



**Вчерашний день, возможно, положил конец кремнию как символу компьютерной индустрии. В Science опубликована статья, появление которой ожидалось еще с 2006 года, но все равно стало приятным сюрпризом: наконец-то удалось изготовить чип на основе графена, который может сделать микросхемы в разы меньше и эффективнее за счет того, что работают в них не обычные, а туннельные транзисторы.**

Сразу же после того, как Андрей Гейм и Константин Новоселов открыли графен, стало ясно, что благодаря его уникальным свойствам его можно и нужно использовать для производства транзисторов в процессорах и блоках памяти. Однако на пути внедрения графена в IT стояло одно существенное препятствие. Чтобы понять, почему графеновые чипы будут лучше кремниевых и в чем революционность нового транзистора, нужно разобраться в основах.

Транзистор – это компонент электроники, позволяющий управлять током в электрической цепи. Для простоты его можно сравнить с водопроводным вентилем, где с помощью сравнительно небольшого усилия мы можем управлять очень мощным потоком воды. Обычные полевые транзисторы работают так: подавая сравнительно небольшое напряжение на затвор из диоксида кремния, мы можем регулировать его сопротивление и таким образом включать и выключать цепь. На одной микросхеме – кремниевом кристалле площадью 1–2 кв. см. – умещается несколько миллиардов таких транзисторов.

В туннельном транзисторе, конструирование которого впервые было предложено еще в 1986 году отечественными учеными, роль «защелки», запирающей затвор в цепи, может играть один-единственный электрон, проникающий через барьер диэлектрика за счет туннельного эффекта (явления квантовой природы). Транзистор, работающий по такому принципу, будет требовать в разы меньшего напряжения для переключений, а значит, микросхемы станут потреблять меньше энергии. Кроме того, уложить транзисторы в схему можно будет плотнее. Отсюда гораздо большая энергоэффективность и производительность основанной на этом принципе электроники.

Графен, открытый нобелевскими лауреатами Геймом и Новоселовым, как никакой другой материал подходит для создания таких микросхем именно из-за одного из главных своих свойств: высочайшей подвижности электронов внутри решетки. Однако графен не обладает необходимыми полупроводниковыми свойствами, чтобы «включаться» и «выключаться» по необходимости. Группа ученых из Манчестерского

университета решила эту проблему, собрав «сэндвич» из двух слоев графена и слоя солей бора или молибдена толщиной в одну молекулу в качестве прослойки. Такой «затвор» дает разницу в силе пропускаемого тока в 50 раз в случае с нитридом бора и в 10 000 раз в случае с дисульфидом молибдена. Это вполне рабочий диапазон для микросхемы.

Итак, графеновый транзистор создан. Что особенно важно, его работа почти не зависит от температуры – одного из главных бичей всех радиоэлектронных устройств. До сих пор фундаментальной проблемой некремниевой электроники было то, что она работала только при очень низких температурах. А устройства на основе графена смогут работать и при комнатной температуре, и с перегревом. В общем, обладают теми же эксплуатационными свойствами, что кремний, при гораздо большей эффективности.

По мнению самих авторов статьи, среди которых ученые из нескольких стран, и в том числе много русских фамилий (Сергей Морозов из Института микроэлектронных технологий в Черноголовке, Роман Горбачев и Леонид Пономаренко из Манчестера, а также сами Гейм и Новоселов), потенциал у созданного транзистора огромный.

До последнего времени создание туннельных транзисторов, стабильно работающих в бытовых, а не лабораторных, условиях (в первую очередь, это касалось температуры) считалось невозможным. Теперь энергоэффективность процессоров может увеличиться, а размеры плат уменьшиться в несколько раз. Таким образом, электроника пройдет очередную ступень развития по Закону Мура, а возможно, что и шагнет через одну.

Источник: [slon.ru](http://slon.ru)