебного заведения).

На данный момент число выпускников превысило 100 тыс. человек. Среди них – Цзян Цзэминь, бывший Председатель КНР, а также более 200 членов Китайской академии наук и Китайской инженерной академии.

Шанхайский университет транспортных коммуникаций занимает 153-е место в рейтинге лучших университетов мира по версии компании Quacquarelli Symonds и издания Times Higher Education (THE-QS World University Rankings) и 4-е место в национальном рейтинге университетов по версии Китайской академии менеджмента (Chinese Academy of Management Science).

Для высокоточного изготовления биоморфного TiO_2 с субволновой противоотражающей структурой поверхности был использован простой и дешевый метод «золь-гель» (влажный химический синтез). В результате был получен чистый анатаз (одна из минеральных форм TiO_2) с уникальными свойствами поверхности, что обеспечивает оптимальный профиль показателя преломления и, в конечном итоге, противоотражающие свойства в диапазоне видимого излучения в зависимости от угла падения.

С прикладной точки зрения полученные биоморфные структуры TiO_2 обладают значительным потенциалом использования в фотоэлектрических устройствах – в первую очередь в солнечных батареях. Ученые полагают, что результаты их исследований вдохновят других разработчиков на создавание новых типов противоотражающих поверхностей для различного применения.

Противоотражающие структуры сохраняли свою морфологию и высокие эксплуатационные характеристики даже после кальцинирования (обжига) при температуре 500°C. Это качество позволит покрытиям выдерживать жесткие условия окружающей среды в течение длительного времени.

В будущем китайские исследователи планируют добиться снижения оптических потерь в элементах солнечных батарей за счет применения материалов с более высоким коэффициентом преломления, таких как пятиокись тантала (Ta_2O_5) и т.п.

Cicada wings inspire antireflective surfaces. Solid State Technology. The Pulse, October 12, 2016: http://electroiq.com/blog/2016/10/cicada-wings-inspire-antireflective-surfaces/

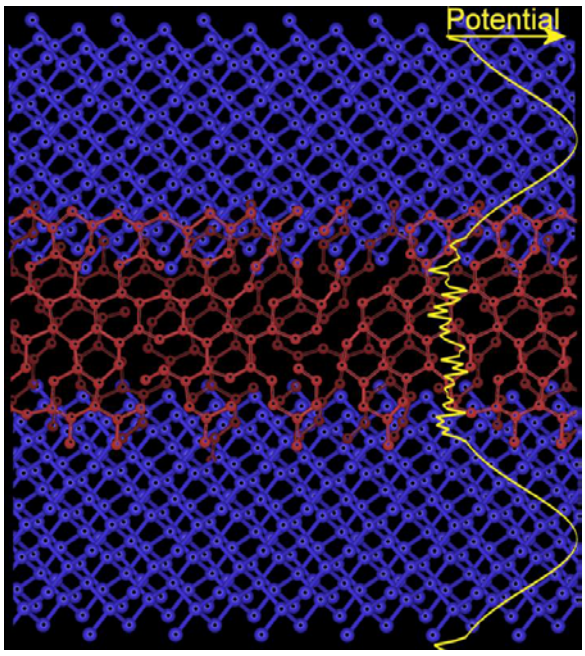
Новая методика улучшения углеродных сверхрешеток для квантовых электронных приборов

Ключевые слова: углеродная сверхрешетка, квантовая механика, наночастицы, электроны, волновые эффекты.

Одними из наиболее перспективных сегодня являются разработки в области квантовых электронных приборов. Предполагается, что квантовые структуры способны будут заменить традиционные полупроводниковые и электронные приборы благодаря увеличенному диапазону настроек и широкому спектру применения.

Исследователи Лаборатории физики наноразмерного переноса Университета Витватерсранда (г. Йоханнесбург, ЮАР) разработали методику улучшения углеродных сверхрешеток для использования в квантовых электронных приборах.

Сверхрешетки состоят из очень тонких, толщиной всего несколько нанометров, чередующихся слоев полупроводниковых материалов. Из-за того, что слои настолько тонкие, физика этих устройств регулируется законами



Источник: University of the Witwatersrand

Схематичная атомарная диаграмма квантовой ямы, сформированной из слоев аморфного углерода с изолирующими свойствами и свойствами, близкими к металлическим

квантовой механики, в рамках которой электроны ведут себя как волны. Смена парадигмы от использования обычных электронных приборов к приборам, в основе принципа действия которых лежат квантовые свойства сверхрешеток, послужит толчком для развития новых технологий.

Атомы, изображенные на рисунке синим цветом, соответствуют аморфному углероду с высокой долей содержания алмазоподобного углерода. Красным цветом отмечены атомы аморфного углерода графитоподобного типа. Алмазоподобные области являются изолирующими, в то время как у графитоподобных областей сильнее выражены металлические свойства. Образуется квантовая яма, когда электроны «заперты» в пределах графитоподобных областей из-за относительно высокого потенциала в алмазоподобных областях. Сверхрешетки состоят из последовательностей квантовых ям.

Работы над наноэлектронными приборами на основе углерода ведутся в Витватерсрандском университете уже более 10 лет. Исследователи считают, что углерод придет на смену кремнию и многим другим полупроводниковым материалам.

Физика углеродных сверхрешеток более сложна, чем физика кристаллических сверхрешеток (например, GaAs), так как углерод является аморфным материалом и его атомы склонны к формированию цепочек и сетей. Южноафриканские ученые в сотрудничестве с исследователями Суррейского университета (Великобритания) разработали детализированный теоретический подход к пониманию экспериментальных данных, полученных при тестировании углеродных приборов. Статья по данной тематике была опубликована в журнале Scientific Reports (издательская компания Nature Publishing Group) 19 октября 2016 г.

Проделанная работа позволила понять фундаментальные квантовые свойства углеродных наноструктур, которые теперь можно использовать для проектирования квантовых структур под конкретные задачи. Полученные данные дают импульс дальнейшим исследованиям в области высокочастотных электронных и оптоэлектронных свойств углеродных сверхрешеток. По сути, создана одна из первых теоретических моделей, способная объяснить фундаментальные свойства электронного переноса в неупорядоченных углеродных сверхрешетках.

Южноафриканские ученые занимались изучением возможного применения углерода в полупроводниковой промышленности около 10 лет. Совместные работы со специалистами Суррейского университета начались в 2004–2006 гг., когда англичане разработали экспериментальную методику и продемонстрировали отрицательное дифференциальное сопротивление и хорошие высокочастотные свойства квантового прибора, изготовленного из слоев аморфного углерода. Отчет об этих работах был опубликован в журнале Nature Materials в 2006 г.

Один из авторов публикации в Scientific Reports, аспирант Р. Макинтош, занимался измерениями электрических свойств приборов на углеродных сверхрешетках в тесном сотрудничестве с профессором М. В. Катковым. По результатам их работ была расширена теоретическая база и разработана методика расчета электронно-транспортных свойств этих приборов.

Какое значение имеют работы в области высокочастотных устройств на основе углеродных соединений и собственно углерода? Во-первых, фундаментальные исследования могут дать импульс исследованиям по смежным и пересекающимся тематикам. Во-вторых, их результаты могут найти прикладное применение в производстве электронных и оптоэлектронных приборов. Действительно, в настоящее время сверхрешетки используются в качестве высокочастот-

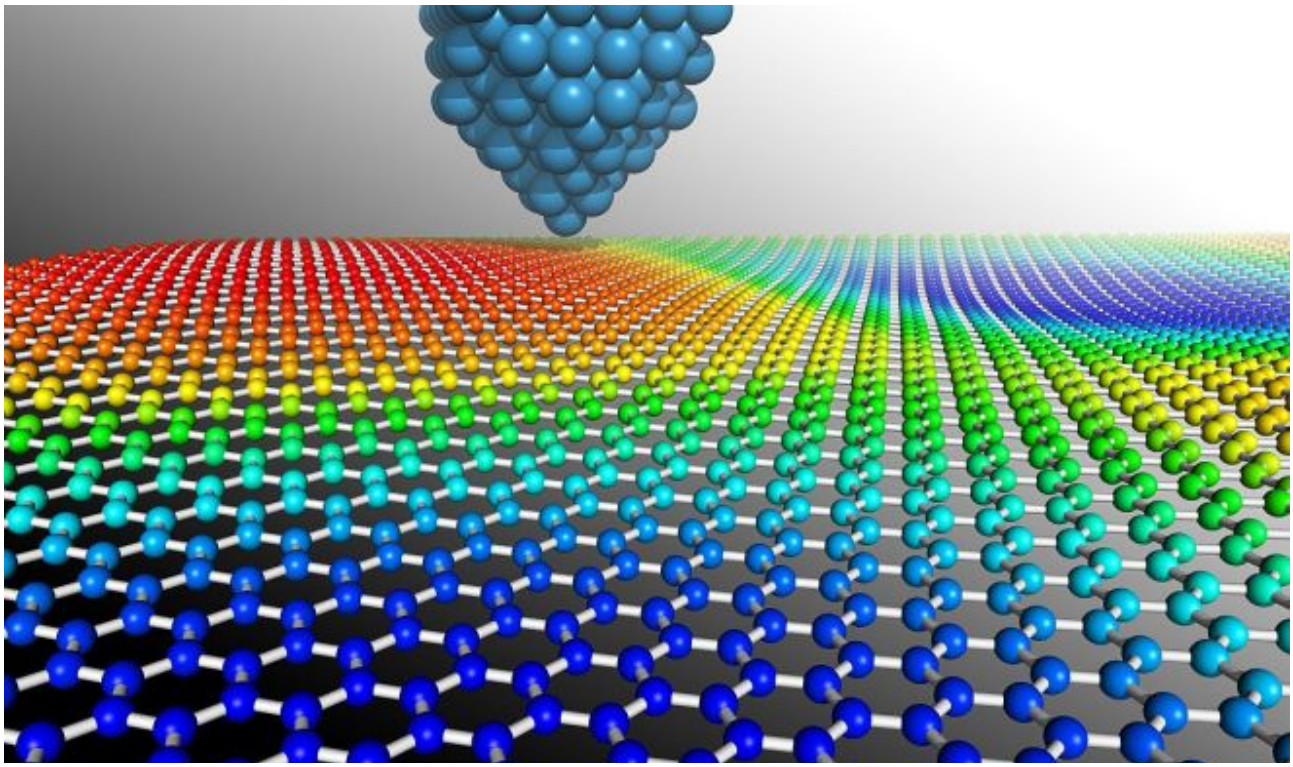
ных генераторов и усилителей, а также датчиков и излучателей в терагерцовом диапазоне. В то время как высокочастотные электрические и оптоэлектронные свойства стандартных полупроводников ограничены легирующими примесями, добавляемыми для модификации их электронных характеристик, свойства сверхрешеток могут настраиваться в гораздо более широких пределах. Это позволит создать приборы, работающие в диапазонах, недоступных современным устройствам.

Приборы на основе электронных сверхрешеток способны работать на более высоких частотах, а оптоэлектронные приборы на той же основе – на более низких частотах, чем их стандартные аналоги. Отсутствие терагерцовых излучателей и датчиков привело к существенному дефициту приборов, работающих в этой области электромагнитного спектра (так называемый «терагерцовый разрыв»), что значительно сужало актуальную область исследований, так как многие биологические молекулы активны именно в терагерцовом диапазоне. Данный фактор также ограничивает развитие терагерцовой радиоастрономии.

Устройства на основе аморфного углерода обладают высокой прочностью и способны работать при высоких значениях напряжения. Кроме того, они могут быть созданы в большинстве научно-исследовательских лабораторий мира без использования сложных нанопроизводственных мощностей. Возможные области применения новых углеродных приборов – биология, космические технологии, объекты научной инфраструктуры, такие как радиотелескоп Square Kilometre Array (SKA) в Южной Африке, и новые СВЧ-датчики.

Как считают разработчики, главное их достижение – создание модели, которая может помочь улучшить характеристики новых вариантов устройства.

Scientists find technique to improve carbon superlattices for quantum electronic devices. Solid State Technology. The Pulse, October 21, 2016: http://electroiq.com/blog/2016/10/scientists-find-technique-to-improve-carbon-superlattices-for-quantum-electronic-devices/



Квантовая супер-решетка на основе углеродных нанотрубок

Китай развивает культуру стартапов, несмотря на замедление экономического развития

Ключевые слова: венчурный капитал, инвестиции, стартапы, капитализация, кластеры разработки и производства.

Замедление темпов экономического развития КНР не оказывает негативного влияния на бум в области создания стартапов, меняющий ландшафт производственного сектора страны. Частные компании и потребители заменяют зачастую неэффективные государственные предприятия в роли основных факторов развития экономики. Китайские предприниматели спешат заработать на данной тенденции – по числу вновь созданных предприятий КНР вышла на второе место после США.

Многочисленные стартапы, возникающие в Китае, являются детищем предпринимателей, появившихся в стране во время технологического бума, связанного с накоплением производственного опыта, который КНР постепенно набирала за годы существования в качестве «фабрики мира». Еще одним важным фактором является рост покупательной способности огромного внутреннего рынка.

Растущие ряды китайских технологических стартапов создают хороший потенциал для появления прибыльных инноваций.

ОТ ПРОИЗВОДСТВА К РАЗРАБОТКАМ

Базирующийся в Шэньчжене робототехнический стартап NXROBO продвигает на рынок бытового робота Big-i, предназначенного для помощи по дому и исполнения отдельных «дружеских» функций. Цилиндрическая машина с большим круглым «глазом» (его роль исполняет ЖК-дисплей) настраивается под потребности конкретной семьи. По команде «за мной» робот поворачивает «голову» к говорящему и следует за ним. Сейчас проводятся последние доработки перед выводом Big-i на рынок.

Оснащенный передовыми технологиями распознавания речи, камерой и функциями передвижения, Big-i умеет «узнавать» людей и общаться с ними. Он также способен удаленно управлять домашней бытовой техникой в соответствии с распоряжениями хозяев. Компания NXROBO уже начала принимать заказы на роботов по цене 799 долл. за штуку. Данный стартап был запущен

в августе 2015 г. на деньги, собранные с помощью краудфандинга[5], и сумел разработать товарный продукт всего за год. Создатели NXROBO подчеркивают, что в Шэньчжене, промышленном центре провинции Гуандун, происходят быстрые изменения. Одна неделя в этом оживленном городе стоит месяца в Кремниевой долине. Шэньчжень, долго бывший домом для кластеров производителей электронных компонентов и других высокотехнологичных фирм, сейчас трансформируется в центр разработки новой продукции для предпринимателей со всего мира. Их привлекает сюда крупнейшая в мире дистрибьюторская сеть, позволяющая, например, изготовителям смартфонов отыскать точки по продаже всех необходимых компонентов в пределах одного часа езды на машине. Предприниматели создают здесь прототипы новой продукции и превращают свои идеи в прибыльный бизнес.

Для поддержки предпринимателей существует ряд сервисных фирм. Одна из них – Seeed Studio – является мелкосерийным производителем печатных плат и специализируется на помощи стартапам, предлагая инструментальные средства разработки на базе открытого исходного кода. Компания берется изготавливать даже очень маленькие партии печатных плат на основании спецификаций, отправленных заказчиками через ее сайт. Простые печатные платы по 9,9 долл. за 10 штук будут готовы через 4–6 дней.

Впрочем, таких фирм не очень много, поэтому они сильно загружены заказами. При этом в число их контрагентов входят и зарубежные компании. Подобные сервисы помогают непрофессиональным разработчикам электроники создать бизнес на базе собственных идей.

РАСЦВЕТ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКОГО ДУХА

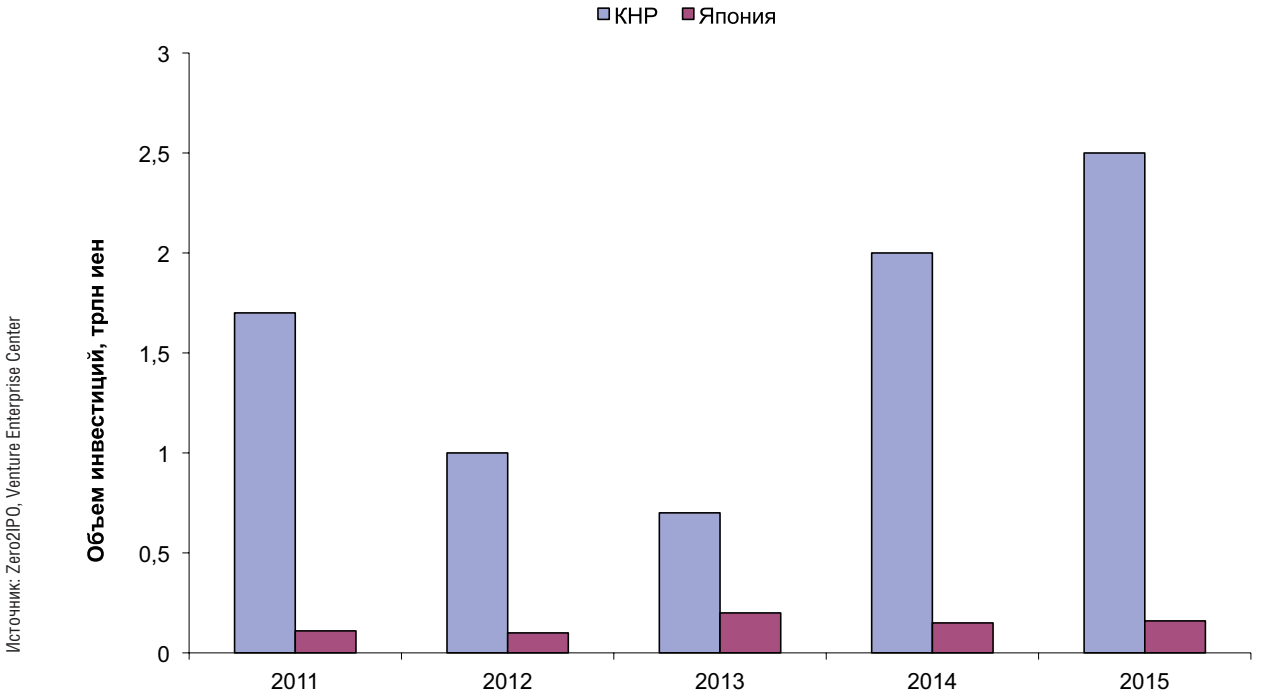
В то время как развитие экономики КНР замедляется, темпы развития стартапов в стране не выказывают никаких признаков торможения. Запуск все новых собственных компаний – растущая тенденция среди молодых предприимчивых китайцев, своеобразный способ борьбы с охватывающим китайское общество ощущением бесконечной стагнации.

В 2015 г. в Китае было зарегистрировано 4,43 млн новых фирм, что на 20% больше показателей 2014 г. Устойчивый рост числа стартапов поддерживается за счет инвестиций со всего мира. За первые 9 месяцев текущего года в новые предприятия КНР было инвестировано 193,8 млрд юаней (29 млрд долл.), что превышает рекордные показатели за весь 2015 г. Эта сумма сделала Китай вторым после США инвестором в стартапы, причем значительная доля инвестиций предоставляется венчурным капиталом.

Интересно сопоставить венчурные инвестиции в КНР и Японии (рисунок на с. 14). К сожалению, кросс-курсы доллар/иена/юань по календарным годам недоступны. Тем не менее диаграмма показывает значительно большую активность венчурного капитала в КНР. Одна из причин заключается в том, что экономика Японии находится в худшем состоянии.

Волна инноваций в области информационных технологий распространяется во многих крупных городах КНР, таких как Пекин и Шанхай. Иногда это приводит к неожиданным результатам. Так, пекинский стартап Zhiche Auto поставил перед собой амбициозную цель – разработать интеллектуальные электромобили, которые превзойдут продукцию корпорации Tesla Motors (США). Руководство компании намерено «оседлать» быстрорастущий китайский рынок электромобилей и заняться разработкой «подключенных» автомашин с выходом в Интернет вещей, которые в будущем станут «править бал» во всем мире.

Одним из основных отличий нового электромобиля Zhiche Auto является большой сенсорный экран, обеспечивающий взаимодействие машины



Сопоставление объемов инвестиций венчурного капитала в КНР и Японии за 2011–2015 гг. Объемы рассчитаны по среднему обменному курсу за 2015 г. Данные по КНР взяты за календарные годы, данные по Японии – за финансовые годы.

и водителя. Интеллектуальная система электромобиля «обучена» предлагать подходящие маршруты с учетом истории предыдущих поездок и автоматически выбирать рестораны, которые водитель часто посещает.

Фирма представила свой концепт-кар в марте текущего года. В 2017 г. предполагается начать продажи малых партий новых электромобилей, а освоение массового производства запланировано на 2018 г.

КИТАЙСКИЕ «ЕДИНОРОГИ»

В Китае также сформировалось «стадо единорогов» – не зарегистрированных на фондовых биржах стартапов стоимостью от 1 млрд долл. каждый. По данным исследовательской корпорации CB Insights, из 10 наиболее дорогих не зарегистрированных на биржах фирм 4 являются китайскими стартапами.

Один из таких «единорогов» – фирма Fanli, запустившая сайт с информацией об онлайн-распродажах. Более 100 основных китайских сайтов электронной торговли используют ресурс Fanli.com для привлечения посетителей. Это, в свою очередь, делает его привлекательным объектом капиталовложений – недавно инвестором компании Fanli стал один из гигантов электронной торговли, корпорация Rakuten (Япония). Стоит добавить, что за 2015 г. в КНР было совершено покупок с использованием линий поддержки Fanli.com на 20 млрд юаней, что делает компанию одной из крупнейших подобного типа.

В настоящее время доступ к Интернету имеют более 700 млн китайцев, при этом 60% из них пользуются услугами онлайн-шопинга. Руководство Fanli не удовлетворено нынешним числом клиентов (около 100 млн чел.) и намерено и дальше расширять круг услуг, чтобы привлечь новых заказчиков.

Еще один стартап – Beijing Bate Dance Network Technology, управляющий новост-

ным приложением Toutiao, вырос в крупнейшее средство массовой информации КНР – сейчас у него 63 млн активных пользователей, и это при том, что с момента создания прошло только 4 года. Приложение выбирает новостные статьи в соответствии с предпочтениями пользователей. Каждую неделю загружается около 740 тыс. новостных сообщений.

* * *

Опираясь на потенциал огромного потребительского рынка и рост объема венчурных инвестиций, КНР сейчас преследует цель не только и дальше оставаться «мировой фабрикой», но и вдохнуть в свою экономику больше энергии за счет таких факторов, как предпринимательство и инновации.

В рамках усилий по преодолению неблагоприятной конъюнктуры в национальной экономике правительство КНР играет ключевую роль в создании стартапов в выбранных стратегических областях, обеспечивая щедрую поддержку на различных уровнях. На фоне ослабления экономики многие из подобных предприятий неизбежно терпят банкротство. Тем не менее Китай по-прежнему демонстрирует изумительную способность создавать и поддерживать мощный импульс, стимулирующий предпринимательскую активность.

China's startup culture thriving despite slowing economy. Nikkei Asian Rewiev, October 11, 2016: http://asia.nikkei.com/Business/Trends/China-s-startup-culture-thriving-despite-slowing-economy

В ЦЕНТРЕ ВНИМАНИЯ

Tesla Motors (г. Пало-Альто, шт. Калифорния, США)

Компания, созданная в 2003 г., ориентирована на производство электромобилей. Названа в честь всемирно известного электротехника и физика Николы Теслы.

Оборот в 2015 г.: 4,04 млрд долл.
Операционная прибыль (убыток) за 2015 г.: –716 млн долл.
Чистая прибыль (убыток) за 2015 г.: –888 млн долл.
Стоимость активов по итогам 2015 г.: 8,09 млрд долл.
Число сотрудников в 2016 г.: 14000 чел.
Сайт: www.tesla.com

Официальная презентация электромобиля Tesla состоялась 19 июля 2006 г. Первые 100 единиц Tesla Roadster были сделаны в течение месяца. Цена одного автомобиля составила $ 100 000. Серийное производство началось в марте 2008 г. Объемы производства и продаж в 2015–2016 гг. представлены в таблице.

В отличие от большинства автопроизводителей, Tesla не продает автомобили через независимых дилеров. Как правило, салоны Tesla представляют собой лишь демонстрационные площадки, покупка осуществляется непосредственно через сайт Tesla. Это отчасти схоже с моделью продаж фирмы Apple. В большинстве штатов США прямые продажи автомобилей от производителей или через принадлежащих им дилеров ограничены или запрещены, так что Tesla неоднократно сталкивалась с су-

дебными исками по поводу нарушения этого ограничения. В некоторых штатах (Виргиния, Техас) компания проиграла дела, и продажи Tesla были запрещены.

В последние годы Tesla разворачивает сеть «Суперзарядок» (Supercharger) – станций зарядки электромобилей, предназначенных для того, чтобы на автомобилях Tesla можно было совершать длительные поездки, и использующих в основном энергию от солнечных батарей. Возможность подзаряжаться на станциях есть во всех новых машинах, но некоторые старые модели с батареей на 60 кВт·ч требуют покупки дополнительного модуля за $ 2500.

По состоянию на 2015 г. в США станциями быстрой зарядки покрыты основные транспортные коридоры, существует возможность добраться с одного побережья до другого, бесплатно заряжаясь только на станциях Tesla. Одновременно сеть «Суперзарядок» активно развивается в Европе и Азии: так, к концу 2015 г. ожидалось полное покрытие Западной Европы, Японии, а также восточного побережья Китая и Австралии.

В апреле 2016 г. в Подмосковье появилась первая в России станция Supercharger.

Таблица

Поставки электромобилей моделей Tesla S и X в 2015 и 2016 годах (шт.)

Квартал	Model S	Model X	Model 3	Всего продано	Ожидает доставки	Всего произведено
I кв. 2015 г.	10045	0	0	10045		11160
II кв. 2015 г.	11532	0	0	11532		12807
III кв. 2015 г.	11597	6	0	11603		13091
IV кв. 2015 г.	17272	206	0	17478		14307
I кв. 2016 г.	12420	2400	0	14820	2615	15510
II кв. 2016 г.	9764	4638	0	14402	5150	18345
III кв. 2016 г.	15800	8700	0	24500	5500	25185

В ЦЕНТРЕ ВНИМАНИЯ

Zhiche Auto (г. Пекин, КНР)

Создана в 2014 г. для разработки «интеллектуальных» автомобилей, управляемых с помощью технологий Интернета вещей. Предоставляет услуги по диагностике и обслуживанию электромобилей.

Сведений о финансовом состоянии в открытом доступе не имеется.

Долгосрочная цель – создать конкуренцию электромобилям Tesla Motors сначала на китайском, а потом и на мировом рынке.

Представленный в марте 2016 г. на Пекинском автосалоне концепт-кар Zhiche Auto позиционируется как кроссовер. Характеризуется наличием большого сенсорного экрана, обеспечивающего взаимодействие водителя и машины. Интеллектуальная система управления способна выполнять ряд задач управления машиной, в том числе прокладывать маршруты с учетом накопленных ранее данных.

Малые партии электромобилей Zhiche Auto появятся в продаже уже в 2017 г., серийное производство запланировано на 2018 г.

Фактор успеха: использование перспективных технологий и проведение собственных НИОКР, активный поиск партнеров, ориентация на технологии Интернета вещей.

Источник: Zhiche Avto

Концепт-кар Zhiche Auto, представленный в марте 2016 г. на Пекинском автосалоне

SMIC начал строительство нового завода по обработке 300-мм пластин, а Samsung – выпуск 10-нм FinFET ИС

Ключевые слова: кремниевый завод, производственные мощности, микроэлектроника, «система на кристалле».

Крупнейший китайский производитель микроэлектроники Semiconductor Manufacturing International Corporation (SMIC) приступил к сооружению нового производства по обработке кремниевых пластин диаметром 300 мм в Шанхае. Гостями на церемонии закладки стали представители правительства КНР, главы крупнейших микроэлектронных предприятий страны, а также инвестиционных фондов развития высоких технологий.

На данный момент SMIC имеет в своем распоряжении ряд заводов по обработке пластин диаметром 200 и 300 мм, расположенных в Пекине, Шанхае, Шэньчжэне, Тяньцзине, а также в Италии. За первое полугодие 2016 г. доход SMIC составил около 1,32 млрд долл. Следует отметить, что мощности SMIC полностью загружены 17-й квартал подряд. Согласно прогнозам, доходы SMIC в ближайшие 3 года будут ежегодно расти на 20% [1].

Одновременно корпорация Samsung (г. Сеул, Южная Корея) приступила к изготовлению «систем на кристалле» по техпроцессу 10-нм FinFET – впервые в полупроводниковой промышленности мира. Ранее, в январе 2015 г., Samsung успешно приступила к выпуску прикладных процессоров для смартфонов и планшетных ПК также с использованием процесса FinFET.

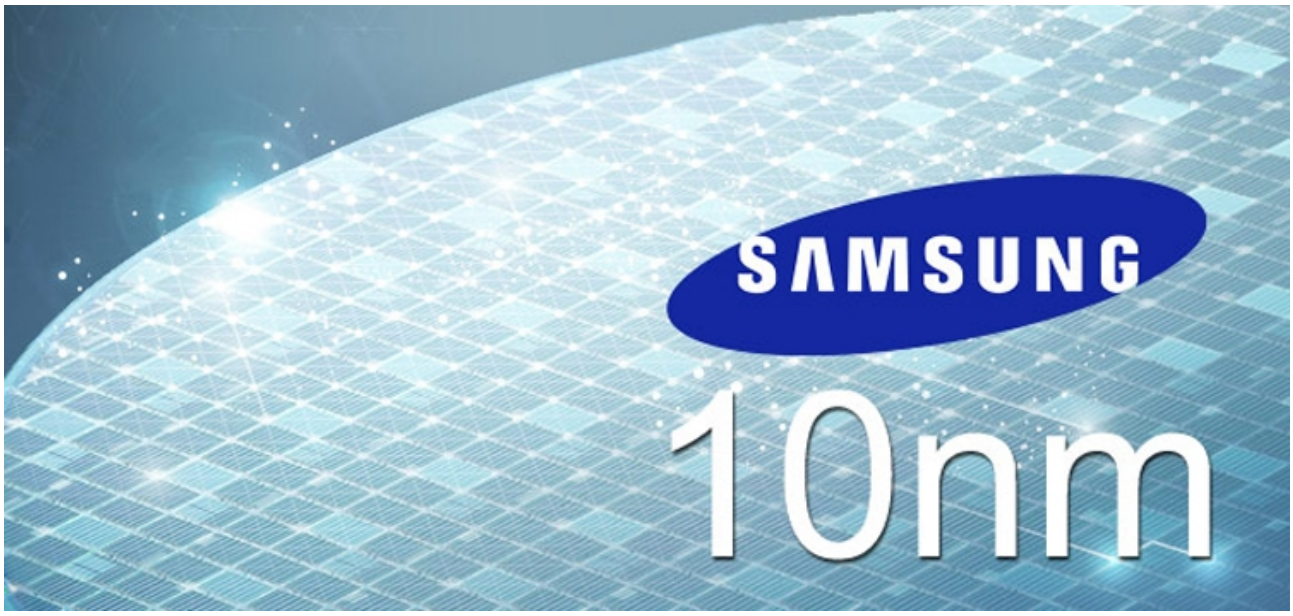
Новый 10-нм FinFET-процесс, применяемый Samsung (фирменное наименование 10LPE), предусматривает использование новейших структур 3D-транзисторов с расширенными функциональными возможностями. По сравнению с предшествующим 14-нм технологическим процессом обеспечивается либо на 30% бóльшая эффективность использования площади кристалла с увеличением производительности на 27%, либо уменьшение потребляемой мощности на 40%. Для того чтобы преодолеть ограничения масштабирования, специалисты Samsung применили новейшие методики, включая тройное формирование рисунка, позволяющее использовать двунаправленную маршрутизацию, обеспечивающую преемственность с предшествующими технологическими процессами.

Вслед за первым поколением 10-нм FinFET-процесса Samsung намерена со второй половины 2017 г. освоить в серийном производстве следующее поколение – 10LPP.

Samsung стремится к тесному сотрудничеству с клиентами и партнерами, для того чтобы расширять свою экосистему 10-нм кремниевого завода, включающую средства проверки эталонного потока, набор СФ-блоков и библиотек элементов. Партнерам Samsung уже доступны наборы средств проектирования процессов производственного уровня и СФ-блоки для разработки конструкций.

«Системы на кристалле», изготовленные по 10-нм технологическому процессу, будут доступны для использования в цифровых приборах с начала следующего года. Предполагается, что в течение 2017 г. их ассортимент существенно расширится [2].

1. *SMIC Shanghai starts construction of a new 12-inch wafer fab. Solid State Technology. The Pulse, October 13, 2016: http://electroiq.com/blog/2016/10/smic-shanghai-starts-construction-of-a-new-12-inch-wafer-fab/* ***2.*** *Samsung starts industry's first mass production of System-on-Chip with 10-nm finFET technology. Samsung, October 17, 2016: http://www.samsung.com/semiconductor/insights/news/25881/samsung-starts-industry-first-mass-production-of-soc-with-10-nan-finfet-technology*



Samsung начал выпуск «систем на чипе» по 10-нм технологии FinFET

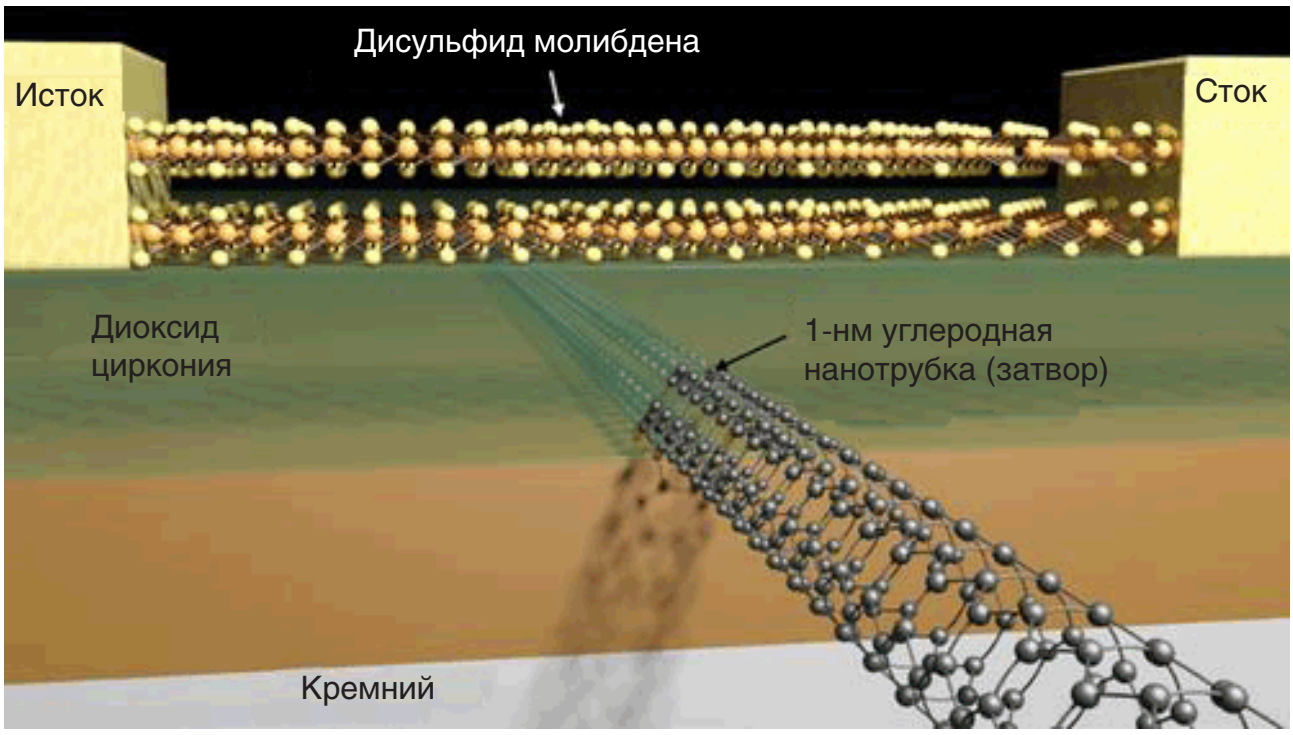
Однонанометровый транзистор от Министерства энергетики США

Ключевые слова: транзистор, УНТ, дисульфид молибдена.

Углеродные нанотрубки (УНТ) на протяжении нескольких десятилетий использовались исследователями в основном в качестве каналов транзисторов. Однако это мало влияло на масштабирование устройства. Кроме того, для дальнейшего уменьшения топологий и снижения потребляемой мощности необходимо одновременно с УНТ применять перспективные полупроводниковые материалы.

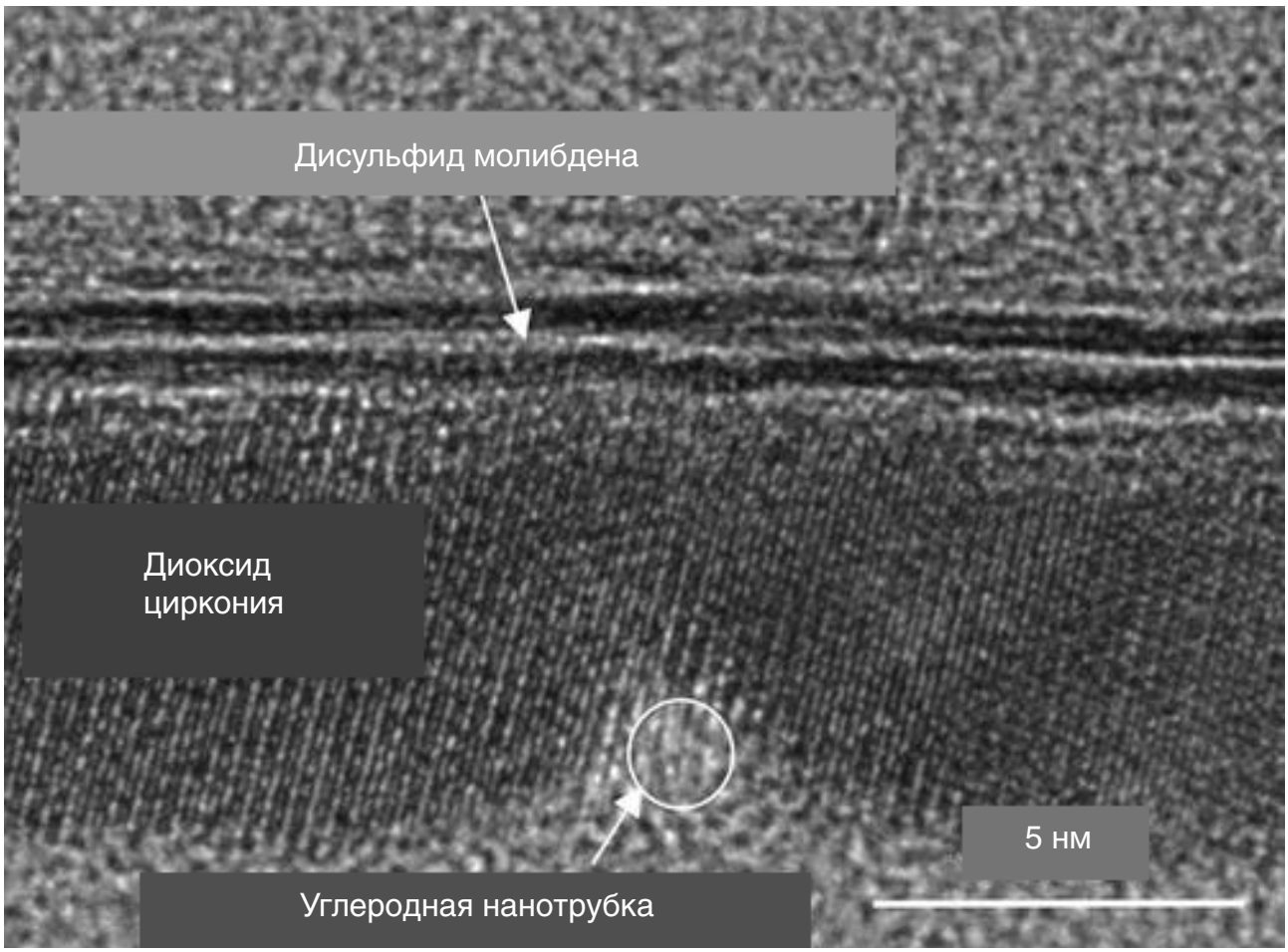
Разработчики Национальной лаборатории им. Лоуренса в Беркли (шт. Калифорния, США) использовали УНТ в качестве затвора, что позволило им создать самый маленький в мире транзистор (рис. 1).

Эксперимент показывает, что рамки действия «Закона Мура» могут быть продвинуты дальше, чем считалось ранее. Первоначально исследователи хотели сформировать 5-нм транзистор, но за счет применения дисульфида



Источник: Lawrence Berkeley National Laboratory (Berkeley Lab)

Рисунок 1. Однонанометровый транзистор. Канал – бислой дисульфида молибдена, затвор – углеродная нанотрубка



Источник: Lawrence Berkeley National Laboratory (Berkeley Lab)

Рисунок 2. Изображение поперечного сечения однонанометрового транзистора, выполненного на основе УНТ и полупроводникового канала из слоя дисульфида молибдена, разделенных слоем диоксида циркония, полученное на просвечивающем электронном микроскопе

молибдена (MoS_2) им удалось дойти до предела в 1 нм. В рамках исследований были также получены данные о перспективности использования MoS_2 в светодиодах, лазерах и солнечных батареях.

Дисульфид молибдена был выбран в качестве канального материала, поскольку электрическое поле, создаваемое УНТ, недостаточно сильно для работы с кремниевым каналом. Вдобавок к этому понадобилось выбрать подзатворный диэлектрический материал с низкой диэлектрической постоянной (им стал диоксид циркония ZrO_2) и разместить его в слое толщиной всего 0,65 нм (рис. 2). Разработчики отмечают, что их «произведению» предстоит еще пройти несколько этапов оптимизации, чтобы достичь параметров современных кремниевых транзисторов.

Помимо специалистов Лаборатории в Беркли, в работах принимали участие научные работники Техасского университета (г. Даллас) и Стэнфордского университета (г. Пало-Альто). Финансирование работ осуществлялось в рамках программы «Фундаментальные науки об энергии» (Basic Energy Sciences) Министерства энергетики США.

R. Colin Johnson. One-Nanometer Transistor Demonstrated (DoE funds carbon nanotube gate). EE Times, October 13, 2016: http://www.eetimes.com/document.asp?doc_id=1330619

Новый транзистор с ультранизким энергопотреблением и длительным сроком работы без батарей

Ключевые слова: транзистор, потребляемая мощность, носимая электроника, имплантируемые приборы, барьер Шоттки.

Создание транзисторов с ультранизкой потребляемой мощностью является одной из приоритетных задач разработчиков, ориентированных на технологии Интернета вещей, носимую электронику, имплантируемые приборы, портативную мобильную электронику. Однако при масштабировании топологий транзисторов увеличивается ток утечки, что приводит к увеличению потребляемой мощности. Кроме того, сокращение расстояния между электродами приводит к тому, что они начинают воздействовать друг на друга, ухудшая параметры работы прибора.

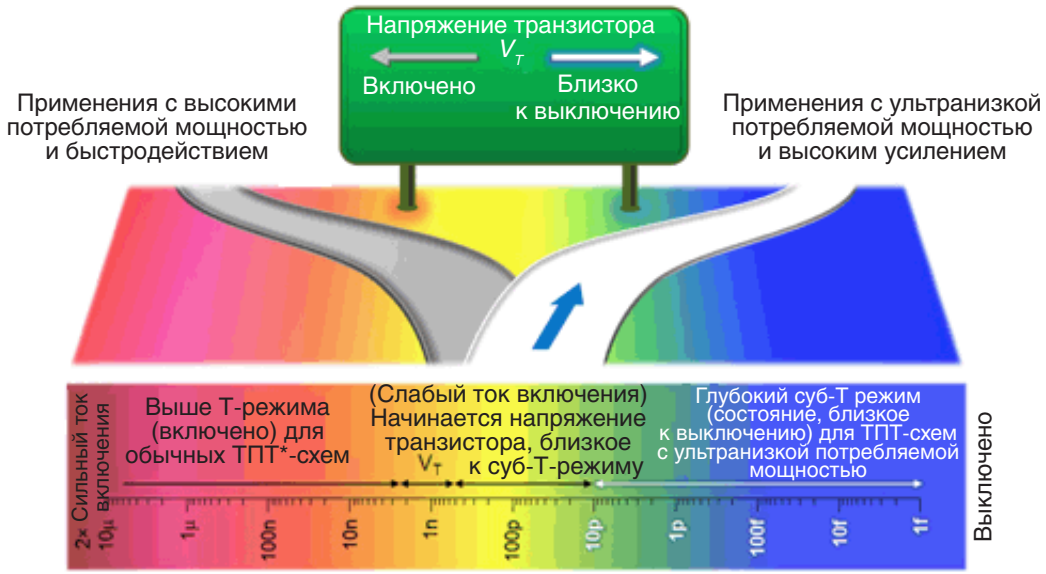
Специалисты Кембриджского университета разработали новый тип транзистора с ультранизкой потребляемой мощностью, на основе которого может быть создан широкий диапазон электронных приборов, включая носимую электронику и имплантируемые приборы, также характеризующиеся сниженной потребляемой мощностью.

В новом транзисторе используется практически тот же принцип, что и в компьютере в спящем режиме (режиме ожидания). Работу транзистора обеспечивает ток утечки с минимальными силой и напряжением (для него еще используют термин «почти выключенное состояние»). Наличие тока утечки характерно для всех транзисторов, но его эффективный захват и функциональное использование достигнуты впервые. Отчет о результатах работ опубликован в журнале Science. Создание этого транзистора открывает новые возможности системного проектирования для Интернета вещей – вычислительной сети, к которой подключено большинство приборов, которыми люди пользуются каждый день.

Транзисторы с ультранизкой потребляемой мощностью можно изготавливать при низких температурах и печатать практически на любом материале – от стекла и пластика до полиэстера и бумаги. Они основаны на уникальной геометрии, которая использует так называемый барьер Шоттки.

Новая конструкция решает одну из основных проблем, препятствующих развитию технологии транзисторов с ультранизкой потребляемой мощностью, а именно – возможность производить их в очень малых размерах. По мере уменьшения размеров транзисторов оба их электрода начинают влиять на поведение друг друга, вызывая разброс напряжений. Это означает, что транзистор меньше определенного размера не будет функционировать. За счет изменения конструкции транзисторов исследователи из Кембриджского университета сумели использовать барьеры Шоттки для обеспечения независимости электродов друг от друга, что дает возможность масштабирования транзисторов до очень малых размеров.

Данная конструкция обеспечивает также очень высокий уровень усиления сигнала. Рабочее напряжение транзи-



Примечание: на шкале указана потребляемая мощность в диапазоне от 10 мкВт до 1 фемтоВт

*ТПТ – тонкопленочный транзистор

Источник: Lawrence Berkeley National Laboratory (Berkeley Lab)

Сравнение потребляемой мощности транзисторов шириной 1 мкм при напряжении 1 В, предназначенных для различных применений

стора составляет менее вольта, а энергопотребление – менее миллиардной доли ватта (рисунок). Благодаря такой ультранизкой потребляемой мощности новые транзисторы наиболее подходят для применения в областях, где функциональность более важна, чем быстродействие, например в сфере Интернета вещей.

Разработчики утверждают, что, если запитать их конструкцию от обычной АА-батарейки, она сможет функционировать миллиарды лет (какая батарейка столько просуществует?!). Использование барьера Шоттки позволяет не допускать интерференции электродов и усиливать амплитуду сигнала даже в почти выключенном состоянии. Таким образом, можно ожидать появления новой модели проектирования сенсорных интерфейсов и узлов аналоговой обработки сигналов с ультранизким энергопотреблением для носимой электроники и имплантируемых приборов.

Разработанные британскими специалистами транзисторы открывают возможность для создания практически полностью автономной электроники. Более того, устройства на их основе смогут собирать энергию из окружающей среды в течение весьма длительных сроков эксплуатации, подобно таким биологическим объектам, как, например, бактерии.

Ultralow power transistors could function for years without a battery. Solid State Technology. The Pulse, October 21, 2016: http://electroiq.com/blog/2016/10/ultralow-power-transistors-could-function-for-years-without-a-battery/

ГЛОССАРИЙ

[1] **Академия Финляндии (Suomen Akatemia, швед. Finlands Akademi)** – правительственный отдел финансирования научных исследований в Финляндии, расположенный в Хельсинки. Академия ежегодно распределяет более 260 миллионов евро для реализации научно-исследовательских проектов, над которыми работают более 5000 исследователей. Академия не является образовательным учреждением. Тем не менее сотрудники академии могут иметь научные звания (например, профессор и т.д.).

[2] **Науки о жизни (life sciences)** – общее название группы наук, включающей биологию, медицину, антропологию, социологию и т.п.

[3] **Отпочковывание (spin-off, реже – spin-out)** – создание новой компании путем отделения от существующей и передачи ей части активов

[4] **Стелс-технология (stealth)** – комплекс способов снижения заметности боевых машин в радиолокационном, инфракрасном и других областях спектра обнаружения посредством специально разработанных геометрических форм и использования радиопоглощающих материалов и покрытий, что заметно уменьшает радиус обнаружения и тем самым повышает выживаемость боевой машины. Технологии снижения заметности являются самостоятельным разделом военно-научной дисциплины электронных средств противодействия, охватывают диапазон техники и технологий изготовления военной техники (самолетов, вертолетов, кораблей, ракет и т.д.).

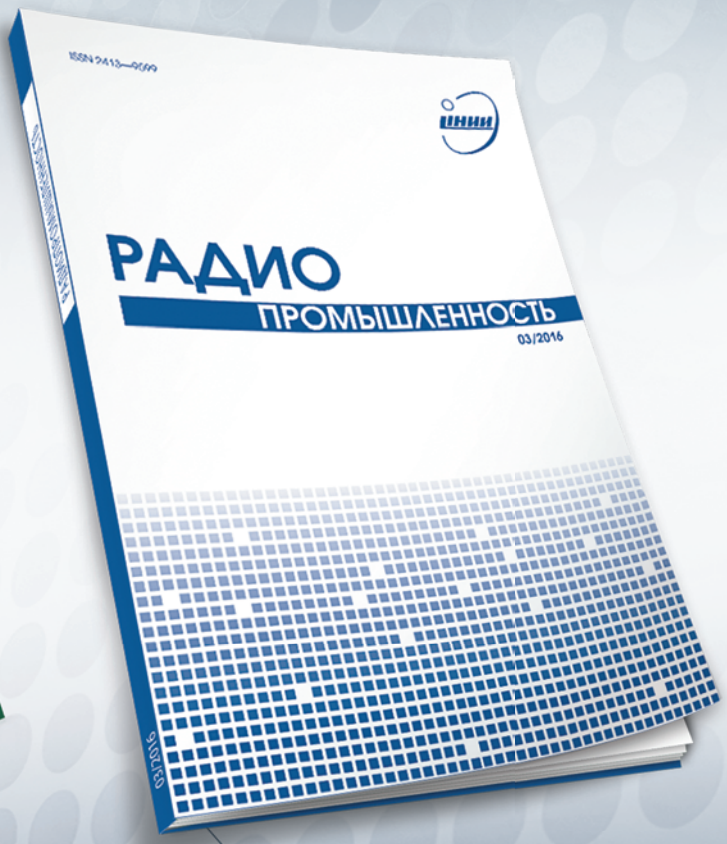
[5] **Краудфа́ндинг (crowdfunding)** – народное финансирование, коллективное сотрудничество людей (доноров), которые добровольно объединяют свои деньги или другие ресурсы, как правило, через Интернет, чтобы поддержать усилия других людей или организаций (реципиентов).

[6] **Закон Мура (Moore's Law)** – эмпирическое наблюдение, а не природный (физический) закон. Согласно ему число транзисторов на кристалле удваивается каждые 18 месяцев без увеличения удельной стоимости функций для конечного потребителя. Сформулирован в конце 1970-х гг. Гордоном Муром, одним из основателей и ведущих специалистов корпорации Intel.

ПОДПИСКА

на ведущие научные журналы радиоэлектронной отрасли

12 номеров в год



4 номера в год

АКТУАЛЬНЫЕ НАУЧНЫЕ РАЗРАБОТКИ, СОВРЕМЕННЫЕ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И УПРАВЛЕНЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

Входят в перечень ВАК. Индексируются РИНЦ.

Подписка в любом почтовом отделении, по тел. +7 (495) 940-65-46, e-mail: publish@instel.ru, на сайте www.instel.ru.

Реклама