

А. ГОЛЫШКО, канд. техн. наук, г. Москва

В начале 60-х годов прошлого века в нашей школе № 444 г. Москвы появилась первая ЭВМ УРАЛ. Потом учащиеся осваивали работу программистов на М-20, БЭСМ-4, ЕС-1033 и др. В то время это была большая редкость не только для школ. Сегодня же компьютеры воистину везде. Они маленькие, большие и очень большие. Их кладут в карман или строят из них "облака". А многие даже стали вполне самостоятельными пользователями сети Интернет. И думать о том, что будет, если их вдруг не станет, откровенно не хочется. Главное, что в их устройстве так много нового и интересного, объединяющего усилия целых армий разработчиков, от физиков и химиков до связистов и программистов.

Персональный "дедушка"

Немного истории — 23 апреля первому популярному "домашнему" компьютеру исполнилось 30 лет. В 1982 г. английская компания Sinclair Research на основе микроконтроллера Z80 создала 8-разрядный компьютер ZX Spectrum. Небольшая цена позволила продать за 1,5 года свыше миллиона этих машин подружившимся с ними пользователям. Там использовалась технология ULA (Uncommitted Logic Array) — большая часть элементов размещалась в одной микросхеме, в качестве монитора был обычный телевизор, а магнитофон — внешний накопитель информации. С тех пор по современным меркам "утекло" очень много времени, и мы регулярно удивляемся тому, из чего же делают наших "умных" друзей.

Транзисторы будущего

Уникальные свойства графена открывают множество перспектив. Одна из возможных — использование в качестве основы сверхпроводящего транзистора. Собственно основа, приведшая к появлению графена, была заложена в 1947 г., когда сотрудники компании Bell У. Шокли, Дж. Бардин и У. Браттейн изобрели транзистор. До этого электроника базировалась на вакуумных лампах, не поддающихся масштабированию, ибо сильно уменьшать их габариты, как это проделывают с транзисторами, нельзя, поскольку изменяются их свойства. И вот уже больше 40 лет закону Мура, согласно которому число транзисторов в микросхемах каждые 1,5—2 года удваивается. "Модный" размер 2012 г. — 32 нм. Предполагается, что в 2014 г. он составит 22 нм, после чего будет скачок — до 12 нм. А что дальше? Ведь

физические свойства полупроводника при сверхмалых размерах могут изменяться.

Плётка толщиной в один атом — это абсолютный предел развития в одном из измерений. Свойства графена совместимы с традиционной "плоской" технологией полупроводникового транзистора, но его прочность в 200 раз выше, чем у стали, теплопроводность существенно выше, чем у меди, и имеет место крайне высокая подвижность электронов (малое удельное сопротивление). Получается, что графен — это полупроводник с нулевой шириной запрещённой зоны и нулевыми эффективными массами электронов и дырок. Так что в результате симметрии системы электроны и дырки по поведению становятся похожи на ультрарелятивистские частицы. За счёт определённых механизмов (например, обмена такими квазичастицами, как фононы или плазмоны) ультрарелятивистские электроны графена имеют способность спариваться, т. е. графен может быть сверхпроводником. При этом идёт многозонное спаривание, в котором участвуют частицы и из зоны проводимости, и из валентной зоны. Интересно, что, помимо собственной сверхпроводимости, упомянутый многозонный характер спаривания электронов в графене может проявляться и в случае близости сверхпроводника. Именно этот факт лежит в основе идеи сверхпроводящих бездиссипативных транзисторов: если поднести к сверхпроводнику слой графена, то он также станет сверхпроводящим.

Сами же нобелевские лауреаты А. Гейм и К. Новосёлов создали сегодня графеновую электронику. Вместе с коллегами из Великобритании, Нидерландов, Португалии, США и России им удалось сконструировать графеновый туннельный транзистор с характеристиками, подходящими для промышленного производства.

Известно, что в туннельном транзисторе, в отличие от обычного полевого, канал контролируется с помощью квантового туннельного эффекта, а не инъекции заряда. При наложении внешнего напряжения электроны преодолевают потенциальный барьер со значительно большей вероятностью, и теоретические расчёты показывают, что такой транзистор будет требовать в разы меньшего напряжения для переключения состояний, а значит, значительно снизит энергопотребление микросхем. Однако до сих пор не существовало реализованных образцов туннельных транзисторов, работающих при комнатной температуре.

Наряду с замечательными электрическими свойствами у графена есть и недостатки — в частности, отсутствие запрещённой зоны, т. е. области значений энергии, которую не могут иметь носители заряда. Именно наличие запрещённой зоны отличает полупроводник от металла и делает возможным функционирование основных элементов интегральных микросхем. Отсутствие запрещённой зоны физики из разных уголков света предлагали обойти, создав своеобразный пространственный барьер. Была идея туннельного транзистора из двух тонких графеновых лент, но сделать это оказалось непросто.

Тогда решили попытаться использовать графен не вдоль, как обычно, а поперёк, создав на его основе структуру типа сэндвич, используя в качестве начинки монослой нитрида бора и дисульфида молибдена. Полученные устройства продемонстрировали соотношения токов включенного и выключенного состояния от 50 до 10000, которые практически не зависели от температуры. Исследователи показали, что технология пригодна для масштабирования и позволит создавать быстродействующие энергоэффективные устройства и миниатюризировать микросхемы.

В мае текущего года институт технологий Samsung заявил о создании первого в мире трёхмерного активного устройства с переменным графеновым барьером, способным эффективно блокировать электрический ток в транзисторах. Если эксперименты завершатся успешно, появятся транзисторы, способные увеличить производительность компьютеров в сотню раз.

Специалисты IBM разработали транзистор на основе нанотрубки, размер которого равен 9 нм, что на 1 нм меньше теоретического предела физической размерности кремниевых транзисторов. В реальности самый маленький кремниевый транзистор, разработанный Intel, имеет размер 22 нм. Он потребляет меньше энергии и способен передавать больший ток по сравнению с современными. Технология находится на этапе лабораторных исследований, и до начала серийного производства микросхем на основе таких транзисторов ещё далеко, поскольку предстоит разработать методику их точного размещения на подложке и избавиться от металлических примесей.

Группа инженеров из Федерального политехнической школы Лозанны в Швейцарии утверждает, что ей впервые удалось создать микросхему на основе очень перспективного материала — молибденита, или, говоря иначе, молибденового блеска. Такие микросхемы меньше и энергоэффективнее классических кремниевых, а также обладают большим быстродействием. Специалисты говорят, что по большинству показателей этот материал превосходит кремний, а по ряду показателей он

Процессоры

даже соответствует графену, при том, что стоимость промышленного производства дисульфида молибдена ниже.

Но и это ещё не всё, поскольку дело дошло уже до отдельных атомов. Международная группа учёных сообщила о том, что создала транзистор, состоящий из одного атома фосфора, размещённого на кремневой подложке. Учёные использовали сканирующий туннельный микроскоп в купе с литографией.

На первом этапе работы кремневая поверхность подвергалась воздействию высокой концентрации фосфина PH_3 при комнатной температуре. В силу своих химических особенностей и высокой концентрации фосфин покрывал поверхность особым образом — пара атомов водорода и атом фосфора прикреплялись к одному атому кремния, в то время как третий атом водорода из молекулы цеплялся за соседний с первоначальным атомом кремния. Полученные димеры ориентировались тройками — в каждой тройке пары атомов кремния располагались строго друг над другом (если смотреть на поверхность сверху), причём пары водород-кремний и водород-водород-фосфор-кремний были расставлены в матрице в шахматном порядке. Нагрев полученной конструкции приводит к тому, что один из атомов кремния замещается на атом фосфора. Этот процесс регистрировался сканирующим туннельным микроскопом, после чего нагрев прекращался. Отличительной особенностью новой технологии, по словам учёных, является высокая точность размещения атома углерода — погрешность, по сути, равна размеру кремневой решётки, т. е. 3,8 Å (ангстрем). Чтобы превратить атом в транзистор, аналогичным образом на некотором отдалении от него были вытравлены эмиттер и коллектор, которые располагались на расстояниях 9,2 и 9,6 нм от атома фосфора соответственно. Работает такой транзистор только при очень низких (гелиевых) температурах. И пока это лишь практическая демонстрация возможностей миниатюризации.

Но и это не единственная разработка — специалисты из Йельского университета в США и инженеры из Корейского технологического университета города Ганжу показали, что молекула бензола, помещённая на золотой контакт, может вести себя в точности как кремниевый транзистор. В рамках опыта учёным удалось манипулировать различными энергетическими состояниями молекулы за счёт изменения электрического напряжения, подаваемого на золотой контакт. В зависимости от того, какой ток проходил через молекулу, менялись и её состояния. Это, конечно же, тоже демонстрация возможностей, но все современные инженеры сходятся во мнении, что будущее электроники как раз в "молекулярном компьютеринге".

23 апреля компания Intel приступила к поставкам 13 моделей 4-ядерных процессоров нового поколения Ivy Bridge. Это первые микросхемы, которые произведены на основе 22-нм технологического процесса. И это первые процессоры, в которых применены транзисторы, выполненные по технологии Intel 3D Tri-Gate с трёхмерным затвором. Это увеличивает площадь, по которой передвигаются электроны, что позволяет снизить управляющий ток и ток утечки. Примечательно, что разработка была сделана ещё в 2002 г., и лишь сейчас Intel ставит её на коммерческие рельсы. По данным Intel, Ivy Bridge на 20 % быстрее по сравнению с процессорами предыдущего поколения Sandy Bridge и потребляют на 20 % меньше энергии.

В рамках встречи с инвесторами президент и главный исполнительный директор Intel Пол Отеллини представил примерный долгосрочный план развития. В настоящее время корпорация занимается разработкой 14-нм технологии производства и приступила к исследованиям в области 10-нм, 7-нм и 5-нм технологий. Примерно в 2015 г. Intel планирует перейти на 10-нм технологическую норму.

Инженеры из Университета Калифорнии в Беркли считают, что компьютеры будущего, возможно, будут использовать магнитные процессоры, потребляющие в миллион раз меньше электроэнергии, чем нынешние (фактически вообще не будут потреблять внешней энергии). Современные "электронные" микропроцессоры банально греются. Но микропроцессоры, оснащённые нанометровыми магнитами, похожими на магниты в электродвигателях, не будут требовать перемещения электронов, и никакого нагрева не будет. В Беркли говорят, что подобные микросхемы будут рассеивать лишь 18 микроэлектронвольт на одну операцию в условиях комнатной температуры — это примерно в миллион раз меньше, чем энергия, потребляемая микропроцессорами сегодня. В общем, и обрабатывать, и хранить данные можно будет с помощью магнитов. Правда, это тоже пока лишь исследования возможностей. На сегодня в Беркли разработали прототипы миниатюрных магнитов от 100 до 200 нм, однако на стадии реального производства их размер планируется сократить примерно в 10 раз. В основе логического определения магнитных транзисторов будет лежать факт их намагниченности (логический ноль говорит о нейтральном состоянии магнита).

Память

Компания HGST (ранее — Hitachi GST, а ныне дочерняя компания Western Digital) объявила о намерении продемонстрировать твердотельный накопитель (SSD) с промышлен-

ленным интерфейсом SAS, обеспечивающим скорость передачи данных в 12 Гбит/с. Новый интерфейс предложит удвоенную скорость передачи данных по сравнению с современными SSD и жёсткими дисками промышленного назначения, интерфейс в которых ограничивается скоростью в 6 Гбит/с. Устройство будет предназначено для систем хранения данных и облачных платформ.

Компания Samsung сообщила о начале производства 20-нанометровых модулей памяти формата LPDDR2 для ноутбуков и мобильных устройств. Толщина готовых модулей составляет всего 0,8 мм, что на 20 % меньше, чем у предыдущих 30-нанометровых LPDDR2 чипов.

Производитель жёстких дисков Seagate Technology продемонстрировал новую технологию, позволяющую размещать до триллиона бит на одном квадратном дюйме поверхности пластины жёсткого диска. Пока такого нет у других производителей накопителей. На протяжении следующих 10 лет Seagate собирается выпускать 3,5-дюймовые жёсткие диски, ёмкость которых будет достигать до 60 Тбайт. Для сравнения: сегодня самые вместительные модели дисков имеют ёмкость в 3 Тбайт или 620 млрд бит на квадратный дюйм. В Seagate говорят, что последние тенденции развития технологий ещё и ещё раз доказывают, что слишком больших жёстких дисков не бывает. Так, социальная сеть Facebook сейчас хранит около 100 петабайт данных лишь фотографий и видео. Одновременно с этим, многие системы хранения сейчас отказываются от жёстких дисков, отдавая предпочтение более скоростным, но менее вместительным, SSD-накопителям. В Seagate говорят, что, с их точки зрения, даже в 10-летней перспективе системы хранения данных не смогут полностью отказаться от жёстких дисков из-за их феноменальной вместительности.

Для размещения терабита данных на одном квадратном дюйме поверхности Seagate использовала технологию магнитной записи с подогревом (HAMR — heat-assisted magnetic recording), в которой сверхточные лазеры буквально "вжигают" данные на подложку из железного сплава. HAMR как технология находится в разработке уже около шести лет, но и сегодня она по-прежнему находится на ранней стадии развития. Сегодняшние коммерческие жёсткие диски используют в большинстве случаев технологию перпендикулярной магнитной записи (PMR — perpendicular magnetic recording), у которой есть некоторые ограничения. Как пример, если магнитные "зёрна" разместятся слишком близко друг к другу, пытаясь добиться более высокой плотности записи, то они могут начать мешать друг другу, не позволяя считывающей головке получать данные. С помощью HAMR лазерная система поднимает температуру поверхности пластины до 650 К (около



377 °C), однако на очень короткий промежуток времени — примерно на одну наносекунду. В условиях высокой температуры эффект магнитной интерференции значительно снижается, позволяя размещать данные на диске гораздо плотнее и считывать их потом при более низких температурах. В Seagate говорят, что первые модели будут иметь ёмкость примерно в 10 Тбайт.

IBM и Micron Technology занялись совместным ведением дела ума первых микросхем оперативной памяти, опирающихся на производственные КМОП-технологии с соединениями, проходящими через кремниевую пластину. Речь идёт о вертикальных проводниках, которые электрически соединяют слои отдельных кристаллов в Micron "гибридном кубе памяти" (Hybrid Memory Cube). Технологический процесс установлен в 32-нм рамках. Прототипы показывают производительность на уровне 128 Гбайт/с, тогда как самые современные DDR3-микросхемы хвастаются 12,8 Гбайт/с. Заявлено также о снижении на 70 % энергопотребления и на 90 % площади. После пяти лет исследований удалось сократить число атомов, требуемых для создания одного разряда данных, с миллиона до двенадцати. Технологический прорыв позволит конструировать хранилища данных с ёмкостями, многократно превышающими нынешние жёсткие диски и флеш-накопители. Легко представить, если вместо 1-Тбайт винчестера в руках пользователей окажутся 100- и 150-Тбайтные жёсткие диски: если раньше на них была музыкальная библиотека, то теперь будет видеотека.

Современные хранилища данных опираются на ферромагнитные материалы, в которых спин атомов упорядочен в одинаковом направлении. Учёные из IBM воспользовались нетипичной формой магнетизма под названием антиферромагнетизм, когда спин атомов выставлен в противоположных направлениях. Это позволяет создать экспериментальную магнитную память на уровне атомов, которая, по крайней мере, в сотню раз плотнее современных накопителей. Современный метод магнитного хранения выстраивает атомы железа в одну линию с одинаковой магнитной поляризацией, требуя увеличения расстояния между собой. В новой разработке атомы имеют противоположное намагничивание и располагаются более плотно. Правда, на практическое внедрение открытия потребуется 5—10 лет.

Исследователи из Университета Джона Хопкинса возродили интерес к разработке компьютерной памяти на основе фазового перехода (phase-change memory, PCM, PRAM). В результате на горизонте появились системы хранения данных с внушительной ёмкостью, которые смогут не только эксплуатироваться дольше, но работать быстрее, нежели нынешние оптические, флеш- и

магнитные носители. Основой является халькогенид, стеклянное вещество, содержащее посеребрённые полупроводники, такие как германий, сурьма и теллур. Они обладают свойством менять собственное физическое состояние, выраженное упорядочиванием атомов, из кристаллического в аморфное путём приложения небольшой порции тепла. А так как у этих двух состояний характеристики электросопротивления различны — кристаллическая фаза с большим сопротивлением (логическая единица) и аморфная с малым сопротивлением (логической ноль) — и могут быть легко измерены, халькогениды выступают идеальным материалом для хранения данных. Существующие образцы могут находиться даже в четырёх отдельных состояниях, что позволяет хранить в одной ячейке сразу два разряда. Благодаря переменному коэффициенту преломления похожие халькогенидные материалы используются в CD-RW и DVD-RW. Учёные выяснили, что если с помощью алмаза "надать" на носитель, это изменяет его свойства, замедляя время перехода из аморфного состояния в кристаллическое, что положительно скажется на способах фиксации нужного логического разряда. При этом удалось сформировать и другие состояния — частично кристаллические, что позволяет хранить больше данных при той же плотности. Всё идёт к тому, что флеш-накопители уступят место памяти с фазовым переходом, тем более нынешние её прототипы в сто раз быстрее и в 50 раз долговечнее.

Квантовый компьютер

Как сообщает сайт membrana.ru со ссылкой на PhysOrg.com, физики из Нидерландов и Университета Южной Калифорнии (USC) создали на основе алмаза квантовый компьютер.

Квантовые компьютеры, в отличие от "классических", оперируют не битами, а кубитами (кубит — единица квантовой информации, "квантовый бит"), в которых хранится не дискретное состояние "0" или "1", а их суперпозиция — наложение состояний, которые с классической точки зрения не могут быть реализованы одновременно. Теоретически квантовый компьютер должен гораздо эффективнее решать задачи в области дискретной оптимизации (в том числе из комбинаторной оптимизации), для которых не приспособлены обычные компьютеры с бинарной логикой. Например, это может быть задача маршрутизации транспорта, анализ финансовых рисков, распознавание образов, классификация изображений и т. д.

В новой разработке кубиты представлены гибридной системой, в качестве первого кубита выступило ядро атома азота (примесь в алмазе), в качестве второго — электрон. Точнее, кубиты были представлены

спинами этих частиц. Квантовые ячейки на основе одних электронов в любом твёрдом теле, по идее, способны проводить быстрые вычисления, но эти частицы очень быстро теряют связанное состояние. Ядро "держится" гораздо дольше. В смешанном компьютере физики и вовсе придумали оригинальную защиту от декогеренции — нарушения синхронизации, вызываемого внешней средой. Фактически авторы нового устройства решили именно ту проблему. Кроме взаимодействия двух кубитов, свою роль играло вмешательство ивне.

С помощью микроволновых импульсов авторы работы регулярно меняли спин электрона. По словам одного из авторов опыта, это было похоже на путешествие во времени: влияние на электрон уничтожало появляющуюся несогласованность между параметрами двух частиц. Это искусственное вмешательство позволяло периодически отсекал вредное воздействие среды, так что времени, которое оставалось, хватало на выполнение квантовых операций. При этом внутренний резонанс в такой спин-спиновой системе помогал избежать конфликта между добавкой этих внешних импульсов и выполнением поставленной задачи.

Чтобы показать, что их система в алмазе работает именно в квантовом режиме, команда разработчиков выполнила на компьютере алгоритм Гровера (примерно как поиск имени в телефонной книге, если известен только телефонный номер). В классической ситуации вы можете натолкнуться на этот номер на первых страницах, которые выбирают наугад, а можете — на последних. При большом числе таких задач вы будете находить нужного человека, пролистав, в среднем, половину книги. Но квантовый компьютер в силу принципа суперпозиции в состоянии решить такую задачу гораздо быстрее. Образно говоря, ему правильный ответ будет попадаться, как правило, в самом начале перебора.

Оказалось, что машина, оперирующая защищёнными кубитами, делала правильный выбор с первого раза в 95 % попыток, что было бы невозможно при классическом переборе. То ли ещё будет...

Суперкомпьютеры

В китайском институте по исследованию геномики "Хуада" (английское название — BGI) суперкомпьютер "Тяньхэ-1А" с производительностью 2,5 Пфлоп/с произведут для генетических исследований. Вначале с помощью "Тяньхэ-1А" будет разработан высококачественный инструмент биоинформационных вычислений и анализа, который будет использоваться для изучения внутренней закономерности различных жизненных явлений. На следующем этапе усилия лаборатории будут

сосредоточены на формировании полной платформы биоинформационных вычислений и анализа, которая будет играть активную роль в ускорении коммерческого использования генетических технологий в областях биоагрономии, разработки и освоения новых лекарств и др. На настоящий момент система суперкомпьютеров "Тяньхэ-1А" уже использована в областях анимационной киноиндустрии, биофармацевтики и нефтяной разведки. Уже зарегистрировано более трёхсот пользователей сервисом данной системы.

В прошлом году компания Fujitsu завершила работу над суперкомпьютером "К", который оказался самым мощным в мире и временно вывел Японию на первую строчку списка мощнейших компьютеров мира (производительность — 8 Пфлоп/с, работает на базе 69 тыс. восьмиядерных процессоров SPARC). На сегодня, в отличие от большинства производителей суперкомпьютеров, использующих гибридную архитектуру типа GPU-x86CPU, в Fujitsu придерживаются мнения, что лучший суперкомпьютерный гибридный — это гибридный на базе процессоров SPARC и x86. Кстати, именно Fujitsu и занимается созданием SPARC (в том числе и для Oracle). Не так давно компания заявила, что подписала соглашение с Университетом Кьюсю о строительстве для него нового суперкомпьютера, мощность которого составит примерно 10,5 Пфлоп/с, что соответствует мощности "К". Сам "К" расположен в Токийском университете. Значительная часть мощности суперкомпьютеров — это решения на базе Fujitsu Primergy CX1000 и Xeon 5600, появившихся ещё два года назад. Совсем недавно производитель презентовал новое поколение этих серверов на базе Xeon E5-2600. Новый суперкомпьютер будет иметь 1476 таких серверов с двумя процессорами в каждом и суммарной памятью 184,5 Тбайта. Весь суперкомпьютер будет работать на специальной суперкомпьютерной версии Linux. Информации о стоимости суперкомпьютера в открытом доступе нет.

Американская Национальная физическая лаборатория Окридж в Теннесси в текущем году получит мощный суперкомпьютер Titan, который должен будет возглавить список мощнейших суперкомпьютеров мира. На нём будет производиться моделирование ядерных процессов и взрывов, а также проектирование новых наноматериалов и пр. Подрядчиком выступает известная компания Cray. На первом этапе мощность компьютера составит 10 Пфлоп/с, а потом достигнет 20 Пфлоп/с или 20 квадриллионов операций в секунду. В Окриджской лаборатории уже есть суперкомпьютер производства Cray, но новая система будет в разы мощнее и современнее.

В настоящее время мощнейшим на территории США суперкомпью-

тером является система Jaguar производства всё той же Cray, однако эта машина, построенная только на базе центральных процессоров, имеет мощность в 2,33 Пфлоп/с. В отличие от Jaguar, Titan будет работать как на базе центральных x86-процессоров, так и на базе графических процессоров Nvidia Tesla. Суперкомпьютер Jaguar состоит из индивидуальных серверов, в каждом из которых по два процессора AMD Opteron. У Titan будет иная организация: вместо второго процессора Opteron тут будет работать графический процессор Tesla, оптимизированный для многопоточных параллельных расчётов. Новый суперкомпьютер в Окридже будет иметь примерно 18 000 GPU Tesla, работающих одновременно. Хотя Titan имеет пиковую производительность в 20 Пфлоп/с, его архитектура теоретически позволяет выпускать суперкомпьютеры мощностью до 100 Пфлоп/с. Говорят, что это случится где-то в 2017 г.

Корпорация IBM также создаёт свой суперкомпьютер на 20 Пфлоп/с для нужд Национальной лаборатории им. Лоренца в Ливермор.

В последнее время разработчики суперкомпьютеров начали активно комбинировать мощность центральных процессоров с многопоточными графическими чипами для достижения большой мощности в параллельных расчётах. Графические чипы в этих системах играют роль сопроцессоров в таких операциях, как моделирование, анализ огромных массивов данных и других.

Есть свои достижения и в России. Как сообщил сайт CNews, учёные, чиновники и представители бизнеса под эгидой "Росатома" завершили доработку концепции по созданию первого в России экзафлопсного суперкомпьютера, который должен лечь в основу деятельности Национальной суперкомпьютерной технологической платформы. В написании документа, помимо "Росатома" и подведомственных ему структур, принимали участие несколько институтов РАН и других вузов Минобрнауки, а также единственный представитель бизнеса в чистом виде — компания-производитель суперкомпьютеров "Т-Платформы". Экзафлопсный суперкомпьютер способен выполнять свыше квинтиллиона (10 в 18-й степени, миллиард миллиардов) операций в секунду. Это почти в тысячу раз больше производительности установленного в МГУ самого мощного на сегодняшний день российского суперкомпьютера "Ломоносов" (1,3 Пфлоп/с).

Как следует из документа, работы по созданию экзафлопсной машины предполагается выполнить в три этапа с окончанием в 2015, 2017 и 2020 гг., предусматривающих разработку суперЭВМ производительностью 10, 100 и 1000 Пфлоп соответственно. На основе концепции планируется написать стратегиче-

скую программу с экономическим обоснованием и представить её на утверждение чиновникам. В публичный доступ оценки стоимости проекта авторы этой пока ещё виртуальной победы на суперкомпьютерном фронте решили не включать.

Они умнеют

Компьютеры будущего будут учиться взаимодействовать с нами. Им уже не будет необходимости иметь перед собой человека, работающего с ПО, однако именно через взаимодействие с человеком они будут учиться понимать, какие типы данных и информации нужны "царю природы". Они станут постоянно повышать качество "понимания" информации, что позволит им самим создавать более нужные выборки данных и корректировать собственное ПО. Нечто подобное ранее было воплощено в суперкомпьютере IBM Watson в рамках форума IBM Smarter Computing Executive Forum, проводимого IBM в Нью-Йорке. Ключевой особенностью компьютеров будущего является именно совместная с человеком работа над теми или иными задачами, а также осознание того, как человек видит ту или иную задачу. Ранее Watson принимал участие в телевикторине, где наравне с людьми безуспешно пытался отвечать на любые поставленные вопросы.

В IBM говорят, что ключ к думающим компьютерам лежит через анализ не только вопроса, но и ответа, точнее того, как отреагировал на него человек, и что нужно сделать, чтобы последующие ответы повышали "точность попадания" в заданную область ответа. Одним из таких проектов может на первых этапах стать использование новых алгоритмов в медицине — иногда врачи оказываются слишком перегружены работой. Здесь будут задействованы возможности по пониманию человеческой речи, мгновенной обработке огромных массивов данных и ответам практически на любые вопросы. Кроме того, конфигурация Watson перспективна для финансистов, промышленных компаний и всех остальных, кому необходимо исследовать очень большие массивы данных в реальном времени и получать ответы на поставленные вопросы.

Вряд ли в ближайшем будущем Watson сможет ставить диагноз, однако в отдалённом будущем, когда компьютер пропустит через свои базы множество медицинских данных, справочников и отчётов, такую возможность исключить нельзя. Ну а пока на компьютер можно возложить задачи по составлению отчётов, чистке устаревших журналов и многих остальных задач, на выполнение которых у "настоящих" врачей часто не хватает времени.

Главное — не пропустить момент, когда компьютерный доктор захочет что-нибудь в нас улучшить...