

Митио Каку

Будущее КОМПЬЮТЕРА



Митио Каку

БУДУЩЕЕ КОМПЬЮТЕРА

РАЗУМ НАД МАТЕРИЕЙ	6
БЛИЖАЙШЕЕ БУДУЩЕЕ (до 2030 года)	9
ИНТЕРНЕТ-ОЧКИ И КОНТАКТНЫЕ ЛИНЗЫ	9
АВТОМОБИЛЬ БЕЗ ВОДИТЕЛЯ	11
ЧЕТЫРЕХСТЕННЫЕ ЭКРАНЫ	13
ГИБКАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БУМАГА	14
ВИРТУАЛЬНЫЙ МИР	15
МЕДИЦИНСКАЯ ПОМОЩЬ В БЛИЖАЙШЕЕ ВРЕМЯ	17
ЖИЗНЬ КАК В СКАЗКЕ	18
СЕРЕДИНА ВЕКА (2030 - 2070 годы)	19
КОНЕЦ ЗАКОНА МУРА	19
СМЕШЕНИЕ ДЕЙСТВИТЕЛЬНОСТИ С ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТЬЮ	22
ДОПОЛНЕННАЯ РЕАЛЬНОСТЬ: РЕВОЛЮЦИЯ В ТУРИЗМЕ, ИСКУССТВЕ, ШОПИНГЕ И ВОЙНЕ	23
УНИВЕРСАЛЬНЫЕ ПЕРЕВОДЧИКИ	26
ГОЛОГРАММЫ И 3D	27
ДАЛЁКОЕ БУДУЩЕЕ (2070 - 2100 годы)	29
РАЗУМ НАД МАТЕРИЕЙ	29
ЧТЕНИЕ МЫСЛЕЙ	30
ФОТОГРАФИРОВАНИЕ СНА	31
ЭТИКА ЧТЕНИЯ МЫСЛЕЙ	32
Моё фМРТ-сканирование мозга	34
ТРИКОДЕРЫ И ПОРТАТИВНЫЕ СКАНЕРЫ МОЗГА	35
"ТЕЛЕКИНЕЗ" И "СИЛА БОГОВ"	36

РАЗУМ НАД МАТЕРИЕЙ

Я помню, как почти двадцать лет назад, сидя в офисе Марка Вайзера ([Mark Weiser](#)) в Силиконовой долине, он объяснял мне свое видение будущего. Жестикулируя руками, он взволнованно говорил, что вот-вот произойдет новая революция, которая изменит мир. Вайзер был частью компьютерной элиты. Работая в Херох PARC ([Palo Alto Research Center](#)), в центре, который был пионером персонального компьютера, лазерного принтера и архитектуры Windows с графическим интерфейсом пользователя, Вайзер в то же время был индивидуалистом, иконоборцем, который разрушал здравый смысл, то есть по сути выступал как "член дикой рок-группы".

В то время (кажется, что это было целую жизнь назад) персональные компьютеры только начинали проникать в жизнь людей. А люди медленно разогревались идеей покупки больших и громоздких настольных компьютеров, чтобы только выполнять анализ электронных таблиц и немного обрабатывать тексты. Интернет по-прежнему был в значительной степени изолированной "провинцией" для таких ученых, как я, выкручивающих уравнения коллегам-ученым на тайном языке. Там бушевали и споры о том, будет ли эта коробка, сидящая на вашем столе, дегуманизировать цивилизацию своим холодным, неумолимым взглядом. Даже политический аналитик Уильям Ф. Бакли ([William F. Buckley](#)) должен был защищать текстовый процессор от интеллектуалов, которые выступали против него и отказывались когда-либо прикасаться к компьютеру, называя его инструментом филистимлян.

Именно в эту эпоху споров Вайзер придумал выражение "вездесущие (повсеместные) вычисления"¹⁾. Видя прошлое персонального компьютера, он предсказал, что однажды чипы станут настолько дешевыми и распространёнными, что они будут разбросаны по всей окружающей среде – в нашей одежде, нашей мебели, стенах, даже наших телах. И все они будут подключены к Интернету, обмениваться данными, делать нашу жизнь приятнее, отслеживать все наши пожелания. Куда бы мы ни двинулись, чипы будут там молча выполнять наши желания. Окружающая среда "оживёт".

Для своего времени мечта Вайзера казалась диковинной, даже нелепой. Большинство же персональных компьютеров стоили дорого и даже не были подключены к Интернету. А мысль о том, что миллиарды крошечных чипов в один прекрасный день будут такими же дешевыми, как простая вода, считалась просто безумием.

Я спросил его, почему он так уверен в этой революции. Он спокойно ответил, что компьютерные мощности растут в геометрической прогрессии, и конца этому не видно – это результат математики и что это всего лишь вопрос времени. К сожалению, Вайзер не прожил достаточно долго, чтобы увидеть предсказанную им революцию. Он умер от рака в 1999 году.

Движущим источником пророческих озарений Вайзера является так называемый эмпирический закон Мура²⁾ – правило, которое двигало компьютерную индустрию в течение

¹⁾ Вездесущие вычисления, *юбикомп*, от англ. *ubiquitous computing*. Понятие, обозначающее модель взаимодействия человека с вычислительной системой, в которой пользователь окружён вычислительными устройствами, пронизывающими окружающую среду, интегрированными в повседневные вещи. В отличие от виртуальной реальности, где в компьютере отражается виртуальный мир, при повсеместных вычислениях компьютеры привносятся в реальный мир вокруг человека. Этот мир состоит из множества цифровых мини-помощников (окружающий интеллект). Таким образом, под повсеместными вычислениями понимают *компьютеры в мире человека, а не человеческий мир внутри компьютера*.

²⁾ Закон Мура (англ. *Moore's law*) — эмпирическое наблюдение, изначально сделанное Гордоном Муром, согласно которому (в современной формулировке) количество транзисторов, размещаемых на кристалле интегральной схемы, удваивается каждые 24 месяца. Часто цитируемый интервал в 18 месяцев связан с прогнозом Давида Хауса ([David House](#)) из Intel, по мнению которого, *производительность* процессоров должна удваиваться каждые 18 месяцев из-за сочетания роста количества транзисторов и увеличения тактовых частот процессоров.

пятидесяти и более лет, задавая темп развития современной цивилизации, как часовой механизм. Закон Мура гласит, что мощность компьютеров удваивается каждые восемнадцать месяцев. Впервые заявленный в 1965 году Гордоном Муром (*Gordon Earle Moore*), одним из основателей корпорации Intel, этот простой закон объяснил революционные изменения в мировой экономике, породившие невероятные новые блага и необратимо изменившие наш образ жизни³⁾.

Экспоненциальный рост часто трудно понять, так как наш ум мыслит линейно. Это настолько медленно, что иногда невозможно почувствовать изменения вообще. Но на протяжении десятилетий такой рост может полностью изменить всё вокруг нас.

Согласно закону Мура, например, каждый Новый год ваши новые компьютерные игры становятся почти в два раза мощнее (по количеству транзисторов), чем в предыдущем году. Кроме того, по прошествии многих лет это постепенное увеличение становится монументальным. Например, когда вы получаете поздравительную открытку по почте, она часто имеет чип, который поет "С днём рождения тебя". Примечательно, что этот чип обладает большей компьютерной мощностью, чем все союзные войска 1945 года, а Гитлер, Черчилль или Рузвельт способны были бы на убийства, чтобы получить такой чип. А как мы поступаем с ним? После дня рождения мы просто выбросим открытку с этим чипом. Сегодня мобильный телефон имеет больше вычислительной мощности, чем всё НАСА в 1969 году, когда оно высадило двух космонавтов на Луну. Видеоигры, которые потребляют огромное количество компьютерной энергии для имитации трехмерных ситуаций, используют больше вычислительной мощности, чем мейнфреймы предыдущего десятилетия. SonyPlayStation сегодня, которая стоит 300 долларов, имеет мощность военного суперкомпьютера 1997 года, который стоил миллионы долларов.

Мы можем почувствовать разницу между линейным и экспоненциальным ростом компьютерной мощности, когда анализируем, как увидели будущее компьютера еще в 1949 году, когда журнал "*Популярная механика*" (*Popular Mechanics*) предпринял попытку линейно предсказать, как изменится вычислительная мощь компьютера в будущем, при удвоении или утроении её со временем. Вот эти слова: "... там, где калькулятор, подобный ENIAC, сегодня оснащен 18000 вакуумными трубками и весит 30 тонн, компьютеры в будущем могут иметь только 1000 вакуумных трубок и весить всего 1½ тонны."

Природа весьма эффективно использует силу экспоненциального закона. Например, один вирус может "захватить" человека и заставить его создать несколько сотен копий. Увеличиваясь по числу в 100 раз в каждом поколении, один вирус может генерировать 10 миллиардов вирусов всего за пять поколений. Неудивительно, что один вирус может заразить организм человека и триллионы здоровых клеток и "организовать" простуду всего за неделю или около того.

Вычислительная мощность увеличивается радикально не только в количественном отношении, но и в качественном — с огромными последствиями для экономики. Это развитие можно увидеть десятилетие за десятилетием:

Увеличилось не только количество вычислительной мощности, но и то, как эти мощности внедряются. Мы видим это развитие, десятилетие за десятилетием:

- 1950-е годы. Вакуумные ламповые компьютеры были гигантскими приспособлениями, заполнявшими целые комнаты "джунглями" проводов, катушек и железа. Только военные были достаточно богаты, чтобы финансировать производство этих чудовищ.
- 1960-е годы. Транзисторы заменили вакуумные ламповые компьютеры, а мейнфреймы постепенно вышли на коммерческий рынок.

³⁾ Если построить график падения цен на компьютерные чипы, роста скорости и вычислительной мощности и памяти, вы обнаруживаете удивительно прямую линию, уходящую на пятьдесят лет назад, что отображается на логарифмической кривой. Фактически, если вы распространите график, чтобы он включал технологию вакуумных трубок и даже механических машин на ручных кривошипях, линию можно расширить больше чем 100 лет назад

- 1970-е годы. Интегральные платы, содержащие сотни транзисторов, создали миникомпьютер, который был размером с большой стол.
- 1980-е годы. Микросхемы, содержащие десятки миллионов транзисторов, сделали возможными персональные компьютеры, способные поместиться внутри портфеля.
- 1990-е годы. Интернет соединил сотни миллионов компьютеров в единую глобальную компьютерную сеть.
- 2000-е годы. *Повсеместные вычисления* отделили чипы от компьютера, поэтому чипы рассеялись в окружающую среду.

Таким образом, старая парадигма (один чип внутри настольного компьютера или ноутбука, подключенного к процессору компьютера) заменяется новой парадигмой: тысячи чипов, разбросанных внутри каждого артефакта, таких как мебель, техника, картины, стены, автомобили, одежда и т. д. — все они способны говорить друг с другом через подключение к Интернету.

Когда чипы вставляются в предметы или приборы, они чудесным образом преобразуются. Если чипы вставляются в пишущие машинки, они становятся текстовыми процессорами. Если их вставляют в телефоны, они становятся мобильными. При вставке чипа в камеры они становятся цифровыми. Пинбол становится видеоигрой. Пластинки превращаются в iPod⁴⁾. Самолеты становятся смертоносными беспилотниками-хищниками. Каждый раз промышленность революционизируется и возрождается на новом уровне. В конце концов, почти все вокруг нас становится разумным. Чипсы будут настолько дешевыми, что даже будут стоить дешевле пластиковой обертки и заменят даже штрих-коды. Компании, которые не делают свою продукцию интеллектуальной, могут оказаться вытесненными из бизнеса конкурентами.

Конечно, нас все равно будут окружать компьютерные мониторы, но они будут напоминать обои, рамки для фотографий или семейные фотографии, а не компьютеры. Представьте себе все картины и фотографии, которые украшают наши дома сегодня; теперь представьте, что всё это анимировано, движется и подключено к Интернету. Когда мы выйдем на улицу, мы увидим, как двигаются изображения, так как движущиеся изображения будут стоить столько же как и статические.

Будущее компьютеров как и других массовых технологий, таких как электричество, бумага вода и т. д., заключается в том, чтобы стать невидимыми, то есть вращаться в ткани нашей жизни, быть везде и нигде, то есть, тихо и беспрепятственно выполняя наши желания.

Например, сегодня, когда мы входим в комнату, мы автоматически ищем выключатель света, так как мы предполагаем, что комната электрифицирована. В будущем, первое, что мы будем делать при входе в комнату — это искать интернет-портал, потому что мы ожидаем, что комната интеллектуальна. Как писатель Макс Фриш (*Max Frisch*) сказал однажды: *Технология - это умение так организовать мир, чтобы у нас не возникало необходимости "трогать" его.*

Закон Мура позволяет предсказать эволюцию компьютера в ближайшем будущем. В ближайшее десятилетие чипы будут объединены со сверхчувствительными датчиками, так чтобы они могли обнаруживать болезни, несчастные случаи, чрезвычайные ситуации и предупреждать нас, прежде чем ситуации выйдут из-под контроля. Они будут в определенной степени распознавать человеческий голос, лицо и разговаривать на официальном языке. Они смогут создавать целые виртуальные миры, о которых мы можем только мечтать сегодня. Около 2020 года цена чипа может упасть примерно до "копейки", сравнимой со стоимостью макулатуры. Мы будем иметь миллионы чипов, распределенных повсюду в нашей среде, которые будут молча выполнять наши приказы. В конечном счете, само слово *компьютер* исчезнет из разговорного языка.

⁴⁾ iPod — торговая марка серии портативных медиапроигрывателей компании Apple.

Чтобы иметь возможность обсуждать будущее развитие науки и техники, я разделил каждую главу на три периода: ближайшее будущее (до 2030 год), середина века (2030 – 2070 годы) и, наконец, далекое будущее (2070 – 2100 годы). Разумеется, эти периоды времени являются лишь приблизительными, но они показывают временные рамки для различных тенденций, описанных в этой книге.

Стремительный рост компьютерной мощи к 2100 году даст нам такую же силу, как у богов мифологии, которым мы когда-то поклонялись, что позволит нам контролировать мир вокруг нас одной мыслью. Подобно богам мифологии, которые могли перемещать предметы и изменять жизнь простым взмахом руки или кивком головы, мы тоже сможем управлять окружающим миром силой нашего разума. Мы будем находиться в постоянном ментальном контакте с чипами, разбросанными в нашей среде, которые будут молча выполнять наши команды.

Я помню, как однажды смотрел эпизод из *Star Trek*⁵⁾, в котором экипаж звездолета *Enterprise* наткнулся на планету, населенную греческими богами. Перед ними предстал возвышающийся бог Аполлон – гигантская фигура, которая могла поразить и ошеломить экипаж божественными подвигами. Наука двадцать третьего века была бессильна сразиться с Богом, который правил с небес тысячи лет назад в Древней Греции. Но как только члены экипажа оправались от шока встречи с греческими богами, они вскоре поняли, что должен был быть какой-то источник такой силы, а Аполлон должен просто быть в умственном контакте с центральным компьютером и электростанцией, которые выполняли его желания. Как только экипаж обнаружил и уничтожил источник питания, Аполлона "сократили" до обычного смертного.

Конечно же, это была просто голливудская сказка. Тем не менее, распространяя радикальные открытия, которые сейчас делаются в лабораториях, ученые могут представить себе день, когда мы тоже сможем использовать телепатический контроль над компьютерами, чтобы получить силу Аполлона.

БЛИЖАЙШЕЕ БУДУЩЕЕ (до 2030 года)

ИНТЕРНЕТ-ОЧКИ И КОНТАКТНЫЕ ЛИНЗЫ

Сегодня мы можем общаться по Интернету с помощью компьютеров и сотовых телефонов. Но в будущем Интернет будет везде – в настенных экранах, мебели, на рекламных щитах и даже в очках и контактных линзах. Достаточно буде моргнуть, мигнуть или воспроизвести что-либо подобное в виде зайчика-сигнала, и мы можем сразу войти и в Интернет.

Есть несколько способов непосредственного получения информации из Интернета. Изображение может поступить от стёкол очков сразу в объектив наших глаз или на сетчатку. Изображение также может быть спроецировано на объектив, который будет играть роль экрана – он же может быть прикреплен к оправе очков, как маленькая ювелирная линза. А если мы будем смотреть через очки, мы будем видеть Интернет, как будто смотрим на экран кино. Управлять им мы сможем с помощью портативного устройства, которое должно управлять компьютером через беспроводное соединение. Мы также можем просто двигать пальцами в воздухе, чтобы контролировать изображение, так как компьютер будет распознавать положение наших пальцев, когда мы ими манипулируем.

С 1991 года ученые из вашингтонского университета работают над усовершенствованием виртуального дисплея сетчатки VRD (*virtual retinal display*), на котором красный, зеленый и синий

⁵⁾ *Star Trek* (Звёздный путь) – американская научно-фантастическая "медиафраншиза", включающая в себя несколько телевизионных сериалов, полнометражных фильмов, сотни книг и рассказов, огромное количество компьютерных игр. По мотивам киноэпопеи создано множество фан-артов.

лазерный свет попадают непосредственно на сетчатку глаза. С полем зрения 120 градусов и разрешением 1600×1200 пикселей дисплей VRD может воспроизводить великолепное, правдоподобное изображение, которое соответствует увиденному в кинотеатре. Изображение можно создать с помощью шлема, очков или других специальных приспособлений.

Еще в 1990-х годах у меня была возможность попробовать интернет-очки. Это была ранняя версия, созданная учеными Медиа-лаборатории в Массачусетском технологическом институте ([Media Lab at MIT](#)). Это было похоже на обычную пару очков, за исключением цилиндрической линзы длиной около $\frac{1}{2}$ дюйма, прикрепленной к правому углу. Я мог смотреть через очки без каких-либо проблем. Но если я постукивал по очкам, крошечная линза смещалась перед глазом. Вглядываясь же в объектив, я мог четко разглядывать весь экран компьютера — только немного меньше, чем стандартный экран ПК. Я был удивлен тем, насколько это было ясно, почти как будто экран смотрел мне в лицо. В руках я держал устройство с кнопками размером с мобильный телефон. Нажимая кнопки, я мог управлять курсором на экране и даже вводить инструкции.

В 2010 году для специального научного канала я отправился в Форт-Беннинг, штата Джорджия ([Fort Benning, Georgia](#)), чтобы проверить последнюю версию эмулятора "*Интернет на поле боя*" ([Internet for the battlefield](#)) для армии США, называемую "*Воин Земли*"⁶⁾. Я надел специальный шлем с миниатюрным экраном, прикрепленным сбоку. Когда я перевернул экран на глазах, внезапно я увидел поразительное изображение — все поле битвы с X-маркировкой, местоположением дружественных и вражеских войск. Примечательно, что "среда войны" была снята с помощью GPS-датчиков, точно определяющих положение всех войск, танков и строений. При нажатии на кнопку, изображение быстро менялось, предоставляя Интернет в моем распоряжении на поле боя, с информацией о погоде, расположении дружественных и вражеских сил, а также данные стратегии и тактики.

Гораздо более продвинутая версия будет иметь связь с Интернетом непосредственно через чип, вставленный в контактные линзы и ЖК-дисплей в пластике. Бабак А. Парвиз ([Babak A. Parviz](#)) и его группа в Вашингтонском университете Сиэтла ([University of Washington in Seattle](#)) закладывают основу для контактных линз Интернета, разрабатывая прототипы, которые в конечном итоге могут изменить способ доступа к Интернету.

Он предвидит, что одно из непосредственных применений этой технологии может помочь диабетикам регулировать уровень глюкозы. Объектив покажет немедленные изменения условий внутри их организма. Но это только начало. В конце концов, Парвиз предвидит день, когда мы сможем загрузить любой фильм, песню, веб-сайт или часть информации из Интернета в контактную линзу. У нас будет полная система домашних развлечений в объективе, когда мы сможем просто лежать и наслаждаться полнометражными фильмами. Мы можем также использовать это для того чтобы соединиться с компьютером офиса через объектив и работать с файлами, которые предстанут перед нами. Не уходя с пляжа, мы сможем провести телеконференцию в офисе всего лишь моргнув.

Вставляя некоторые программы распознавания образов в интернет-очки, они также смогут распознавать объекты и даже лица людей. Уже сейчас некоторые программы распознают введенные лица с точностью более 90%. Не только имена, но и биографий людей, о которых вы говорите, могут мелькать перед вами во время разговора. На встрече вы можете наткнуться на кого-то, кого вы знаете, но чье имя вы не можете вспомнить. Это может служить важной функцией на встречах, где присутствует много незнакомцев, некоторые из которых для вас очень важны, но вы не знаете, кто они. В будущем вы сможете идентифицировать незнакомцев и знать

⁶⁾ "*Воин Земли*" (Land Warrior) — американский проект перевооружения военнослужащих взводного звена, использующий высокотехнологичную интеграцию тактического вооружения со средствами обеспечения связи, навигации и управления. Проект отменялся в 2007 году, но был возобновлен в 2008 году. Хотя технологичность является одним из самых важных направлений развития вооруженных сил США, на деле выявилось то, что солдаты-пехотинцы слабо ощущали на себе результаты этой технологии.

их происхождение, даже когда вы говорите с ними (это несколько похоже на мир, видимый роботизированными Голливудом глазами "Терминатора").

Это может изменить и систему образования. В будущем студенты, сдающие выпускной экзамен, смогут молча сканировать Интернет через контактные линзы для получения ответов на вопросы, что создаст очевидную проблему для преподавателей, цель которых отличить на экзамене мышление от механического запоминания. Это означает, что и педагогам придется напряженно думать поэтому поводу.

Ваши очки также могут иметь крошечную видеокамеру, поэтому она сможет снимать ваше окружение, а затем транслировать изображения непосредственно в Интернет. Люди во всем мире могут делиться своим опытом по мере его возникновения. Что бы вы ни смотрели, тысячи других смогут увидеть это. Родители будут знать, что делают их дети. Влюбленные могут делиться опытом, когда расстаются. Люди на концертах смогут донести свое волнение до поклонников по всему миру. Инспекторы посетят далекие фабрики, а затем телепортируют живые изображения прямо в контактные линзы босса, один супруг может делать покупки, в то время как другой делает комментарии о том, что купить.

Уже сейчас Парвизу удалось миниатюризировать компьютерный чип так, что его можно поместить внутри полимерной пленки контактной линзы. Он успешно поместил светоизлучающий диод в контактную линзу, а теперь работает над целым массивом светодиодов 8×8 . Его контактная линза может управляться беспроводным соединением. Парвиз утверждает, что эти компоненты в конечном итоге будут включать сотни светодиодов, которые будут формировать изображения перед глазами — такие как слова, диаграммы и фотографии. Поскольку большая часть оборудования полупрозрачна, владельцы смогут перемещаться по своему окружению, не наталкиваясь на предметы и не дезориентируясь. Конечная же цель, до которой еще много лет — создать контактные линзы с 3600 пикселями, каждая толщиной не более 10 микрон.

Одним из преимуществ интернет-контактных линз является то, что они потребляют очень мало энергии — всего несколько милливатт. Поэтому они очень эффективны с точки зрения энергетических потребностей и не будут разряжать батарею. Еще одно преимущество заключается в том, что глаз и зрительный нерв являются, в некотором смысле, прямым расширением головного мозга человека. Именно так мы можем получить прямой доступ к человеческому мозгу, без вживления электродов. Глаз и зрительный нерв передают информацию со скоростью, превышающей скоростное подключение к интернету. Таким образом, интернет-контактные линзы обеспечивают, возможно, наиболее эффективный и быстрый доступ к мозгу.

Передача изображения на глаз через контактные линзы немного сложнее, чем для интернет-очков. Светодиод может создавать точку или пиксель света, однако необходимо добавить микро-линзу, чтобы она фокусировалась непосредственно на сетчатке. Окончательное изображение должно бы появиться и "плавать" в диапазоне около двух футов. Более продвинутый дизайн, который рассматривает Парвиз, заключается в использовании микролазеров для отправки резкого изображения непосредственно на сетчатку. Такая технология используется в индустрии чипсетов при вырезке мельчайших транзисторов. Поэтому можно вытравливать микролазеры тех же размеров, делая самые малые в мире лазеры. Для лазеров с поперечными размерами около 100 атомов, в принципе, возможно использовать технологию как и для транзисторов, при этом мы могли бы упаковать миллионы лазеров на чип размером с ноготь.

АВТОМОБИЛЬ БЕЗ ВОДИТЕЛЯ

В ближайшем будущем мы сможем безопасно просматривать веб-страницы через контактные линзы во время вождения автомобиля. Поездка на работу не будет такой мучительной, потому что автомобили будут ездить сами. Уже сейчас беспилотные автомобили, используя GPS для определения своего местоположения с точностью до нескольких футов, могут проехать сотни

миль. Агентство передовых оборонных исследовательских проектов Пентагона DARPA ([Defense Advanced Research Projects Agency](#)) спонсировало конкурс под названием DARPA Grand Challenge, в котором предлагается представить беспилотные автомобили для гонки по пустыне Мохаве, чтобы претендовать на приз в размере 1 млн. долларов. DARPA продолжает свою давнюю традицию финансирования рискованных, но перспективных технологий.

К примерам проектов Пентагона относятся и Интернет, который первоначально был предназначен для объединения ученых и должностных лиц во время и после ядерной войны, и систему GPS, которая первоначально была разработана для управления ракетами МБР. Но и Интернет, и GPS были рассекречены и переданы общественности после окончания Холодной войны.

В 2004 году конкурс потерпел неудачу: ни один автомобиль без водителей не смог проехать 150 миль по пересеченной местности и пересечь финишную черту. Машины-роботы либо ломались, либо заблудились. Но в следующем году пять машин прошли более сложную трассу. Машины должны были ездить по дорогам, которые включали 100 крутых поворотов, три узких туннеля и дорожки с отвесными краями с обеих сторон.

Некоторые критики утверждают, что роботизированные автомобили могут путешествовать по пустыне, но не в центре города. Однако в 2007 году DARPA спонсировала еще более амбициозный проект Urban Challenge, в котором роботизированные автомобили должны были пройти изнурительный 60-мильный путь через макет городской территории, менее чем за шесть часов. Автомобили должны были подчиняться всем правилам дорожного движения, избегать других автомобилей-роботов по ходу и согласовывать четырехсторонне пересечения. Шесть команд успешно завершили конкурс Urban Challenge, а три лучших получили призы в размере 2 млн., 1 млн. и 500,000 долларов.

Цель Пентагона – сделать полностью одну треть сухопутных сил США автономными к 2015 году. Это может оказаться жизненно важным, поскольку с недавних пор большинство жертв было от фугасов. В будущем многие американские военные машины вообще не будут иметь водителей. Но для потребителя это может означать появление автомобилей, которые управляются одним нажатием кнопки, позволяя водителю работать, отдыхать, любоваться пейзажем, смотреть фильм или путешествовать по Интернету.

У меня был шанс самому сесть за руль одной из этих машин для телевизионного спецвыпуска на канале Дискавери. Это был гладкий спортивный автомобиль, модифицированный инженерами университета штата Северная Каролина ([North Carolina State University](#)) так, чтобы он стал полностью автономным. Его компьютерная система имела мощность восьми ПК. Войти в машину для меня оказалось некоторой проблемой, так как интерьер машины был переполнен. Везде внутри я видел сложные электронные компоненты, сложенные на сиденьях и приборной панели. Когда я взял руль, я заметил, что у него есть специальный резиновый кабель, подключенный к небольшому двигателю, а компьютер, управляя мотором, то мог поворачивать и руль.

После того, как я повернул ключ, нажал на акселератор и направил машину на шоссе, я щелкнул переключателем, который позволил компьютеру взять управление на себя. Я убрал руки с руля, и машина поехала сама. У меня была полная уверенность в машине, компьютер которой постоянно делал крошечные регулировки через резиновый кабель на руле. Сначала было немного жутковато замечать, что руль и педаль акселератора двигались сами по себе. Казалось, что был невидимый, призрачный водитель, который взял на себя контроль, но через некоторое время я привык к этому. На самом деле, позже это понравилось, поскольку позволило расслабиться в автомобиле, который ехал сам с нечеловеческой точностью и мастерством. Я мог сидеть сложа руки и наслаждаться поездкой.

Сердцем беспилотного автомобиля является система GPS, которая позволяет компьютеру определять свое положение с точностью до нескольких футов. Инженеры говорили мне, что

система GPS может определить положение автомобиля с точностью до дюйма. Сама же система GPS – это чудо современной технологии. Каждый из тридцати двух спутников GPS, вращающихся вокруг Земли, испускает определенную радиоволну, которая затем улавливается приемниками GPS в машине. Сигнал от каждого спутника слегка искажен, поскольку они движутся по несколько различным орбитам. Это искажение называется доплеровским сдвигом. Радиоволны "сжимаются", если спутник движется к вам, и "растягиваются", если он отдаляется от вас. Анализируя небольшие искажения частот от трех или четырех спутников, компьютер автомобиля может точно определить положение автомобиля.

Автомобиль также имел внешний радар для того, чтобы иметь возможность "ощущать" препятствия. Это должно иметь решающее значение в будущем, так как каждый автомобиль должен автоматически принимать экстренные меры при обнаружении надвигающейся катастрофы. Сегодня почти 40 000 человек в Соединенных Штатах ежегодно погибают в автомобильных авариях. В дальнейшем слова *автомобильная авария* могут постепенно исчезнуть из английского языка.

Пробки также могут остаться в прошлом. Центральный компьютер сможет отслеживать все движения каждого автомобиля на дороге, общаясь с каждым водителем автомобилей. Он сможет легко обнаруживать пробки и узкие места на дорогах. В одном эксперименте, проведенном к северу от Сан-Диего на межштатной автомагистрали 15, чипы были размещены на дороге так, что центральный компьютер взял под контроль все автомобили на дороге. В случае возникновения пробок компьютер останавливал движение и организовывал свободное перемещение.

Автомобиль будущего также сможет "ощущать" и другие опасности. Тысячи людей погибли или получили ранения в автомобильных авариях, когда водитель засыпал, особенно ночью или в длительных, монотонных поездках. Сегодня компьютеры могут сосредоточиться на ваших глазах и распознать явные признаки сонливости. Компьютер будет запрограммирован так, чтобы производить звук, чтобы разбудить вас. Если это не удастся, компьютер возьмет на себя управление автомобилем. Компьютеры смогут также распознавать наличие чрезмерного количества алкоголя в автомобиле, что сможет уменьшить тысячи смертельных случаев, связанных с алкоголем, которые происходят каждый год.

Переход на интеллектуальные автомобили произойдет не сразу. Во-первых, сначала военные развернут эти машины у себя и в процессе эксплуатации отработают любые недочёты. Затем роботизированные автомобили выйдут на рынок, появившись сначала на длинных, скучных участках межгосударственных автомагистралей. Далее они появятся в пригородах и крупных городах. При всех положительных новациях водитель всегда будет иметь возможность блокировать компьютер в случае возникновения чрезвычайной ситуации. И, в конце концов, мы зададимся вопросом, как же мы могли жить без них.

ЧЕТЫРЕХСТЕННЫЕ ЭКРАНЫ

Компьютеры смогут не только снять нагрузку при поездках на работу и уменьшить количество автомобильных аварий, но помогут и связать нас с друзьями и знакомыми. В прошлом некоторые люди жаловались на то, что компьютерная революция обесчеловечила и изолировала нас. Фактически же, она позволит нам экспоненциально расширить друзей и знакомых. Когда вы почувствуете одиночество или потребность раствориться в компании, вы просто попросите свой настенный экран настроить игру в бридж с другими одиночными людьми и в любой точке мира. Если вам потребуется помощь в планировании отпуска, организации поездки или определении даты, вы сделаете это с помощью настенного экрана.

В будущем, "дружелюбное" лицо может впервые появиться на экране вашей стены (лицо, которое вы можете изменить в соответствии со своими предпочтениями). Вы попросите его

спланировать для вас отпуск. Оно уже знает ваши предпочтения, просканирует Интернет и выдаст вам список наилучших возможных вариантов по самым выгодным ценам.

Семейные собрания также могут проводиться через настенный экран. Все четыре стены вашей гостиной будут настенными экранами, так что вы будете окружены изображениями ваших родственников из далека. В будущем, возможно, что какой-либо родственник не сможет приехать по важному поводу. Тогда семья может собраться вокруг экрана стены и отпраздновать воссоединение, которое явится частью реальным и частью виртуальным. Или, через контактную линзу, вы сможете увидеть изображения всех ваших близких, как если бы они были на самом деле там, даже если они находятся за тысячи миль. Некоторые комментаторы отмечали, что Интернет изначально задумывался Пентагоном как устройство "мужского" рода, то есть было связано с доминированием врага в военное время. Но сейчас Интернет — это в основном устройство "женского" рода, поскольку речь идет о том, чтобы протянуть руку и коснуться кого-то.

Телеконференции заменятся телеприсутствием: в очках или контактных линзах появятся полноценные 3D изображения и звуки человека. На встрече, например, все будут сидеть за столом, за исключением некоторых участников, которые будут появляться только в вашем объективе. Без объектива вы бы увидели, что некоторые стулья вокруг стола пусты, однако с вашим объективом, вы увидите изображение каждого сидящим на своём стуле. Это означает, что все участники будут сняты на видео специальной камерой вокруг аналогичного стола, а затем их изображения будут отправлены через Интернет.

В фильме "*Звездные войны*"⁷⁾ зрители были поражены, увидев трехмерные изображения людей, появляющихся в воздухе. Но используя компьютерные технологии, мы сможем увидеть эти трехмерные изображения в наших контактных линзах, очках или настенных экранах в будущем.

Поначалу может показаться странным разговаривать с пустой комнатой. Но помните, когда телефон только вышел, некоторые сетовали на то, что люди будут говорить с бестелесными голосами. Они сетовали на то, что это постепенно заменит прямые личные контакты. Критики были правы, но сегодня мы не против поговорить с бестелесными голосами, Потому что это значительно расширило круг наших контактов и обогатило нашу жизнь.

Это также может изменить и вашу личную жизнь. Если вы одиноки, то экран стены будет знать ваши прошлые предпочтения — физические и социальные характеристики, ну, а если захотите реальной встречи, Интернет просмотрит и оценит эту возможность. Поскольку люди иногда лгут в своих профилях, в качестве меры безопасности ваш экран будет автоматически сканировать историю каждого человека, чтобы обнаружить ложь в биографии.

ГИБКАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БУМАГА

Цена телевизоров с плоским экраном стоимостью более чем \$10,000, упала примерно в пятьдесят раз всего за десятилетие. В будущем, цены на плоские экраны, которые покрывают всю стену, также резко упадут в цене. Эти экраны-стены станут гибкими и сверхтонкими, используя OLEDs (органические светоизлучающие диоды). Они похожи на обычные светоизлучающие диоды, за исключением того, что они основаны на органических соединениях, которые могут быть расположены в полимере, что делает их гибкими. Каждый пиксель на гибком экране подключен к транзистору, который контролирует цвет и интенсивность света.

Уже сейчас ученые из центра гибких дисплеев государственного университета Аризоны работают с Hewlett-Packard и военными ведомствами США над совершенствованием этой

⁷⁾ "*Звёздные войны*" (*Star Wars*) — фантастическая эпопея, включающая в себя 10 кинофильмов, а также анимационные сериалы, мультфильмы, телефильмы, книги, комиксы, видеоигры, игрушки и прочие произведения, созданные в рамках единой фантастической Вселенной "*Звёздных войн*", задуманной и реализованной американским режиссёром Джорджем Лукасом в конце 1970-х годов и позднее расширенной.

технологии. Рыночные механизмы снизят стоимость этой технологии и доведут ее до общедоступных. По мере того как цены идут вниз, цена экранов стены может окончательно приблизиться к цене обычных обоев. Таким образом, в будущем, при размещении обоев, можно будет также устанавливать настенные экраны. Когда же мы пожелаем изменить картину на наших обоях, мы просто нажмем кнопку. Сделать ремонт будет так же просто.

Гибкая технология экрана может также революционизировать взаимодействие с нашими портативными компьютерами. Нам не нужно будет тащить с собой тяжелые ноутбуки. Ноутбук может быть простым листом OLED⁸⁾, который мы складываем и помещаем в сумки. Мобильный телефон тоже может иметь гибкий экран, который можно вытащить как свиток. Далее, вместо того, чтобы напрягаться при печати на крошечной клавиатуре мобильного телефона, вы сможете вытащить гибкий экран настолько большой, насколько потребуется.

Такая технология также позволяет изготавливать для ПК полностью прозрачные экраны. В ближайшем будущем мы можем посмотреть в окно, помахав руками, и вдруг окно превратится в экран ПК или в любое изображение, которое вдруг мы захотим, то есть мы могли бы смотреть в окно и за тысячи миль от себя.

Сегодня у нас есть бумага, на которой мы сточим что-то, а потом выбрасываем. В будущем у нас могут появиться рабочие компьютеры, которые не будут иметь особой собственной идентичности. Мы будем строчить с помощью них и тут же отбрасывать. Сегодня, мы аранжируем наши стол и мебель вокруг компьютера, что и представляет наш офис. В будущем, настольный компьютер может вообще исчезнуть, а файлы будут двигаться вместе с нами, при переходах с места на место, из комнаты в комнату, или из офиса в дом. Это даст нам "бесшовную" информацию – в любое время и в любом месте. Сегодня в аэропортах мы можем видеть сотни путешественников с ноутбуками. Для работы с информацией, оказавшись в отеле, они должны подключиться к Интернету. Однако по возвращении домой, они должны будут загрузить полученные файлы в свои настольные компьютеры. В будущем же вам никогда не придется таскать за собой компьютер, так как везде, где бы вы ни повернулись – стены, картины и мебель, могут соединить вас с Интернетом, даже если вы находитесь в поезде или автомобиле. Эта технология называется *облачными вычислениями*, где вам выставляется счет не за компьютеры, а за компьютерное время, рассматривая вычисления как утилиту, которая измеряется и оценивается как вода или электричество, что является ранним примером этого.

ВИРТУАЛЬНЫЙ МИР

Цель *повсеместных вычислений* – принести компьютер в наш мир: поставить чипы повсюду. Цель виртуальной реальности противоположна: поместить нас в мир компьютера. Виртуальная реальность впервые была введена военными в 1960-х годах как способ обучения пилотов и солдат с использованием симуляций ситуаций. Пилоты могли практиковать посадку на палубу авианосца, наблюдая за своими действиями через экраном компьютера, управляя ситуацией с помощью джойстика. А в случае ядерной войны генералы и политические лидеры из отдаленных мест могли бы тайно встречаться в киберпространстве.

Сегодня, когда компьютерные мощности растут в геометрической прогрессии, можно жить в моделируемом мире, где появляется возможность управлять от лица аватара (анимированного изображения), которое представляет вас. Вы можете встретить других аватаров, исследовать воображаемые миры и даже влюбиться и выйти замуж. Вы также сможете покупать виртуальные предметы на виртуальные деньги, которые затем могут быть преобразованы в реальные деньги.

⁸⁾ OLED - технология на органических светодиодах, которая обещает насыщенные цвета, включая глубокий чёрный, и сокращение размытия в движении.

Один из самых популярных сайтов, Second Life⁹⁾, зарегистрировал 16 миллионов аккаунтов к 2009 году. В том же году несколько человек зарабатывали более миллиона долларов в год, используя Second Life. (Прибыль, которую вы получаете, однако, облагается налогом США правительство, которое считает его реальным доходом.)

Виртуальная реальность уже является основным продуктом видеоигр. В будущем по мере того, как мощность компьютера будет увеличиваться, через свои очки или настенный экран, вы также сможете посещать нереальные миры. Например, если вы хотите отправиться за покупками или посетить экзотическое место, вы можете сначала сделать это с помощью виртуальной реальности, перемещаясь по экрану компьютера, как если бы вы действительно были там. Таким образом, вы сможете прогуляться по Луне, отдохнуть на Марсе, сделать покупки в дальних странах, посетить любой музей и решить для себя, куда вы хотите отправиться.

В определенной степени, вы также, будете иметь возможность чувствовать и касаться объектов в этом кибермире. Это называется *тактильной технологией* и позволяет почувствовать присутствие объектов, которые генерируются компьютером. Эта технология была впервые разработана учеными, которым приходилось обращаться с высокорadioактивными материалами с дистанционно управляемыми роботизированными руками, и военными, которые хотели, чтобы пилоты чувствовали сопротивление джойстика в симуляторе полета.

Чтобы моделировать чувство прикосновения ученые создали устройство, прикрепленное к пружинам и шестерёнками, так что, когда вы нажимаете пальцами на устройстве, оно отталкивается назад, имитируя ощущение давления. Например, когда вы перемещаете пальцы по столу, это устройство может имитировать ощущение твердой деревянной поверхности. Таким образом вы можете почувствовать присутствие объектов, которые видны в очках виртуальной реальности, завершая иллюзию того, что вы где-то в другом месте.

Для того чтобы создать ощущение текстуры, другой прибор позволит вашим пальцам пройти через поверхность, содержа тысячи малюсеньких штырей. По мере того как пальцы двигаются, высота каждого штыря контролируется компьютером так, что они смогут симитировать особенности текстуры поверхностей, бархатистой ткани или грубой шерсти. В дальнейшем, надев специальные перчатки, можно будет воспроизвести реалистичное ощущение прикосновения к различным предметам и поверхностям.

Это имеет важное значение, например, при подготовки хирургов в будущем, так как хирург должен быть в состоянии чувствовать давление при выполнении деликатной хирургии, а пациентом может быть 3D голографическое изображение. Это также немного приближает нас к голопалубе¹⁰⁾ серии Star Trek, где вы блуждаете в виртуальном мире и можете касаться виртуальных объектов. Когда вы бродите по пустой комнате, вы можете видеть фантастические объекты в своих очках или контактных линзах. Когда вы протягиваете руку и хватаете их, тактильное устройство поднимается с пола и имитирует объект, к которому вы прикасаетесь.

У меня была возможность лично увидеть эти технологии, когда я посетил от научного канала "пещеру" (Cave automatic virtual environment) в университете Роуэна в Нью-Джерси ([Rowan University in New Jersey](#)). Я вошел в пустую комнату, где меня окружили четыре стены, каждая из которых освещалась проектором. На стенах могли возникать 3D изображения, давая иллюзию путешествий в другой мир. В одной демонстрации меня окружили гигантские, свирепые динозавры. Управляя джойстиком, я мог прокатиться на спине тираннозавра или даже попасть ему

⁹⁾ Second Life — трёхмерный виртуальный мир с элементами социальной сети, который насчитывает свыше 1 млн активных пользователей. Проект был разработан и запущен в 2003 году компанией Linden Lab, расположенной в Сан-Франциско и основанной Филиппом Росдэйлом, бывшим СТО Real Networks.

¹⁰⁾ Голопалуба (англ. Holodeck) — это машина из научно-фантастической фильма "Звёздный путь". Она представлена как промежуточная среда, в которой участники могут взаимодействовать с различными вариантами виртуальной реальности. С точки зрения повествования, голопалуба позволяет закладывать большее разнообразие мест и персонажей, которые в других условиях были бы невозможны, таких, например, как события и люди в прошлом Земли.

прямо в пасть. Затем я посетил Абердинский полигон в Мэриленде, где американские военные продемонстрировали самую современную версию голопалубы. Датчики были установлены на шлеме и рюкзаке, так что компьютер точно знал положение моего тела. Затем я пошел по всенаправленной сложной беговой дорожке, которая позволяла ходить в любом направлении, оставаясь на одном месте. Я вдруг оказался на поле боя, уворачиваясь от пуль вражеских снайперов. Я мог бежать в любом направлении, прятаться в любом переулке, бежать по любой улице, трехмерные изображения на экране при этом мгновенно менялись. Я мог даже лежать на полу — соответственно менялись и экраны. Я думаю, что в будущем можно будет испытать полное погружение, например, участвовать в воздушных боях с инопланетными космическими кораблями, убегать от неистовых монстров или резвиться на пустынном острове, не выходя из своей гостиной.

МЕДИЦИНСКАЯ ПОМОЩЬ В БЛИЖАЙШЕЕ ВРЕМЯ

Посещение кабинета врача полностью преобразится. Обычную проверку, когда вам необходимо "поговорить с врачом", вероятно, будет осуществлять роботизированная программа, которая появляется на экране вашей стены и сможет правильно диагностировать до 95 процентов всех распространенных заболеваний. Ваш "доктор" может выглядеть как человек, но на самом деле это будет анимированное изображение, запрограммированное задавать определенные простые вопросы. "Доктор" также будет иметь полную запись ваших генов, и будет рекомендовать курс лечения, который учитывает все ваши генетические факторы риска.

Для того чтобы диагностировать проблему в здоровье, "доктор" просто попросит вас провести зондом над своим телом. В оригинальном сериале Star Trek публика была поражена, увидев устройство под названием трикодер, которое могло мгновенно диагностировать любую болезнь и заглянуть внутрь тела. Но вам не придется ждать до двадцать третьего века этого футуристического устройства. Уже сейчас МРТ-аппараты, которые весят несколько тонн и заполняют всю комнату, были миниатюризированы примерно до фута. Но в конечном итоге, они станут такими же маленькими как сотовый телефон. Используя его один раз, вы сможете увидеть внутри все свои органы.

Компьютеры обработают полученные трехмерные изображения и поставят диагноз. Этот зонд также сможет определить в течение нескольких минут наличие широкого спектра заболеваний, в том числе рака и за несколько лет до образования опухоли. Зонд будет содержать ДНК-чипы, кремниевые чипы, которые имеют миллионы крошечных датчиков и могут обнаружить присутствие контрольных ДНК многих заболеваний.

Конечно, многие не любят ходить к врачу. Но в будущем ваше здоровье будет молча и без усилий контролироваться несколько раз в день без вашего ведома. Ваш туалет, зеркало в ванной комнате и одежда будут иметь чипы ДНК, чтобы молча определять, есть ли у вас колонии рака всего в нескольких сотнях клеток, растущих в вашем теле. У вас будет больше датчиков, скрытых в вашей ванной комнате и одежде, чем сегодня в современной больнице или университете. Например, просто дунув на зеркало, можно обнаружить ДНК мутировавшего белка p53, который участвует в 50 процентах всех распространенных видов рака. Это означает, что слово опухоль постепенно исчезнет из английского языка.

Сегодня, если вы попадете в автомобильную аварию в дороге, вы можете легко истечь кровью. Но в будущем ваша одежда и автомобиль автоматически вступят в действие при первых признаках травмы: вызов скорой помощи, определение местоположения вашего автомобиля, загрузка всей вашей медицинской истории. Всё это будет происходить пока вы находитесь без сознания. В будущем будет трудно умереть в одиночестве. Ваша одежда будет чувствовать любые нарушения в сердцебиении, дыхании и даже мозговых волнах с помощью крошечных чипов,

вплетенных в ткань, поскольку когда одеваются, вы автоматически заходите в режим on-line с Интернетом.

Сегодня в таблетку размером с аспирин можно поместить чип, в комплекте с телекамерой и радио. При заглатывании её, "умная таблетка" принимает ТВ-изображения пищевода и кишечника, и после этого передает сигналы по радио к близрасположенному приемнику. Это придает новый смысл слогану "Intel внутри". Таким образом, врачи могут фотографировать кишечник пациента и выявлять раковые заболевания без проведения колоноскопии (что влечет за собой неудобства введения трубки длиной шесть футов в толстую кишку). Микроскопические устройства, подобные этим, также постепенно уменьшат число необходимых хирургических операций при диагностике.

Это лишь пример того, как компьютерная революция повлияет на наше здоровье. Мы обсудим революцию в медицине более подробно в главах 3 и 4, где также обсудим генную терапию, клонирование и изменение продолжительности жизни человека.

ЖИЗНЬ КАК В СКАЗКЕ

Поскольку компьютерный интеллект станет настолько дешевым и распространенным в окружающей среде, некоторые футуристы комментируют будущее как нечто, что может выглядеть как сказка. Если мы приобретаем силу богов, то небеса, в которых мы живем, будут выглядеть как мир фантазий. Будущее Интернета, например, должно стать волшебным зеркалом Белоснежки¹¹⁾. Например, когда мы произнесём фразу: "Зеркало, зеркало на стене ...", — появится дружелюбное лицо, позволяющее нам получить доступ к мудрости планеты. Размещённые чипы в наши игрушки, сделав их умными, как Пиноккио¹²⁾ — куклы, которая хотела быть настоящим мальчиком или как Покахонтас¹³⁾, позволят поговорить нам с "ветрами и деревьями", и они ответят нам. То есть, мы будем считать, что объекты разумны и с ними можно разговаривать.

Поскольку компьютеры смогут обнаруживать многие гены, контролирующие процесс старения, а мы сможем быть вечно молоды, как Питер Пэн¹⁴⁾. Мы сможем замедлить и, возможно, обратить вспять процесс старения как мальчики из Неверленда, которые не хотели взрослеть. Дополненная реальность даст нам иллюзию того, что, как Золушка, мы можем прокатиться на фантазийные балы в королевской карете и грациозно потанцевать с красивым принцем. Но в полночь наши очки дополненной реальности выключаются, и мы возвращаемся в реальный мир.

Поскольку компьютеры выявляют гены, которые управляют нашим телом, мы сможем реинжиниринговать наше тело, заменяя органы и меняя внешность, даже на генетическом уровне, как зверь в известной сказке.

¹¹⁾ Белоснежка (нем. *Schneewittchen* от первоначального нижненемецкого *Sneewittchen: Snee* — «снег», *witt* — «белый») — сказка братьев Grimm, опубликованная в 1812 и дополненная в 1854 годах, о прекрасной дочери короля, которую приютили в лесу гномы, спасая от гнева злой мачехи, владеющей волшебным зеркалом. Повествует о зачарованном сне главной героини и её пробуждении благодаря вмешательству королевича.

¹²⁾ Пиноккио (итал. *Pinocchio*) — персонаж сказки Карло Коллоди (1826—1890) "Приключения Пиноккио". История деревянной куклы» (итал. *Le avventure di Pinocchio. Storia d'un burattino*). Среди самых известных иллюстраторов Пиноккио были Роберто Инноченти и Либиико Марайя (1955). Его другие популярные метаморфозы можно увидеть в мультфильме Уолта Диснея, а также в фильме Роберто Бенини.

¹³⁾ Покахонтас (настоящее имя Матоака, ок. 1595, Виргиния — 21 марта 1617, Грейвзэнд) — прозвище индейской принцессы, данное ей отцом Поухатаном — вождём индейского племени поухатанов, жившего на территории современной Виргинии. Прозвище переводится как «маленькая баловница / проказница» (англ. *Little Wanton*).

¹⁴⁾ "Питер Пэн" (англ. *Peter Pan*) — герой 14-й полнометражного мультфильма Уолта Диснея и экранизации одноимённой пьесы (1904) сэра Джеймса Мэттью Барри.

Некоторые футуристы даже опасаются, что всё это может привести к возвращению нас к мистике средневековья, когда большинство людей считало, что все вокруг населяют невидимые духи.

СЕРЕДИНА ВЕКА (2030 - 2070 годы)

КОНЕЦ ЗАКОНА МУРА

Возникает вопрос: как долго может длиться эта компьютерная революция? Если закон Мура будет действовать еще пятьдесят лет, то можно предположить, что компьютеры быстро превысят вычислительную мощность человеческого мозга, а к середине века наступит новая динамика. Как однажды сказал Джордж Харрисон ([George Harrison](#)): "*Все должно пройти.*" Даже действие закона Мура должно закончиться, а вместе с ним и впечатляющий рост компьютерной мощи, который подпитывал экономический рост на протяжении последнего полувека.

Сегодня мы считаем само собой разумеющимся, что нашей заботой от рождения является — иметь компьютер все возрастающей мощности и сложности. Поэтому мы и покупаем новые компьютеры каждый год, зная, что они почти в два раза мощнее, чем прошлогодняя модель. Но если закон Мура рухнет, и каждое поколение компьютерных продуктов имеет примерно ту же мощность и скорость, что и предыдущее, тогда зачем покупать новые компьютеры?

Так как чипы ставятся в широкий спектр вещей, окружающих нас, это может иметь катастрофические последствия для всей экономики. По мере того, как целые отрасли промышленности останавливаются, миллионы людей могут потерять свои рабочие места, а экономика может быть брошена в хаос. Много лет назад, когда мы — физики, указывали на неизбежный крах закона Мура, традиционная индустрия разбивала в пух и пуха наши претензии, подразумевая, что мы напрасно беспокоимся и просто-напросто не верили этому — и не более того.

Два года назад я инициировал крупную конференцию в штаб-квартире Microsoft в Сиэтле. Три тысячи лучших инженеров Microsoft'a были в аудитории, ожидая услышать то, что я должен был сказать о будущем компьютеров и телекоммуникаций. Глядя на огромную толпу, я мог видеть лица молодых, увлеченных инженеров, сидящих за столами и на коленях и которые будут создавать программы для компьютеров. Я был прямолинеен по поводу закона Мура и сказал, что отрасль должна подготовиться к краху. Десять лет назад я был встречен смехом и сникерсами. Но в этот раз я видел как люди кивали головами.

Таким образом, крах закона Мура имеет международное значение, на кону — триллионы долларов. Но как именно это закончится, и что заменит этот закон как двигатель экономики, зависит от законов физики. Ответы на эти вопросы физики в конечном итоге будут раскачивать экономическую структуру капитализма.

Чтобы разобраться в этой ситуации, важно понять, что ошеломительный успех компьютерной революции основывается на нескольких принципах физики.

Во-первых, компьютеры имеют феноменальную производительность потому, что электрические сигналы распространяются со скоростью близкой к скорости света, которая является максимальной скоростью во Вселенной. За одну секунду световой луч может обойти вокруг Земли семь раз или достичь Луны. Электроны, несвязанные с атомами, также легко могут перемещаются (свободные электроны появляются, например, при расчёсывании волос, при ходьбе по ковру, стирке, результатом чего является возникновение статического электричества. Присутствие слабо связанных электронов и возможность перемещения их с огромной скоростью позволяет нам посылать электрические сигналы в феноменальном темпе, что и произвело электрическую революцию прошлого века.

Во-вторых, на объем информации, который можно разместить на лазерном луче практически нет ограничений. Световые волны, поскольку они вибрируют гораздо быстрее, чем звуковые волны, могут нести гораздо больше информации, чем звуковые. Можно представить растянутый длинный кусок веревки и быстрые колебания одного конца. Чем чаще двигать конец туда и обратно, тем больше сигналов можно отправить по веревке. Следовательно, объем информации, который можно "впихнуть" на волны веревки увеличивается тем более, чем быстрее вибрировать, то есть за счет увеличения частоты. Свет – это волна, которая вибрирует примерно 10¹⁴ циклов в секунду (это единица с 14 нулями после нее). Чтобы передать один бит информации (1 или 0), необходимы много циклов вибрации. Волоконно-оптический кабель может передавать примерно 10¹¹ бит информации на одной частоте. Это число может быть увеличено путем "запихивания" многих сигналов в одно оптическое волокно, а затем связывания этих волокон в кабель. Увеличивая количество каналов в кабеле, а затем увеличивая количество кабелей, можно передавать информацию почти без ограничений в количестве.

В-третьих, и это самое главное, компьютерная революция происходит за счет миниатюризации транзисторов. Транзистор – это затвор или переключатель, который управляет потоком электричества. Если электрическую цепь сравнить с водопроводом, то транзистор подобен клапану, управляющему потоком воды. Таким же образом, как простой поворот клапана может регулировать огромный объем воды, так и транзистор позволяет слабому потоку электричества контролировать гораздо больший поток, тем самым усиливая его мощность.

В основе нынешней революции лежит компьютерная микросхема, которая может содержать сотни миллионов транзисторов на кремниевой пластине размером с ноготь. Внутри ноутбука есть чип, транзисторы которого можно увидеть только под микроскопом. Эти невероятно маленькие транзисторы созданы таким же методом, которым наносятся трафаретные изображения на футболках.

Изображения на футболках массово производятся путем создания первого трафарета с контуром шаблона рисунка, который необходимо воспроизвести. Затем трафарет укладывается поверх ткани и наносится аэрозольная краска. Только там, где есть зазоры в трафарете, краска проникает в ткань. После того как трафарет удален, появляется идеальная копия рисунка на футболке.

Подобным же образом производится трафарет, содержащий сложные очертания миллионов транзисторов. Затем трафарет помещается на пластину, содержащую много слоев кремния, которые чувствительны к свету. После этого на трафарет фокусируется ультрафиолетовый свет, который выжигает подложку через зазоры трафарета. Так создаются многослойной пластины.

Затем многослойную плату помещают в кислоту, вытравливая контуры схем и создавая замысловатый дизайн миллионов транзисторов. В виду того, что плата состоит из многих проводящих и полупроводящих слоев, кислота вытравливает в многослойных пластинах на различных глубинах и при различных картинах сложные структуры, что позволяет создавать цепи преогромной сложности.

Одна из причин, почему закон Мура позволяет увеличивать мощность чипов, заключается в том, что ультрафиолетовый свет позволяет настраивать длину волны всё меньше и меньше, что позволяет вытравливать все более крошечные транзисторы на кремниевых пластинах. Поскольку ультрафиолетовый свет имеет длину волны всего 10 нанометров (нанометр – миллиардная часть метра), это означает, что наименьший транзистор, который можно вытравить, составляет около тридцати атомов в поперечнике.

Но миниатюризация этого процесс не может продолжаться бесконечно. В какой-то момент станет физически невозможно вытравить транзисторы, величина которых приближается к размерам атомов. И можно даже приблизительно рассчитать, когда закон Мура рухнет: когда попытаемся производить транзисторы размерами с отдельные атомы.

Около 2020 года или вскоре после этого возможность поддерживать закон Мура постепенно исчезнет, а Кремниевая долина может медленно войти в "ржавый пояс"¹⁵⁾, если не будет найдена технология замены. Согласно законам физики, со временем эпоха кремния подойдет к концу и мы вступим в Пост'кремниевую эру. Транзисторы будут настолько малы, что квантовая теория или атомная физика возьмут верх, и электроны просочатся из проводов.

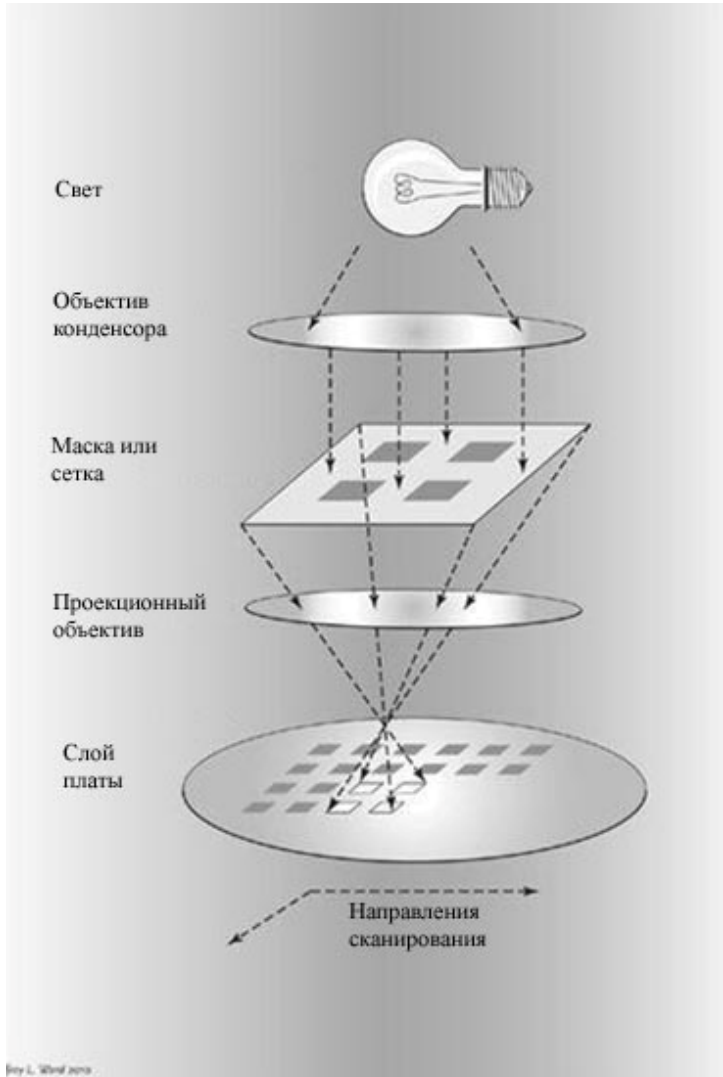


Фото 1.1. Конец закона Мура. Чипы делаются так же, как и рисунки на футболках. Только вместо распыления краски на трафарет, ультрафиолетовый свет фокусируется на трафарете, выжигая изображение на слоях кремния. С помощью кислоты затем вытравливается изображение, создавая сотни миллионов транзисторов. Однако есть предел такому процессу, когда достигаются атомные масштабы. Не войдет ли Кремниевая долина в "ржавый пояс"?

Например, самый тонкий слой внутри компьютера будет около пяти атомов в поперечнике. В этот момент, согласно законам физики, власть на себя берет квантовая теория. Принцип неопределенности Гейзенберга гласит, что вы не можете знать одновременно положение и скорость любой частицы. Это может показаться нелогичным, но на атомном уровне вы просто не можете знать, где находится электрон, поэтому он никогда не может быть ограничен точно в ультратонком проводе или слое и он обязательно просачивается, вызывая "короткое замыкание".

Более подробно об этом мы поговорим в главе 4, Когда будем анализировать нанотехнологии. А далее в этой главе мы предположим, что чипы нашли преемника Кремниевой технологии, а компьютерная мощность растет гораздо медленнее, чем раньше. Компьютеры,

¹⁵⁾ Синоним для городов, оставшихся без городообразующих производств.

скорее всего, будут продолжать расти в геометрической прогрессии, но время удвоения составит не полтора, а много лет.

СМЕШЕНИЕ ДЕЙСТВИТЕЛЬНОСТИ С ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТЬЮ

К середине столетия мы все будем жить в смеси действительности и виртуальной реальности. В наших контактных линзах или очках мы одновременно увидим виртуальные изображения, наложенные на реальный мир – это *видение* Сусуму Тачи ([Susumu Tachi](#)) из университета Кейо ([Keio University](#)) в Японии и многих других. Он разрабатывает специальные очки, которые сочетают фантазию и реальность. Его первый проект – заставить вещи исчезать в воздухе.

Я посетил профессора Тачи в Токио и стал свидетелем некоторых его замечательных экспериментов по смешиванию реального и виртуального. Один простой номер – заставить объект исчезнуть (по крайней мере, в очках). Сначала я надел специальный светло-коричневый плащ. Когда я расправил руки, он напомнил большой парус. Одна камера была направлена на мой плащ, а вторая камера снимала пейзаж позади меня – фон из автобусов и автомобилей, двигавшихся по дороге. В одно мгновение компьютер объединил эти два изображения, а изображение позади меня возникло на моем плаще, как на экране. В результате мое тело исчезло, оставляя только изображения машин и автобусов. Поскольку моя голова была над плащом, казалось, что моя голова плыла в воздухе, без тела, как Гарри Поттер, одетый в плащ-невидимку.

Затем профессор Тачи дал мне специальные очки. Надев их, я мог видеть реальные объекты, а затем заставлял их исчезнуть. Разумеется, это не настоящая невидимость, поскольку она работала, только если надеть специальные очки, которые и объединяют два изображения.

Тем не менее, это часть большой программы профессора Тачи, которую иногда называют *дополненной реальностью*. К середине века мы будем жить в полностью функционирующем кибермире, который объединяет реальный мир с изображениями с компьютера. Это может радикально изменить рабочее место, торговлю, развлечения и наш образ жизни. Дополненная реальность будет иметь непосредственные последствия для рынка. Первое коммерческое применение должно было бы сделать объекты невидимыми, или сделать невидимое видимым.

Например, если вы – пилот или водитель, вы сможете обзирать все 360 градусов вокруг себя и даже под ногами, потому что ваши очки или объектив позволят видеть сквозь стены самолета или автомобиля. Это позволит устранить слепые зоны, которые ответственны за десятки несчастных случаев и смертей. Пилоты реактивных самолетов в воздушном бою смогут отслеживать вражеские самолеты в любом месте, где бы они не летали, даже ниже себя, как если бы ваш самолет был прозрачным. Водители смогут видеть во всех направлениях, так как крошечные камеры будут контролировать 360 градусов окружения, а сам водитель в свои контактные линзы – всю панораму изображения.

Если вы астронавт, выполняющий ремонт снаружи космического корабля, вы также найдете это полезным, поскольку сможете видеть прямо сквозь стены, перегородки и корпус корабля. Это может спасти и жизнь. Если вы строитель, производящий подземный ремонт, среди массы проводов, труб и клапанов, вы будете точно знать, как они все соединены. Это может оказаться жизненно важным в случае взрыва газа или пара, когда должны быть быстро отремонтированы и подключены трубы, скрытые за стенами,.

Аналогично, если вы геолого-изыскатель, вы сможете увидеть прямо через почву ископаемые. Спутниковые и аэрофотографии, сделанные в поле с инфракрасным и ультрафиолетовым светом, могут быть проанализированы, а затем переданы в вашу контактную линзу, что дает вам трехмерный анализ участка и того, что лежит под его поверхностью. Когда вы будете путешествовать по бесплодному ландшафту, вы сможете “увидеть” ценные залежи полезных ископаемых через объектив.

В дополнение к этому вы также сможете сделать и наоборот – чтобы видимое стало невидимым.

Если вы архитектор, вы сможете прогуляться по пустой комнате и вдруг "увидеть" весь трехмерный образ здания, которое проектируете. Конструкции на вашем чертеже будут "выскакивать" на вас, по мере того, когда вы бродить по каждой комнате. Свободные комнаты внезапно "оживут" – с мебелью, коврами и украшениями на стенах, что позволит вам визуализировать свое творение в 3D виде, прежде чем вы его построите. Просто двигая руками, вы сможете создавать новые комнаты, стены и мебель. В этом дополненном мире, вы будете иметь силу мага, размахивая палочкой и создавая любой объект, какой захотите.

ДОПОЛНЕННАЯ РЕАЛЬНОСТЬ: РЕВОЛЮЦИЯ В ТУРИЗМЕ, ИСКУССТВЕ, ШОПИНГЕ И ВОЙНЕ

Как можно видеть, перспективы, например, для организации рабочих мест в торговле потенциально огромны. Практически каждая деятельность может быть обогащена дополненной реальностью. Кроме того, эта технология значительно улучшит нашу жизнь, наши развлечения и бытие в обществе.

Например, турист, прогуливающийся по музею, может перейти от экспоната к экспонату, а контактная линза даст описание каждого объекта, виртуальный же гид даст вам киберпояснения по мере знакомства с экспонатами. При посещении каких-либо древних руин, вы сможете "увидеть" полные реконструкции зданий и памятников во всей их красе, наряду с историческими справками. Остатки Римской империи, вместо того, чтобы предстать со сломанными колоннами и историческим хламом, оживут при путешествии среди них в комплекте с комментариями и заметками.

Пекинский Технологический институт ([Beijing Institute of Technology](#)) уже предпринял первые шаги в этом направлении. В киберпространстве воссоздан сказочный сад в идеальном виде, который был разрушен британско-французскими войсками во время Второй Опиумной войны 1860 года. Сегодня от легендарного сада остались лишь обломки, оставленные мародерствующими войсками. Но если осмотреть руины со специальной смотровой площадки, то можно увидеть перед собой весь сад во всей его великолепии. В будущем это станет обычным делом.

Еще более продвинутая система была создана изобретателем Николасом Нике ([Nikolas Neecke](#)), который создал пешеходную экскурсию по Базелю в Швейцарии. Когда вы погружаетесь в инсталляцию и гуляете по старинным улицам, вы видите изображения древних зданий и даже лиц, наложенных на настоящее, как будто бы вы путешествуете во времени. Компьютер находит ваше положение, а затем показывает изображения древних сцен в очках, как если бы Вы были перенесены в средневековые времена. Сегодня для этого, вы должны надеть специальные очки и нести тяжелый рюкзак с электроникой и компьютером GPS. Завтра это будет в вашей контактной линзе.

При управлении автомобилем в чужой стране, все надписи появятся на контактных линзах на английском языке, поэтому вам никогда не придется смотреть вниз, чтобы увидеть переводы. Вы увидите дорожные знаки вместе с объяснениями любого объекта поблизости, например, туристических достопримечательностей. Вы также увидите и быстрые переводы дорожных знаков.

Отдыхающий путешественник или турист будут знать не только свое положение на чужбине, но и названия всех растений и животных, а также сможет увидеть карту местности и получить прогноз погоды. Он также увидит тропы и кемпинги, которые могут быть скрыты кустарником и деревьями.

Охотники за апартаментами смогут увидеть то, что доступно, когда идут по улице или проезжают на машине. Их объектив будет показывать цены, услуги отеля и прочее, любой квартиры или дома, которые продаются.

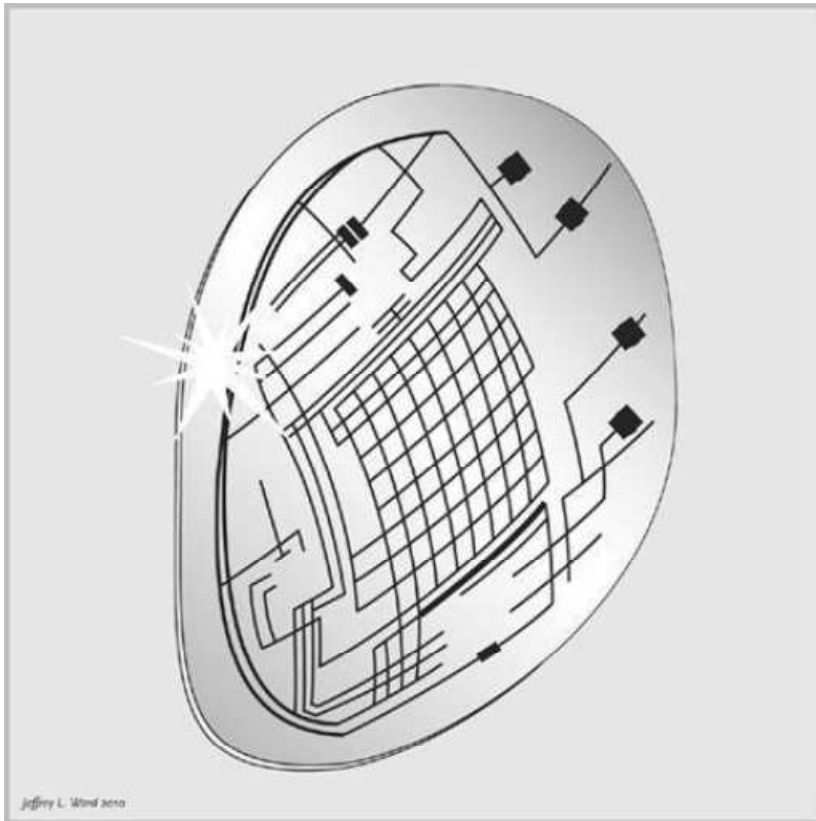


Фото 1.2. Контактные линзы интернета узнают лица людей, покажут их биографии, и переведут их слова как субтитры. Туристы будут использовать их для воскрешения древних памятников. Художники и архитекторы будут использовать их для манипулирования и изменения своих виртуальных творений. Возможности дополненной реальности безграничны.

Глядя в ночное небо, вы сможете увидеть четкие изображения звезды и всех созвездия, как если бы вы были на сеансе в планетарии, за исключением того, что звезды, которые вы увидите — будут реальны. Вы также сможете увидеть, где находятся галактики, далекие черные дыры и другие интересные астрономические достопримечательности и сможете скачать интересные лекции.

В дополнение к возможности видеть сквозь объекты и посещать незнакомые места, дополненное зрение будет иметь важное значение, если вам нужна очень специализированная информация "на ощупь".

Например, если вы артист, музыкант, или актер, который должен запомнить большое количество материала, в будущем вы увидите все ноты или музыку в свой объектив. Вам не понадобятся телесуфлеры, подсказки, ноты на бумаге, заметки для напоминания. Вам больше не нужно будет ничего запоминать.

Другие примеры:

- Если вы студент и пропустили лекцию, вы сможете скачать лекции виртуальных профессоров по любому предмету и посмотреть их. С помощью телеприсутствия перед вами может появиться изображение настоящего профессора и ответить на любые ваши вопросы. Через свой объектив Вы также сможете ознакомиться с демонстрациями опытов, видео и т. д..
- Если вы солдат на поле боя, очки или наушники могут дать вам всю последнюю информацию, карты, локации противника, направление огня противника, инструкции от командира и т. д. В перестрелке с противником, когда пули свистят со всех сторон, вы

сможете видеть сквозь препятствия, холмы и найти врага, так как беспилотники, летающие над головой, смогут определить его позицию.

- Если вы хирург, выполняющий деликатную экстренную операцию, вы сможете видеть внутри пациента (с помощью портативных МРТ-аппаратов), через тело (с помощью датчиков, движущихся внутри тела), а также получить доступ ко всем медицинским записям и видео предыдущих операций.
- Если вы играете в видеоигру, вы можете погрузиться в киберпространство через контактные линзы. Хотя вы и будете находиться в пустой комнате, вы можете увидеть всех своих друзей в идеальном 3D виде, испытывая какой-то инопланетный пейзаж, когда готовитесь к битве с воображаемыми инопланетянами. Это будет так, как если бы вы находились на поле боя на чужой планеты с происходящими взрывами вокруг вас и ваших приятелей.
- Если вам нужно посмотреть статистику любого спортсмена или спортивные мелочи, информация мгновенно появится в вашей контактной линзе.

Это означает, что вам больше не понадобятся мобильный телефон, часы или MP3-плееры. Все значки ваших различных портативных объектов будут проецироваться на контактные линзы, чтобы вы могли получить к ним доступ в любое время. Телефонные звонки, вебсайты и т.д. — доступ ко всему может быть таким. Многие из приборов и гаджетов, которые у вас есть дома, могут быть заменены дополненной реальностью.

Еще один ученый, раздвигающий границы дополненной реальности — Патти Мэс ([Pattie Maes](#)) из Медиа-лаборатории Массачусетского технологического института ([MIT Media Laboratory](#)). Вместо того, чтобы использовать специальные контактные линзы или очки, она предлагает проецирование экрана компьютера на общие объекты среды. Её проект, называемый "*Шестое чувство*", включает в себя ношение крошечной камеры и проектора вокруг шеи, как медальон, который может проецировать изображение экрана компьютера на что-либо перед вами, например, на стену или стол. Нажатие воображаемых кнопок автоматически активирует компьютер, как если бы вы печатали на реальной клавиатуре. Поскольку изображение экрана компьютера может быть спроецировано на что угодно плоское и твердое перед вами, вы сможете преобразовать сотни объектов в экраны компьютера.

Кроме того, вы можете носить специальные пластиковые наперстки на большом и пальцах. Когда вы будете начнёте двигать пальцами, компьютер начнёт выполнять инструкции экранного компьютера на стене. Например, перемещая пальцы, вы можете рисовать изображения. Для управления курсором можно использовать пальцы вместо мыши. А если, например, сложить руки вместе, чтобы получился квадрат, можно активировать цифровую камеру и делать снимки.

Это также означает, что, когда вы идёте по магазину, ваш компьютер будет сканировать различные продукты, определить, что это, а затем давать полное считывание их содержимого, содержание калорий и отзывы других потребителей. В виду того, что чипы будут стоить меньше чем штрих-коды маркировки, каждый коммерческий продукт будет иметь свой собственный содержательный ярлык, который можно получить и просмотреть.

Другим применением дополненной реальности может стать рентгеновское зрение, очень похожее на зрение, найденное в комиксах "*Супермен*", в котором используется процесс, называемый "рентгеновские лучами обратного рассеяния". Если очки или контактные линзы чувствительны к рентгеновским лучам, возможно видеть и сквозь стены. Оглянувшись вокруг, вы сможете видеть через объекты как и в комиксах. Каждый ребенок, когда впервые читал комиксы *Супермен*, мечтал быть "быстрее пули, мощнее танка". Тысячи детей надевают накидки, прыгают с ящиков, прыгают в воздух и притворяются, что у них рентгеновское зрение. Но это также может стать реальной возможностью.

Одна из проблем с обычными рентгеновскими лучами заключается в том, что вам нужно поместить рентгеновскую пленку позади любого объекта, подвергнуть объект рентгеновскому излучению, а затем обработать пленку. Но рассеянные назад

рентгеновские лучи решают все эти проблемы. Пусть у вас есть рентгеновские лучи, исходящие от источника, который может освещать комнату. При отражении от стен, они проходя сзади через объект, который вы хотите изучить, а ваши очки чувствительны к рентгеновским лучам, прошедшим через объект. Изображения, увиденные с помощью рассеянных рентгеновских лучей, могут быть такими же хорошими, как изображения, увиденные в комиксах. Путем увеличения чувствительности очков, интенсивность рентгеновских лучей можно снизить, для того чтобы уменьшить все риски для здоровья.

УНИВЕРСАЛЬНЫЕ ПЕРЕВОДЧИКИ

В киноэпопее "Звёздный путь" и "Звёздные войны" и практически во всех других научно-фантастических фильмах все инопланетяне говорят на прекрасном английском языке. Это происходит потому, что есть нечто под названием "универсальный переводчик", который позволяет землянам мгновенно общаться с любой инопланетной цивилизацией, устраняя неудобства утомительного использования языка жестов.

Некогда считавшиеся нереально футуристичными версии универсального переводчика уже существуют. Это означает, что в будущем, если вы турист в чужой стране и общаетесь с местными жителями, вы увидите субтитры в своих контактных линзах, как если бы вы смотрели фильм на иностранном языке. Имея компьютер, вы сможете создать также аудиоперевод, который попадает непосредственно в уши. Это означает, что когда два человека будут вести разговор, причем каждый будет говорить на своем родном языке, и если у обоих есть подобный универсальный переводчик, они будут слышать своего собеседника на своём родном языке. Перевод не будет идеальным, так как всегда возникают проблемы с идиомами, сленгом и красочными выражениями, но этого будет достаточно для того, чтобы понять суть того, о чём говорит собеседник.

Есть несколько способов, с помощью которых ученые могут сделать это реальностью.

Во-первых, создать машину, которая может преобразовать произнесенное слово в письмо. В середине 1990 - х годов на рынок вышли первые серийно выпускаемые машины распознавания речи. Они смогли узнать до 40.000 слов с 95% точностью. Поскольку в обычном повседневном разговоре используется от 500 до 1000 слов, применение таких машин более, чем достаточно. Как только транскрипция человеческого голоса завершена, каждое слово переводится на другой язык через компьютерный словарь. Затем следует сложная часть: помещение слов в контекст, добавление сленга, разговорных выражений и т. д. — всего, что требует сложного понимания нюансов языка. Эта дисциплина называется "*Компьютерным переводом*" ([CAT - Computer assisted translation](#)).

Другой способ — пионерский, разрабатываемый в университете Карнеги-Меллона в Питтсбурге ([Carnegie Mellon University, Pittsburgh](#)). У ученых там уже есть прототипы, которые могут переводить с китайского на английский, а английский на испанский или немецкий. Здесь к шее и лицу говорящего прикрепляют электроды, которые улавливают сокращение мышц и расшифровывают произносимые слова. Для их работы не требуется никакого звукового оборудования, так как слова можно произносить молча. Затем компьютер переводит эти слова, а голосовой синтезатор произносит их вслух. В простых разговорах, включающих от 100 до 200 слов, они достигли 80% -точности.

"Идея состоит в том, что вы можете произносить слова на английском языке, и они будут выходить на китайском или другом языке", - говорит Таня Шульц ([Tanja Schultz](#)), одна из исследователей. В будущем компьютер сможет прочитать по губам человека, с которым вы разговариваете, поэтому электроды не нужны. Таким образом, в принципе, можно будет увидеть двух человек, имеющих живой разговор, хотя они говорят на двух разных языках.

В будущем языковые барьеры, которые когда-то трагически мешали культурам понимать друг друга, могут постепенно исчезнуть с такими универсальными переводчиками и контактными линзами или очками в Интернете.

Хотя дополненная реальность открывает совершенно новый мир, существуют и ограничения. Проблема не в оборудовании, и пропускная способность также не является ограничивающим фактором, поскольку нет предела для количества информации, которое может быть перенесено волоконнооптическими кабелями.

Настоящим узким местом является программное обеспечение. Создавать программное обеспечение можно только по старинке. Человек, тихо сидящий в кресле с карандашом, бумагой и ноутбуком, должен будет писать коды, строка за строкой, которые и заставят эти воображаемые миры ожить. Можно массово производить оборудование и увеличивать его мощность, накапливая все больше и больше чипов, но нельзя массово производить мозг. Это означает, что для создания действительно расширенного мира потребуются десятилетия, до середины века.

ГОЛОГРАММЫ И 3D

Другое технологическое новшество, которое мы могли бы увидеть к середине столетия — 3D телевизоры и фильмы. Еще в 1950-х годах трехмерные фильмы требовали надевать неуклюжие очки, линзы которых были окрашены в синий и красный цвета. Это обуславливалось тем фактом, что левый глаз и правый глаз немного смещены; на экране фильма отображались два изображения, одно синее и другое красное. Поскольку очки действовали как фильтры, которые давали разных изображения левому и правому глазу, это создавало иллюзию видения трех измерений, когда мозг объединял два изображения. Глубина восприятия, следовательно, была просто уловкой. Чем дальше друг от друга ваши глаза, тем больше глубина восприятия. Вот почему у некоторых животных глаза находятся вне головы: чтобы дать им максимальную глубину восприятия.

Одним из улучшений здесь является 3D очки из поляризованного стекла, так что бы левому глазу и правому глазу были показаны два разных поляризованных изображений. В этом случае можно увидеть 3D изображения в полном цвете, а не только в синий и красный. Поскольку свет — это волна, он может вибрировать вверх и вниз, или влево и вправо. Поляризованный же объектив позволяет пройти только одному направлению света. Поэтому, если у вас есть две поляризованные линзы в очках, с разными направлениями поляризации, вы можете создать 3D эффект. Более продвинутая версия 3D может подавать 2 различных изображения в контактную линзу.

3D телевизоры, которые требуют ношения специальных очков, уже попали на рынок. Но вскоре 3D телевизоры больше не будут требовать этого, поскольку будут использоваться ленточные линзы. Экран ТВ специально сделан так, что он способен воспроизводить два отдельных изображения на немного различных углах — для каждого глаза. а глаза будут видеть отдельные изображения, создавая иллюзию 3D. Однако при этом ваша голова должна быть правильно расположена: существует зона наилучшего восприятия, где должны находиться глаза, когда смотрите на экран. Это придает большую правдоподобность известной оптической иллюзии. В магазинах новинок мы можем видеть картины, которые волшебным образом преобразуются, когда мы проходим мимо них. Это делается путем совмещения двух снимков, полученных измельчением каждого исходного на множество тонких полос, а затем чередованием полос, создавая составное изображение. Линзовидный лист стекла с многими вертикальными пазами помещается поверх смеси, так, чтобы каждый паза попал точно поверх 2 прокладок. Канавки должны иметь особую форму, так чтобы, когда вы смотрите на него под одним углом, можно увидеть одну полосу, а вторая полоса появляется с другой стороны. В этом случае, проходя мимо листового стекла, мы увидим, как каждая картина вдруг превращается из одной в другую, и снова назад. 3D телевизоры заменят эти неподвижные изображения движущимися, чтобы достичь того же эффекта без использования очков.

Но самой продвинутой версией 3D будут голограммы. Без использования каких-либо очков вы увидите точный волновой фронт трехмерного изображения, как если бы оно предстало прямо перед вами. Голограммы существуют на протяжении десятилетий (они появляются в магазинах новинок, на кредитных картах и на выставках), и они регулярно показываются в научно-фантастических фильмах. В "Звездных войнах" был приведен сюжет действия 3D голографического сообщения о бедствии, отправленным принцессой Леей членам Альянса повстанцев.

Однако проблема заключается в том, что голограммы очень трудно создавать. Голограммы изготавливают разделением лазерного луча на два. При этом один луч падает на объект, который необходимо сфотографировать и который отразившись падает на специальный экран. Второй лазерный луч падает сразу на экран. Смешивание двух лучей создает сложную интерференционную картину, содержащую "замороженное" трехмерное изображение исходного объекта, которое затем фиксируется на специальной пленке на экране. Когда появляется еще один лазерный луч через экран, изображение исходного объекта оживает в полном 3D.

Есть две проблемы с голографическим телевизором. Во-первых, изображение должно меняться на экране. Кроме того, сидя перед экраном, вы видите точное трехмерное изображение исходного объекта. Но вы не можете дотянуться до объекта. 3D изображение, которое вы видите перед собой, является иллюзией.

Это означает, что если вы смотрите трехмерный футбольный матч на голографическом телевизоре, независимо от того, как вы двигаетесь, изображение перед вами меняется, как если бы оно было реальным. Может показаться, что вы сидите прямо на 50-ярдовой линии, наблюдая за игрой всего в нескольких дюймах от футболистов. Однако, если вы протянете руку, чтобы захватить мяч, вы бы врежетесь в экран.

Реальной технической проблемой, которая помешала развитию голографического телевидения, является проблема хранения информации. Истинное трехмерное изображение содержит огромное количество информации, во много раз больше информации, чем для одного двумерного изображения.

Компьютеры обрабатывают двумерные изображения, разбивая его на крошечные точки, называемые пикселями, и каждый пиксель освещается крошечным транзистором. Но чтобы заставить 3D изображение двигаться, необходимо менять тридцать изображений в секунду. Оценочный расчет показывает, что количество информации, необходимой для создания движущихся трехмерных голографических изображений, намного превосходит возможности современного Интернета.

К середине века эта проблема может быть решена, поскольку пропускная способность Интернета растет в геометрической прогрессии. Как может выглядеть 3D ТВ? Представим экран, сформированный как цилиндр или купол вокруг вас. Когда голографическое изображение меняется на экране, вы видите 3D-изображения, окружающие вас, как если бы они были на самом деле там.

ДАЛЁКОЕ БУДУЩЕЕ (2070 - 2100 годы)

РАЗУМ НАД МАТЕРИЕЙ

К концу этого столетия мы будем управлять компьютерами непосредственно разумом. Подобно греческим богам, мы будем думать об определенных "заповедях", и наши желания будут исполняться. Основы для этой технологии уже заложены. Но усовершенствование этой технологии может занять десятилетия напряженной работы. Эта революция включает два момента: во-первых, посредством мысли должны научиться управлять объектами вокруг него. Во-вторых, компьютер должен уметь расшифровывать мысли человека, чтобы их осуществлять.

Первый значительный прорыв в этом направлении был сделан в 1998 году, когда ученые из Университета Эмори ([University of Emory](#)) и Университета Тюбингена ([University of Tübingen](#)) Германии поместили крошечный стеклянный электрод непосредственно в мозг пятидесятилетнего человека, который был парализован после инсульта. Электрод был подключен к компьютеру, который анализировал сигналы мозга. Пострадавший от удара смог увидеть изображение курсора на экране компьютера. Затем с помощью биологической обратной связи, он стал в состоянии контролировать курсор дисплея компьютера, думая про себя. Впервые был зафиксирован непосредственный контакт между человеческим мозгом и компьютером.

Сложная версия этой технологии была разработана в Университете Брауна ([University of Brown](#)) нейробиологом Джоном Донохью ([John Donoghue](#)), который разработал технологию под названием "брэйнгейт" (Brain Gate), чтобы помочь общаться людям, пострадавшим от тяжелых черепно-мозговых травм. Это произвело сенсацию в СМИ, что даже было отмечено обложкой журнала *Nature* в 2006 году.

Донохью признался мне, что его мечта — сделать брэйнгейт революционным способом лечения черепно-мозговых травм, используя всю мощь информационной техники. Это уже и сейчас оказало огромное влияние на жизнь его пациентов, и он возлагает большие надежды на дальнейшее развитие своей технологии. У него есть и личный интерес к этим исследованиям, потому что, будучи ребенком, он был прикован к инвалидной коляске из-за своего заболевания и потому ему хорошо известно чувство беспомощности.

Его пациенты — жертвы инсульта, которые полностью парализованы и не могут общаться со своими близкими, но мозг которых активен. Он помещает чип шириной всего 4 миллиметра поверх мозга жертвы инсульта в область, контролирующую моторные движения. Этот чип подключен к компьютеру, который анализирует и обрабатывает сигналы мозга и, в конечном счете, отправляет сообщение на ноутбук.

Сначала пациент не контролирует положение курсора, но может видеть, куда курсор перемещается. Методом проб и ошибок пациент научается управлять курсором и через несколько часов может расположить курсор в любом месте экрана. С практикой пациент приобретает способность читать и писать электронные письма и играть в видеоигры. В принципе парализованный человек должен уметь выполнять любые функции, которыми может управлять компьютер.

Первоначально Донохью начал с четырех пациентов, у двух из которых были травмы спинного мозга, у третьего был инсульт, а у четвертого — боковой амиотрофический склероз. Одному из них, парализованному ниже шеи, потребовался всего день, чтобы овладеть движением курсора мыслью. Сегодня он может управлять телевизором, перемещать курсор компьютера, играть в видеоигры и читать электронную почту. Пациенты также могут управлять подвижностью своей моторизованной кресло-коляской путем мысленного контроля.

Сегодня и в краткосрочной перспективе — это чудо для людей, которые полностью парализованы. В первый день, они поглощены беспомощностью своих тел; на следующий день, они путешествуют по веб-сети и общаются с людьми всего мира.

Однажды я был приглашен на торжественный прием в Линкольн-центре в Нью-Йорке в честь знаменитого космолога Стивена Хокинга. Было душераздирающе видеть, как он привязан к инвалидному креслу, не в состоянии пошевелить ничем, кроме нескольких лицевых мышц и век, а медсестры поддерживают его голову и толкают его. Ему требовались часы и дни мучительных усилий, чтобы передавать простые идеи через голосовой синтезатор. Я задавался вопросом, не слишком ли поздно ему была дана возможность воспользоваться технологией брэйнгейт. Джон Донохью тоже был в зале, он подошел поприветствовать меня. Возможно, брэйнгейт - лучший вариант для Хокинга.

Другая группа ученых из Университета Дьюка ([Duke University](#)) добились аналогичных результатов у обезьян. Мигель А. Л. Николелис ([Miguel A. L. Nicolelis](#)) и его группа поместили чип на мозг обезьяны. Чип подключался и к механической руке. Поначалу обезьяна беспорядочно цеплялась, не понимая, как работает механическая рука. Но с некоторой практикой обезьяны, используя силу своего мозга, постепенно стали способны контролировать движения механической руки – например, двигая ее так, чтобы схватить банан. Они стали способными инстинктивно двигать руками, не задумываясь, как будто механическая рука принадлежала им. *"Есть некоторые физиологические доказательства того, что во время эксперимента они чувствуют себя более связанными с роботами, чем с их собственными телами"*, – утверждает Николелис.

Это означает, что однажды мы сможем управлять машинами, используя только мысленные усилия, а парализованные люди смогут управлять механическими руками и ногами. Например, можно подключить мозг человека непосредственно к механическим рукам и ногам, минуя спинной мозг, чтобы пациент мог снова ходить. Кроме того, это может заложить основу для управления нашим миром с помощью силы разума.

ЧТЕНИЕ МЫСЛЕЙ

Если мозг может управлять компьютером или механической рукой, может ли компьютер читать мысли человека, не помещая электроды внутрь мозга?

С 1875 года известно, что работа мозга основана на электричестве, проходящем через его нейроны, которое генерирует слабые электрические сигналы. Эти сигналы можно измерять, поместив электроды вокруг головы человека. Анализируя электрические импульсы, подхваченные электродами, можно регистрировать мозговые волны, которые фиксируются как электроэнцефалограммы (ЭЭГ). ЭЭГ можно записывать как грубые изменения в головном мозге, например, когда он спит, а также при разных настроениях, таких как возбуждение, гнев и т. д. Выход ЭЭГ может отображаться на экране компьютера, что доступно для просмотра субъектом. Как уже упоминалось, спустя некоторое время научения человек становится способен перемещать курсор, думая про себя. Нильс Бирбаумер из Тюбингенского университета ([Niels Birbaumer, University of Tübingen](#)) уже смог обучить частично парализованных людей набирать простые предложения с помощью этого метода.

Этим пользуются даже производители игрушек. Ряд игрушечных компаний, в том числе Neuro Sky, продают оголовье с электродом типа ЭЭГ внутри. Если концентрироваться определенным образом, играющий может активировать ЭЭГ в оголовье, которое затем управляет игрушкой. Например, чистой мыслью вы можно поднять шарик пинг-понга внутри цилиндра.

Преимущество ЭЭГ заключается в том, что она может быстро обнаруживать различные частоты, излучаемые мозгом, без сложного дорогостоящего оборудования. Но главным недостатком является то, что ЭЭГ не может локализовать мысли в определенных местах мозга.

Гораздо более чувствительным методом является сканирование с помощью функциональной магнитно-резонансной томографии – фМРТ ([functional magnetic resonance imaging – fMRI](#)). ЭЭГ и фМРТ сканирования отличаются важными особенностями. ЭЭГ-сканирование – это пассивная операция, которая просто улавливает электрические сигналы

мозга, поэтому мы не сможем точно определить местоположение источника. Устройство fMRI использует "отголоски", созданные радиоволнами, для того чтобы всмотреться внутрь живой ткани. Это позволяет точно определить местоположение различных сигналов, давая захватываемые трехмерные изображения внутри мозга.

Устройство фМРТ довольно дорого и требует лаборатории, заполненной сложным оборудованием, но уже это даёт нам захватывающие детали того, как функционирует мыслящий мозг. Сканирование fMRI позволяет ученым определить присутствие кислорода, содержащегося в гемоглобине в крови. Гемоглобин с кислородом даёт энергию, которая питает клеточную активность. Обнаружение потока кислорода позволяет отследить поток мыслей в мозгу.

Джошуа Фридман ([Joshua Freedman](#)), психиатр из Калифорнийского университета Лос-Анджелесе ([California, Los Angeles](#)), говорит: *“Это как быть астрономом в шестнадцатом веке после изобретения телескопа. На протяжении тысячелетий очень умные люди пытались понять, что происходит на небесах, но они могли только догадываться о том, что лежит за пределами человеческого зрения. Затем, внезапно, новая технология позволила им увидеть непосредственно, что там было.”*

Фактически, фМРТ-сканирование может даже обнаружить движение мыслей в живом мозге с разрешением 1 мм или меньше булавочной головки, что соответствует, возможно, нескольким тысячам нейронов. Таким образом фМРТ-метод может давать трехмерные изображения потоков энергии внутри процессов, связанных с работой мозга, с удивительнейшей точностью. В конце концов, могут быть построены машины фМРТ, которые смогут зондировать работу отдельных нейронов, и в этом случае можно было бы выбирать нейронные шаблоны, соответствующие конкретным мыслям.

Недавно Кендрик Кей ([Kendrick Kay](#)) и его коллеги из Калифорнийского университета в Беркли ([University of California a. Berkeley](#)) совершили прорыв. Ими было произведено фМРТ-сканирование людей в то время, когда они смотрели на фотографии различных объектов — таких как еда, животные, люди и обычные вещи различных цветов. Кей и его коллеги создали программу, которая могла бы связать эти объекты с соответствующими шаблонами fMRI. Чем больше объектов видели эти субъекты, тем лучше компьютерная программа могла идентифицировать эти объекты при их fMRI-сканировании.

Затем они показывали тем же испытуемым совершенно новые объекты, и программному обеспечению часто удавалось правильно сопоставить объект с его фМРТ-сканированием. Когда было показано 120 изображений новых объектов, программа правильно определила сканирование fMRI с этими объектами в 90 процентах случаев. Когда испытуемым показали 1000 новых фотографий, показатель успеха программы составил 80 процентов.

Кей утверждает, что *“можно идентифицировать из большого набора совершенно новых естественных изображений, какое конкретное изображение было замечено наблюдателем ... В скором времени можно будет восстановить картину зрительного опыта человека только на основе измерений мозговой активности.”*

Целью такого подхода является создание "словаря мыслей", так чтобы каждый объект имел индивидуальное соответствие определенному изображению фМРТ. Читая узор фМРТ, можно расшифровать, что человек думает именно об этом объекте. В конце концов, компьютер будет сканировать, возможно, тысячи моделей фМРТ, которые выйдут как результат из работы мозга и расшифровать каждый из них. Таким образом, можно декодировать поток сознания человека.

ФОТОГРАФИРОВАНИЕ СНА

Проблема с использованием этой технологии заключается в том, что, хотя она и в состоянии сказать, думаете ли вы, например, о собаке — с помощью этой техники невозможно

воспроизвести фактический образ самой собаки. Одним из новых направлений исследований является попытка воссоздать точное изображение, о котором думает мозг, чтобы можно было воссоздать видео мыслей человека. Таким образом можно было бы делать видеозапись сна.

С незапамятных времен людей завораживали сны, те эфемерные образы, которые порой так неприятно вспоминать или понимать. Голливуд давно предвидел машины, которые могут в один прекрасный день отправить в мозг сказочные мысли или даже записать их в фильмах, таких как "Вспомнить всё"¹⁶⁾. Все это, однако, было чистой воды спекуляциями. До недавнего времени так и было.

Ученые добились замечательных успехов в области, которая когда-то считалась недоступной: удалось сделать снимок воспоминаний и, возможно, снов. Первые шаги в этом направлении были предприняты учеными лаборатории передовых телекоммуникационных исследований ([Advanced Telecommunications Research –ATR](#)) в Киото. Они показали своим пациентам точку света в определенном месте. Затем использовали фМРТ, чтобы записать – где мозг запомнил эту информацию. Далее, переместили точку света и вновь записали, где мозг вновь запомнил это новое изображение. В конце концов, была получена карта один-к-одному, где десятки точек света хранились в мозгу. Эти точки были расположены на сетке 10 × 10.

Затем ученые возбудили изображение простого объекта, сделанного из этих 10 × 10 точек, такого как подкова. С помощью компьютера они смогли проанализировать, как мозг сохранил эту картину. Шаблон, сохраненный мозгом, был суммой изображений, которые составляли подкову.

Таким образом, эти ученые смогли создать картину того, что должен бы увидеть мозг. Любой образец световых точек на этой сетке 10 × 10 может быть декодирован компьютером, просматривающим сканирование мозга с помощью фМРТ.

В будущем ученые хотят увеличить количество пикселей в сетке 10 × 10. Более того, они утверждают, что этот процесс универсален, то есть любая визуальная мысль или даже сон могут быть обнаружены с помощью сканирования фМРТ. Если это правда, это может означать, что мы сможем впервые в истории записать образы, о которых мы думаем.

Конечно, наши ментальные образы, и особенно наши сны, не бывают достаточно определёнными и всегда будет присутствовать размытость, но сам факт, что мы можем заглянуть глубоко и визуально в мысли чьего-то мозга, примечателен.

ЭТИКА ЧТЕНИЯ МЫСЛЕЙ

Возможность чтения мыслей создает проблему: что произойдет, если мы сможем регулярно читать мысли людей? Нобелевский лауреат Дэвид Балтимор ([David Baltimore](#)), бывший президент Калифорнийского технологического института ([California Institute of Technology - Caltech](#)), обеспокоен этой проблемой. Он спрашивает и сам отвечает: *“Можем ли мы использовать мысли других?... Я не думаю, что это чистая научная фантастика, но это создаст адский мир. Представьте себе ухаживание за партнером или переговоры по контракту, если ваши мысли могут быть прочитаны.”*

Большую часть времени он говорил о том, что, чтение мыслей может привести хотя и не к катастрофическим последствиям, но к неловким ситуациям,. В частности, он пишет: *“Говорят, что, если остановить лекцию профессора на полуслове ... обнаружится, что значительная часть [студентов] участвуют в эротических фантазиях.”*

Возможно, чтение мыслей не станет проблемой конфиденциальности, поскольку большинство наших мыслей недостаточно четко определены. Фотографирование фантазий и мечтаний может однажды стать возможным, но мы можем быть разочарованы качеством снимков. Много лет назад, я помню, как читал сказку, в которой Джинн пообещал некоему человеку, что у

¹⁶⁾ "Вспомнить всё" (англ. *Total Recall*) — американский фантастический боевик режиссёра Лэна Уайзмана, снятый по мотивам рассказа Филипа Дика "Мы вам всё припомним".



Фото 1.3. Пластиковая "крышка" со многими электродами, прикрепленными над головой.

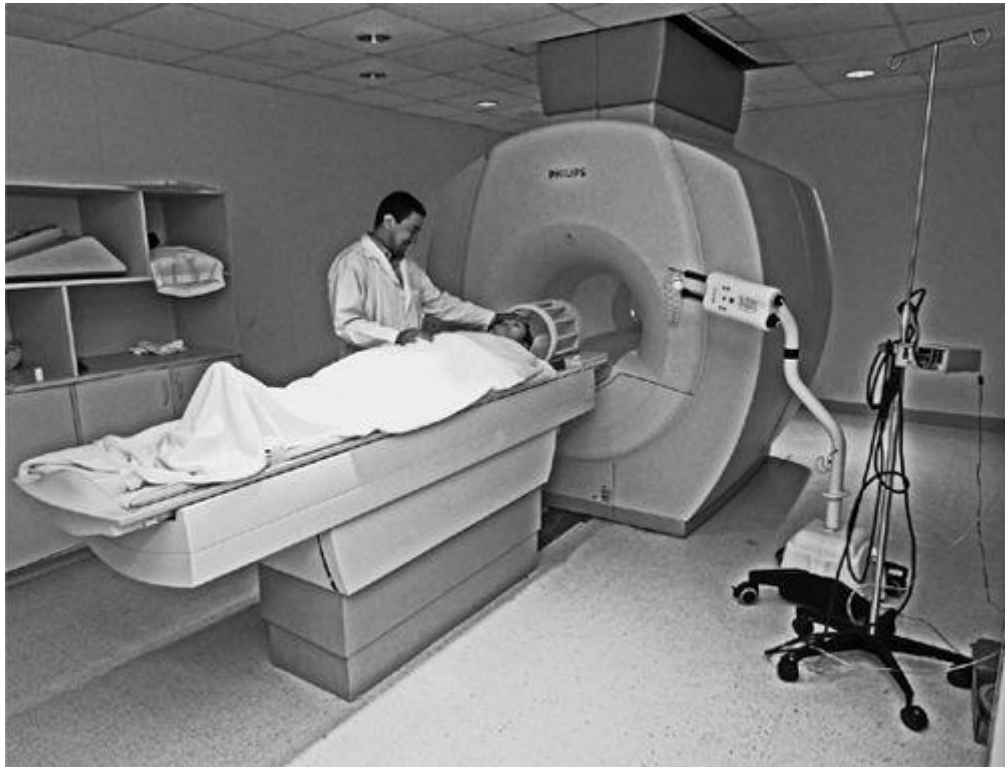


Фото 1.4. Чтение мыслей с помощью ЭЭГ (слева) и фМРТ (справа) сканирования. В дальнейшем эти электроды будут миниатюризированы. Мы сможем читать мысли, а также управлять объектами, просто думая.

него появится все, что он может себе представить. Человек тут же представил себе дорогие предметы роскоши, такие как лимузины, миллионы долларов и замок. Джин мгновенно материализовал всё перечисленное. Но когда этот человек внимательно осмотрел всё — он был шокирован тем, что в лимузине не было ни дверных ручек, ни двигателя, лица на купюрах были расплывчатыми, а замок пустовал. В своей спешке представить все эти предметы, он забыл, что эти образы существуют в его воображении только как общие идеи.

Кроме того, сомнительно, что вы сможете читать чужие мысли на расстоянии. Все изученные до сих пор методы (включая ЭЭГ, фМРТ и электроды на самом мозге) требуют тесного контакта с объектом.

В конечном итоге, могут быть приняты законы, ограничивающие несанкционированное чтение мыслей. Кроме того, могут быть созданы устройства для защиты наших мыслей путем подавления, блокировки или шифрования наших электрических сигналов.

До истинного чтения мыслей — еще много десятилетий. Но, по крайней мере, сканер фМРТ может функционировать как примитивный детектор лжи, поскольку "произнесение" лжи активизирует гораздо больше центров мозга, чем правдивые ответы. "Говорить" ложь означает, что вы знаете правду, но думаете о лжи и ее бесчисленных последствиях, что требует гораздо больше энергии, чем "говорить" правду. Следовательно, сканирование мозга фМРТ должно быть в состоянии обнаружить этот дополнительный расход энергии. В настоящее время у научного сообщества есть некоторые оговорки относительно того, чтобы позволить детекторам лжи fMRI быть последним словом, особенно в судебных делах. Технология все еще слишком нова, чтобы обеспечить надежный метод обнаружения лжи. Дальнейшие исследования, говорят организаторы, улучшат его точность. И эта технология используется, чтобы остаться.

Есть две коммерческие компании, предлагающие детекторы лжи фМРТ, утверждая более 90%-ный успех в применении. Суд в Индии использовал фМРТ для урегулирования дел, а в настоящее время несколько дел, связанных с фМРТ, находятся в судах США.

Обычные детекторы лжи не измеряют ложь — они измеряют только признаки напряжения, такие как повышенное потоотделение (измеряется путем анализа проводимости кожи) и увеличение частоты сердечных сокращений. Сканирование же мозга измеряет повышенную активность мозга, но корреляция между этим и ложью все еще должна быть доказана окончательно для суда.

Исследование же пределов и точности обнаружения лжи с помощью фМРТ может занять годы тщательного тестирования. В то же время Фонд Макарура ([MacArthur Foundation](#)) недавно предоставил грант в размере 10 миллионов долларов проекту "Право и Неврология" ([Law and Neuroscience Project](#)), чтобы определить, как неврология повлияет на закон.

Моё фМРТ-сканирование мозга

Однажды мой собственный мозг был просканирован на аппарате фМРТ. Для документального фильма канала BBC/Discovery я полетел в Университет Дьюка ([Duke University](#)), где меня поместили на носилки, которые затем были вставлены в гигантский металлический цилиндр. Когда был включен огромный, мощный магнит (в 20 000 раз превышающий магнитное поле Земли), атомы в моем мозгу сориентировались по магнитному полю, как вращающиеся вершины, оси которых указывают в одном направлении. Затем в мой мозг был послан радиоимпульс, который перевернул некоторые ядра моих атомов "вверх дном". Когда ядра в конце концов вернулись в норму, они воспроизвели крошечный импульс или эхо, которое могло быть обнаружено машиной фМРТ. Анализируя эхо, компьютеры смогли обработать сигналы, а затем собрать трехмерную карту внутренней части моего мозга.

Весь процесс был абсолютно безболезненным и безвредным. Излучение, направленное в мое тело, было неионизирующим и не могло нанести ущерб моим клеткам, разрывая атомы. Даже

помещённый в магнитном поле в тысячи раз сильнее земного, я не мог обнаружить ни малейшего изменения в своем теле.

Цель моего пребывания на фМРТ-сканировании состояла в том, чтобы точно определить, где в моем мозгу производятся определенные мысли — в частности, крошечные биологические "часы" внутри мозга, между глазами, за носом, где мозг вычисляет секунды и минуты. Повреждения этой нежной части мозга вызывает искаженное чувство времени.

Меня попросили "измерять" время прохождения секунд и минут, находясь внутри сканера,. Позже, когда были обработаны снимки фМРТ, я мог ясно видеть, что за моим носом было яркое пятно, когда я считал секунды. Я понял, что я стал свидетелем рождения совершенно новой области биологии: отслеживание точных мест в мозге, связанных с определенными мыслями, со способом чтения мыслей.

ТРИКОДЕРЫ И ПОРТАТИВНЫЕ СКАНЕРЫ МОЗГА

В будущем фМРТ-аппарат не обязательно будет тем чудовищным устройством, которое сегодня можно найти в больницах, весом в несколько тонн и занимающим целую комнату. Он может быть маленьким, как мобильный телефон, или даже копейка.

В 1993 году Бернхард Блюмич ([Bernhard Blümich](#)) и его коллеги из института Макса Планка по исследованию полимеров в Майнце, Германия ([Max Planck Institute for Polymer Research in Mainz, Germany](#)), натолкнулись на новую идею, которая могла бы создать крошечные машины фМРТ. Они создали машину, называемую - универсальный мобильный поверхностный сканер (MRI-MOUSE mobile universal surface explorer), в настоящее время высотой около одного фута, что может однажды дать нам машины фМРТ размером с кофейную чашку и продаваться в универмагах. Это может революционизировать медицину, так как станет возможным проводить фМРТ в уединении дома. Блюмич предвидит время, не слишком далекое, когда человек сможет провести МРТ-мышку над своей кожей и заглянуть внутрь своего тела в любое время суток. Компьютеры будут анализировать картину и диагностировать любые проблемы. *"Возможно, что-то вроде трикодера из фильма "Звёздный путь" не так далеко, в конце концов"*, - заключил он.

Аппаратура фМРТ работает по принципу, аналогичному стрелкам компаса. Северный полюс стрелки компаса всегда выравнивается по направлению магнитного поля. Когда тело помещают в фМРТ-аппарат, ядра атомов, как стрелки компаса, выравниваются по магнитному полю. Когда в тело посылается радиоимпульс, тот заставляет ядра перевернуться "вверх дном". Когда же ядра возвращаются в исходное положение, они испускают второй радиоимпульс или эхо.

Ключом к мини-фМРТ машине являются неоднородные магнитные поля. Сегодняшняя фМРТ-машина настолько громоздка, потому что необходимо помещать тело пациента в чрезвычайно однородное магнитное поле. Чем больше однородность поля, тем более детализирована полученная картина, которая сегодня может иметь разрешение вплоть до десятой доли миллиметра. Чтобы получить такие однородные магнитные поля, физики работают с двумя большими катушками проволоки, примерно два фута в диаметре, уложенных друг на друга. Эта катушка называется катушкой Гельмгольца и обеспечивает однородное магнитное поле в пространстве между двумя катушками. Человеческое тело помещается вдоль оси этих 2 больших магнитов.

Если использовать неоднородные магнитные поля, то полученное изображение будет искажено и бесполезно. И это было проблемой с машинами фМРТ на протяжении многих десятилетий. Но Блюмич предложил оригинальный способ компенсировать это искажение, отправив несколько радиоимпульсов в образец и затем обрабатывая полученные эхо-сигналы. Компьютеры используются для анализа этих эхо-сигналов и компенсируют искажения, создаваемые неоднородными магнитными полями.

Сегодня портативная МРТ-мышь Блюмича использует небольшой U-образный магнит с Северным и Южным полюсами на каждом конце U. Этот магнит помещается поверх пациента, а,

перемещая магнит, можно смотреть на несколько дюймов под кожей. В отличие от стандартных фМРТ-аппаратов, которые потребляют огромное количество энергии и должны иметь специальные электрические розетки, МРТ-мышь потребляет примерно столько же электроэнергии, сколько обычная лампочка.

В некоторых из своих ранних тестов Блюмич помещал МРТ-мышь поверх резиновых шин, эластичных как человеческая ткань. И уже это могло бы иметь немедленное коммерческое применение: быстрое выявление дефектов в продуктах. Обычные машины фMRI нельзя использовать на предметах, которые содержат металл, такие как, например, стальные радиальные шины. МРТ-мышь, поскольку она использует только слабые магнитные поля, не имеет такого ограничения. Магнитные поля обычной фМРТ-машины в 20 000 раз мощнее магнитного поля Земли. Многие медсестры и техники могут серьезно пострадать, когда включается магнитное поле, поскольку металлические инструменты внезапно полетели бы на них. с МРТ-мышью не возникает такой проблемы.

Но это идеально не только для анализа объектов, которые имеют металлические составляющие в них, здесь можно анализировать и объекты, которые слишком большие для помещения их внутри обычной машины фMRI или которые не могут быть перемещены со своих мест. Например, в 2006 году магнитно-резонансная томография с помощью мыши успешно произвела снимки ледяной мумии эци¹⁷⁾ — замороженного трупа, найденного в Альпах в 1991 году. Перемещая U-образный магнит над Айсменом, учёные смогли последовательно отслаивать различные слои его замороженного тела.

В будущем МРТ-мышь может быть уменьшена еще больше, что позволит проводить фМРТ мозга, используя что-то размером с мобильный телефон. Тогда и сканирование мозга для чтения своих мыслей не будет проблемой. В конце концов, фМРТ-сканер может быть тонким, как монета в десять центов — едва заметным. Это может даже напоминать менее мощную ЭЭГ, где прикладывается пластиковая "крышка" со многими электродами, прикрепленными над головой (Фото 1.3). Если вы поместите эти портативные диски МРТ на кончиках пальцев, а затем поместите их на голову человека, это будет напоминать выполнение вулканского¹⁸⁾ слияния разума из фильма "Звёздный путь".

"ТЕЛЕКИНЕЗ" И "СИЛА БОГОВ"

Конечная точка этого прогресса — достижение телекинеза, силы богов мифологии в перемещении объектов чистой мыслью.

Например, в фильме "Звездные войны" сила — это таинственное поле, которое пронизывает галактику и развязывает ментальные способности рыцарей-джедаев, позволяя им контролировать объекты своим умом: световые мечи, лучевые пушки и даже целые звездолеты можно левитировать, то есть перемещать, используя мощь силы, и управлять действиями других.

Но нам не придется путешествовать в далекую галактику, чтобы использовать эту силу. К 2100 году, когда мы войдём в комнату, мы сможем мысленно управлять компьютером, который, в свою очередь, будет управлять вещами вокруг нас. Перестановка тяжелой мебели, перемещения на нашем столе, ремонт и т. д., станут возможны только подумав об этом. Это может быть весьма полезно рабочим, пожарным, астронавтам и солдатам, которым приходится управлять техникой, требующей более двух рук. Это изменит способ нашего взаимодействия с миром. Мы могли бы ездить на велосипеде, водить машину, играть в гольф или бейсбол или сложные игры, просто подумав о них.

¹⁷⁾ Ледяная мумия эци (Ötzi the iceman), называемая также Айсменом) — хорошо сохранившаяся природная мумия человека, который жил между 3400 и 3100 году до нашей эры.

¹⁸⁾ Вулканцы (англ. Vulcans) — вымышленная инопланетная раса из научно-фантастического сериала "Звёздный путь", обитающая на одноимённой планете (Вулкан).

Перемещение объектов мыслью может стать возможным, используя нечто, называемое сверхпроводниками, что мы более подробно объясним в главе 4. К концу этого столетия физики, возможно, смогут создавать сверхпроводники, которые будут работать при комнатной температуре, тем самым позволяя создавать огромные магнитные поля, требующие небольших энергий. Точно так же, как двадцатый век был веком электричества, очередное будущее может стать веком магнетизма, что могут дать комнатно-температурные сверхпроводники.

Создание мощных магнитных полей в настоящее время дорого, но в будущем это может стать совершенно доступными. Это позволит снизить трение в наших поездах и грузовиках, революционизировать транспорт, исключить потери при передаче электроэнергии. И это же позволит нам перемещать объекты с помощью чистой мысли. С крошечными супермагнитами, размещенным внутри различных объектов, мы сможем перемещать их только усилием воли.

В ближайшем будущем мы ожидаем, что во всех предметах появятся крошечные чипы, делающие их интеллектуальными. В далеком будущем мы ожидаем, что внутри всех предметов появятся крошечные сверхпроводники, которые смогут генерировать всплески магнитной энергии, достаточной для перемещения по комнате. Предположим, например, что стол содержит сверхпроводник. Обычно сверхпроводник не несет тока. Но когда возникнет малюсенькое электрическое течение, оно может создать мощное магнитное поле, способное на то, чтобы отправить объект через всю комнату. Думая, мы будем в состоянии активировать супермагнит, встроенный в объект и, тем самым, заставить его двигаться.

Например, в играх X-Men злых мутантов возглавляет Магнето, который может перемещать огромные объекты, манипулируя их магнитными свойствами. В одной сцене он даже перемещает мост "Золотые Ворота" с помощью силы своего разума. Но у этой власти есть пределы. Например, ей трудно переместить такой объект, как пластик или бумага, которые не имеют магнитных свойств. В конце первой игры X-Men Магнето был заключен в тюрьму, сделанную полностью из пластика.

В будущем комнатные сверхпроводники могут быть скрыты внутри обычных предметов, даже немагнитных. Если внутри объекта включается ток, он станет магнитным, и, следовательно, он может быть перемещен внешним магнитным полем, которое контролируется вашими мыслями.

У нас также появится возможность манипулировать роботами и аватарами с помощью мышления. Это означает, что, как и в фильмах "Суррогаты" и "Аватар" (*Surrogates, Avatar*), мы сможем контролировать движения наших суррогатов (заменителей) и даже чувствовать боль и давление. Это может оказаться полезным, если нам понадобится сверхчеловеческое тело для ремонта в космосе или спасения людей в чрезвычайных ситуациях. Возможно, однажды наши астронавты, находясь на земле и в безопасности, будут управлять сверхчеловеческими роботизированными телами, когда те будут двигаться по Луне. Мы обсудим это подробнее в следующей главе.

Следует также отметить, что обладание телекинетической силой сопряжено с определенными рисками.

В фильме "Запретная планета"¹⁹⁾ древняя цивилизация, опережающая нашу на миллионы лет, достигает своих мечтаний — умению контролировать свои мысли. Как один из тривиальных примеров их технологии, они создали машину, которая может превратить ваши мысли в трехмерное изображение. Вы накладываете устройство на свою голову, представляете что-то и 3D изображение материализуется внутри машины. Хотя это устройство казалось невероятно продвинутым для зрителей еще в 1950-х годах, что-то подобное будет доступно в ближайшие десятилетия. В фильме было устройство, которое могло использовать психическую энергию, для

¹⁹⁾ "Запретная планета" (англ. *Forbidden Planet*) — американский кинофильм 1956 года, один из центральных представителей американской кинофантастики 1950-х годов, оказавший определяющее влияние на развитие жанра. Отправной точкой для сценаристов послужила драматическая сказка Шекспира.

того, чтобы поднять тяжелый объект. Но, именно для этой технологии нам не нужно ждать миллионы лет — она уже существует в виде игрушки. Вы устанавливаете электроды ЭЭГ на голове, игрушка обнаруживает электрические импульсы вашего мозга, а затем поднимает крошечный объект, как в фильме. Далее, в будущем во многих играх чистая мысль будет играть свою роль. Участники одной команды, например — футбольной, могут быть мысленно связаны так, чтобы они могли перемещать мяч, думая об этом, а команда, которая может лучше всего мысленно перемещать мяч, выигрывает.

Развязка "Запретной планеты" заставляет нас задуматься. Несмотря на обширность их технологий, инопланетяне погибли, потому что они не заметили дефекта в своих проектах. Их мощные машины подключались не только к их осознанным мыслям, но и к их подсознательным желаниям. Дикие и казалось бы подавленные мысли о жестоком древнем эволюционном прошлом вернулись к жизни, и машины материализовали каждый подсознательный кошмар в реальность. Накануне достижения их величайшего творения эта могущественная цивилизация была разрушена той самой технологией, которая, как они надеялись, освободит их.

Однако для нас это все еще отдаленная опасность. Устройство такого масштаба не будет доступно до двадцать второго века. Однако мы сталкиваемся с более насущной проблемой. К 2100 году мы также будем жить в мире, населенном роботами с человеческими характеристиками. Что произойдет, если они станут умнее нас?

"Роботы унаследуют землю? Да, но они будут нашими детьми".
/Марвин Ли Минский /²⁰⁾

²⁰⁾ Марвин Ли Минский (англ. *Marvin Lee Minsky*; 9 августа 1927 — 24 января 2016) — американский учёный в области искусственного интеллекта, сооснователь Лаборатории искусственного интеллекта в Массачусетском технологическом институте.

