



Физики создали прототип устройства, способного через 10-15 лет занять место современных компьютеров. Компьютеры, основанные на *новой технологии*, будут работать дольше, их можно будет делать гибкими и даже носить в качестве украшений.

Представленный несколько лет назад гнущийся и трансформируемый телефон стал чуть ближе к реальности - учеными создан ключевой элемент электроники будущего из органических материалов.

Недавно на страницах журнала Nature materials было представлено описание устройства, которое способно стать основным «строительным блоком» для микросхем будущего. Из сравнительно доступного пластика и материала на основе оксида железа (также производимого в промышленных масштабах) ученые из университетов Огайо и Висконсина сделали аналог транзистора, управляющего электрическими импульсами на совершенно новом уровне.

СПИНТроника вместе с электроникой

Для того чтобы понять, чем новое устройство отличается от транзистора, и что это

сулит конечному пользователю, придется обратиться к теории.

Электрический ток, как известно, есть поток заряженных частиц, чаще всего *электронов*. Но заряд - не единственная характеристика *электрона*

: кроме заряда и массы, естественно, у него есть еще

СПИН

.

СПИН - это *квантовая* характеристика, которая определяет его магнитные свойства, наиболее корректной и близкой к привычным масштабам аналогией будет представление *электрона* в виде маленького магнита. Магнитный момент - это величина, которая показывает, куда повернут магнит и насколько он сильно притянет другие магниты.

Для обычной электроники **СПИН** абсолютно не важен. Электрические импульсы в обычном компьютере проходят по микросхемам вне зависимости от направления **спинов электронов**

, ток можно представить как поток магнетиков, чья ориентация никак не упорядочена. Но если научиться упорядочивать направление

спинов

и управлять ими, пропуская, например, только электроны со

спинами

«вверх» - это откроет дополнительные возможности для создателей различной техники.

Возможность управлять **спинами электронов** привлекает исследователей потому, что многие действия со **спинами** теоретически требуют меньше энергии, чем управление потоком частиц. Продолжая аналогию с перемещением по проводам множества микроскопических магнетиков, можно сказать, что повернуть магнетики проще, чем пересыпать их груды с одного места на другое.

А где меньше затраты энергии, там и вполне осязаемая выгода. Каждая операция с электронами внутри Вашего компьютера, сотового телефона или фотоаппарата требует ничтожных количеств энергии, но за секунду таких операций совершается несколько миллиардов только в одном не самом мощном процессоре! Добавьте сюда все остальные

компоненты, и итог не заставит себя долго ждать - надпись «Аккумулятор разряжен» или пиктограмма в виде пустой батарейки знакома всем. Когда из-за этого невозможно сделать важный звонок, отредактировать текст в памяти ноутбука или сфотографировать красивый пейзаж - остается только либо ждать новых аккумуляторов, либо искать более эффективно использующую энергию технику.

Не только батарейки, но и тепло

Для стационарных компьютеров низкое потребление энергии тоже достаточно важная характеристика. Лишние ватты потребляемой мощности оборачиваются в тепло, что в жаркую летнюю погоду в общем-то совершенно излишне (шесть компьютеров в офисе соответствуют включенному обогревателю!), да и потраченные на их выработку газ с нефтью обернутся углекислым газом, который, между прочим, вызывает рост температур уже в планетарном масштабе.

Меньше затраты энергии - меньше выделение тепла, что дает не только сокращение духоты в офисах, но и позволяет более плотно скомпоновать детали техники, уменьшив ее габариты. А, кроме того, управление **СПИНОМ** позволяет перенести больше информации, так как наряду с выбором из «ток есть/тока нет» появляется и выбор «

спины

вверх/

спины

вниз».

СПИН-терминология

«**СПИН** вверх» и «**СПИН** вниз» - вполне официальная терминология. Выбор «верха» и «низа» при этом условен. Есть даже оборот - «электроны спариваются спинами». В целом явление «спаривание» можно описать как взаимодействие двух магнитов друг с другом.

Причем последнее утверждение - уже не фантастика и не перспективы, которые ученые рисуют в надежде получить грант на свои исследования. Эффекты, связанные с тем, что по-разному ориентированные электроны по-разному проходят через несколько слоев магнитных материалов, были использованы промышленностью в 1990-х годах. Магнитные диски, на которых хранится информация на большинстве компьютеров мира,

без знания о **спиновых эффектах** имели бы в сотни, если не тысячи раз меньшую емкость!

От дисков к процессорам

Однако мало было знать то, как ориентация *электронов* («**СПИН**» и «ориентация» здесь используются как синонимы) влияет на их способность проходить через несколько слоев на поверхности чувствительной головки жестких дисков. Для совершения описанной выше революции и появления *инновационной технологии* и более эффективной техники необходимо научиться оперативно, за миллиардные доли секунды, управлять ориентацией *электронов*

А это уже оказалось не так просто. Проблему «как управлять потоком *электронов*» ученые успешно решили изобретением транзистора - электрический сигнал открывает «заглушку», замыкая цепь через транзистор, а вот как добиться того же эффекта для **СПИНА**

? Необходимо, как минимум, какое-то устройство, которое пропустит только ориентированные в нужную сторону *электроны*

, причем оно должно быть компактное, недорогое и быстрое.

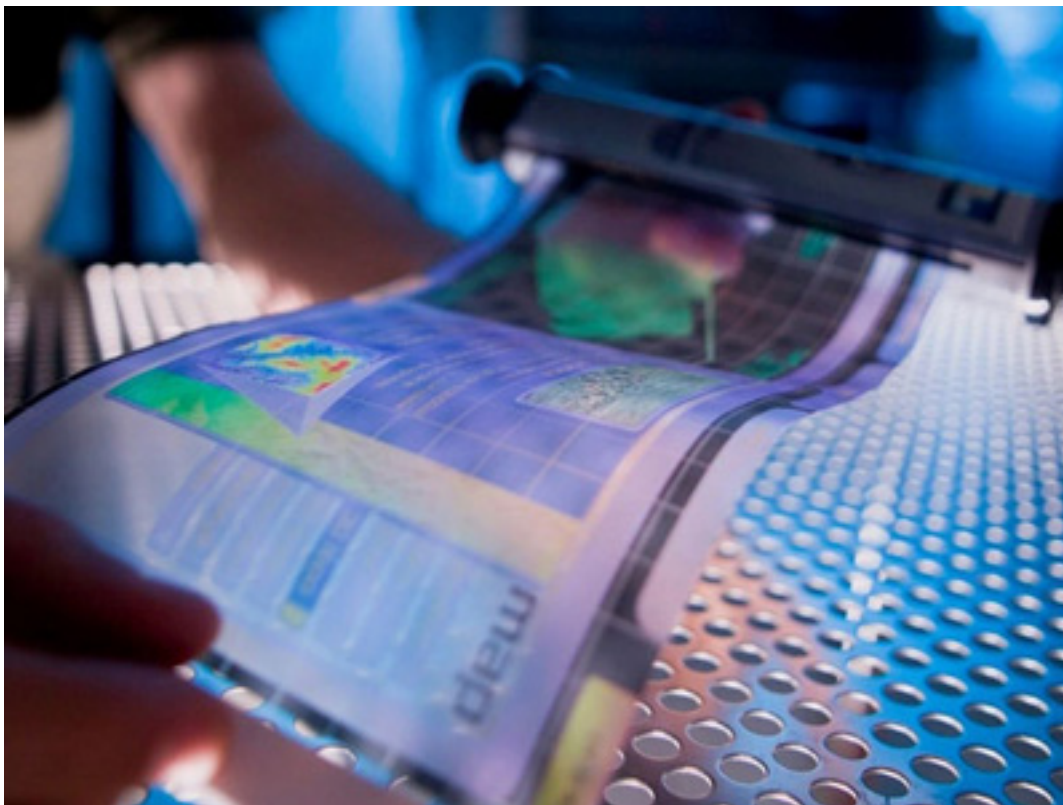
На заре *квантовой физики* связанные со **спином** эффекты обнаружили по различному отклонению пучков *электронов* в магнитном поле. Увы, этот метод слишком громоздок, дорог и потому абсолютно не годится. А чтобы найти микроскопические структуры, на которых возможно отсортировать или массово повернуть *электроны*

в нужную сторону, необходимо очень хорошо знать, как устроены различные вещества. Необходимы исследования с применением электронных микроскопов, сложные квантово-механические расчеты и многие годы напряженной работы разных лабораторий по всему миру.

Органика против металла и камня

Создание устройств для управления потоком *электронов* с учетом их **СПИНА** - задача, которую решают самые разные группы ученых. Исследователи из США, о работе которых идет речь, особенно подчеркивают то, что они использовали органические материалы. Вещество, при прохождении через которое *электроны* выстраивались в нужном направлении - этот процесс называют поляризацией, подобрано из числа органических соединений.

Как говорится в сообщении университета Огайо, скоро можно будет остальные компоненты сделать также из органики, а это откроет еще одну дополнительную возможность - схемы, работающие на **спиновых эффектах** станут гибкими.



Это позволит встраивать их в самые разные устройства - от гибких дисплеев, которые можно скатать в трубочку и убрать в карман, до вшитых в одежду процессоров. Зачем шивать в одежду электронные компоненты? На этот вопрос можно предложить несколько вариантов ответа.

Разработка специальных волокон с оптоволоконном и светочувствительными сенсорами,

например, позволит сделать куртки, умеющие воспринимать изображение. Владелец такой одежды сможет в буквальном смысле слова видеть спиной, плечами и прочими частями тела. Подобная опция, конечно, актуальна разве что полиции, пожарным или военным, но на этом возможности «носимой» электроники не исчерпываются. Датчики в одежде ребенка смогут сигнализировать о перегреве или переохлаждении малыша, а в отдаленном будущем ткань сможет и сама среагировать, поменяв свою структуру.

Спиновая электроника, потребляющая мало энергии, компактная и быстрая, сможет стать основой для «умной одежды» и не только. Развитие обычных компьютеров тоже в скором времени замедлится, если не будет придумано чего-то радикально нового, например, если конструкторы не научатся использовать **СПИН электронов**

СПИН

СПИН - подробности

СПИН - это сугубо *квантовая* характеристика. Это значит, что все аналогии с явлениями привычного масштаба будут не очень удачны и с этим, увы, сделать нечего. В 1920-х годах ученые столкнулись с тем, что атомы различных веществ вели себя довольно необычным образом - пучок ионов серебра, например, в магнитном поле почему-то разделялся ровно на две части. А изучение спектров излучения ионов натрия и других щелочных металлов указывало на то, что для описания устройства атома необходимо допустить наличие у *электрона* некоторой дополнительной характеристики.

Эту характеристику назвали «**СПИНОМ**», так как анализ ряда явлений указывал на то, что в чем-то она подобна величине, называемой в механике моментом вращения, а «to spin» и есть «вращаться» на английском языке. Уравнения, в которых фигурирует математическое выражение для **СПИНА**, достаточно быстро оказались связаны и с теорией относительности, что в свою очередь подтолкнуло дальнейшее развитие физики.

Введение понятия **СПИНА** в науку позволило изучить и понять ядерные реакции - то есть узнать, почему светит Солнце, и построить ядерные реакторы. На основе **СПИНА**

построена квантовая химия, которая позволяет сейчас рассчитывать молекулы лекарств и пластмасс. Ну а про то, как **спиновые эффекты**

используются в компьютерной технике, было сказано выше.

СПИН - это не вращение

СПИН не может быть выражением того, насколько быстро вращается электрон, по двум причинам. Во-первых, расчеты дают скорость вращения, превышающую скорость света. Во-вторых, *электрон* - это элементарная частица, у которой нет структуры, то есть вращаться там нечему. Более того, некорректно и представление об *электроне*

, который «вращается вокруг ядра», так как в *квантовой механике*

никакого движения по окружности в обычном атоме водорода или гелия попросту нет, скорее

электрон

предстанет висящим вокруг ядра облаком.