Митио Каку

физика будущего



Книжные проекты Дмитрия Зимина

АЛЬПИНА НОН-ФИКШН

Митио Каку

Физика будущего

«Альпина Диджитал»

2011

Каку М.

Физика будущего / М. Каку — «Альпина Диджитал», 2011

Кому, как не ученым-физикам, рассуждать о том, что будет представлять собой мир в 2100 году? Как одним усилием воли будут управляться компьютеры, как силой мысли человек сможет двигать предметы, как мы будем подключаться к мировому информационному полю? Возможно ли это? Оказывается, возможно и не такое. Искусственные органы; парящие в воздухе автомобили; невероятная продолжительность жизни и молодости – все эти чудеса не фантастика, а обоснованные прогнозы научного мира.

© Каку М., 2011
© Альпина Диджитал, 2011

Содержание

Введение 6
Предсказания на ближайший век 9
Разобраться в законах природы 12
2100 г.: встать вровень с богами 14
Почему предсказания не всегда сбываются 16
Принцип пещерного человека 17
Наука как клинок 20
1. Будущее компьютера 21
Превосходство сознания над материей 21
Ближайшее будущее (с настоящего момента до 2030 г.) 25
Интернет-очки и контактные линзы 25
Автомобиль без водителя 27
Экраны на четыре стены 29
Гибкая электронная бумага 30
Виртуальные миры 31
Здравоохранение в ближайшем будущем 33
Жизнь в сказке 34
Середина века (2030–2070 гг.) 35
Конец закона Мура 35
Конец ознакомительного фрагмента. 37

Митио Каку
Физика будущего

Переводчик *Наталья Лисова*
Редактор *Мария Миловидова*
Руководитель проекта *И. Серёгина*
Корректор *О. Ильинская*
Компьютерная верстка *О. Морозова, А. Фоминов*
Иллюстратор *А. Андреев*
Дизайнер обложки *С. Тимонов*

© Michio Kaku, 2011
© Издание на русском языке, перевод, оформление. ООО «Альпина нон-фикшн», 2017

Все права защищены. Произведение предназначено исключительно для частного использования. Никакая часть электронного экземпляра данной книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами, включая размещение в сети Интернет и в корпоративных сетях, для публичного или коллективного использования без письменного разрешения владельца авторских прав. За нарушение авторских прав законодательством предусмотрена выплата компенсации правообладателя в размере до 5 млн. рублей (ст. 49 ЗОАП), а также уголовная ответственность в виде лишения свободы на срок до 6 лет (ст. 146 УК РФ).

* * *



Эта книга издана в рамках программы «Книжные проекты Дмитрия Зимина» и продолжает серию «Библиотека фонда «Династия». Дмитрий Борисович Зимин – основатель компании «Вымпелком» (Beeline), фонда некоммерческих программ «Династия» и фонда «Московское время».

Программа «Книжные проекты Дмитрия Зимина» объединяет три проекта, хорошо знакомые читательской аудитории: издание научно-популярных переводных книг «Библиотека фонда «Династия», издательское направление фонда «Московское время» и премию в области русскоязычной научно-популярной литературы «Просветитель».

* * *

Посвящается моей любимой жене Сицзуэ, а также моим дочерям Мишель и Элисон

Введение
Предсказание на 100 лет

Империи будущего будут империями разума.
Уинстон Черчилль

Когда я был маленьким, два события помогли сформировать меня таким, какой я сегодня, и заронили в душу две страсти, определившие всю мою жизнь.

Первое событие произошло, когда мне было восемь лет. Я очень хорошо помню, как гудела учительская, обсуждая последнюю новость: умер великий ученый. В тот вечер газеты напечатали фотографию его кабинета с незаконченной рукописью на столе. Заголовок гласил, что величайший ученый нашей эпохи не смог завершить свой величайший шедевр. Я снова и снова задавал себе вопрос: что может быть настолько сложным, чтобы такой великий ученый не смог закончить свой труд? Что вообще может быть настолько сложным и настолько важным? Постепенно этот вопрос стал для меня более интересным, чем любой детектив, более захватывающим, чем любые приключения. Я должен был узнать, что содержится в той неоконченной рукописи.

Позже я выяснил, что ученого звали Альберт Эйнштейн, а неоконченная рукопись должна была стать его величайшим достижением. Это была попытка создать «теорию всего», вывести общее уравнение, состоящее, может быть, всего из нескольких букв, которое приоткрыло бы для человечества тайны Вселенной и позволило бы его автору «понять замысел Бога».

Другим определяющим событием моего детства стали, как ни странно, телепередачи, особенно сериал «Флэш Гордон» с Бастером Краббом в главной роли. Каждую субботу утром я буквально прилипал к телевизору и волшебным образом переносился в загадочный мир инопланетных пришельцев, звездных кораблей, сражений с применением лучевого оружия, подводных городов и, конечно, чудовищ. Да, я заглотил наживку и попал на крючок. Прекрасно помню свои первые встречи с миром будущего и до сих пор испытываю детский восторг при мысли о нем.

Однако, посмотрев все серии фильма, я потихоньку начал понимать, что, хотя все лавры в нем доставались Флэшу, на самом деле главным действующим лицом сюжета был ученый – доктор Зарков. Без него действие застопорилось бы в самом начале. Именно он изобрел ракетный корабль, щит невидимости, источник энергии для небесного города и множество других необходимых вещей. Я понял, что без ученого будущее невозможно. И пусть молодые и красивые герои вызывают восторги зрителей, но все чудесные изобретения будущего – результат деятельности невоспетых и зачастую анонимных ученых.

Позже, в старших классах школы, я решил последовать примеру великих ученых прошлого и подвергнуть теоретические знания практической проверке. Я хотел быть частью той великой революции, которая, как я был убежден, в самом ближайшем будущем изменит мир. Я решил построить установку для столкновения атомов и попросил у мамы разрешения соорудить в гараже ускоритель частиц на 2,3 миллиона электронвольт. Она немного удивилась, но разрешила. После этого я обратился к фирмам Westinghouse и Varian Associates, добыл 400 фунтов трансформаторной стали и 22 мили медного провода и собрал в мамином гараже вполне приличный ускоритель-бетатрон.

Еще раньше я соорудил камеру Вильсона с мощным магнитным полем и некоторое время фотографировал треки античастиц. Но этого мне было мало. Я поставил себе новую цель: получить пучок античастиц. Магнитные катушки ускорителя обеспечивали мне мощ-

ное магнитное поле напряженностью в 10 000 гаусс (примерно в 20 000 раз мощнее магнитного поля Земли; в принципе такого поля достаточно, чтобы вырвать из руки молоток). Машина пожирала шесть киловатт, забирая всю электроэнергию в доме; предохранители то и дело летели. (Должно быть, моя бедная мама не раз пожалела, что ее сын не уродился футболистом.)

Итак, моей жизнью управляли две страсти: во-первых, желание понять все физические законы Вселенной и свести их в единую непротиворечивую теорию, во-вторых, желание увидеть будущее. Со временем я понял, что на самом деле эти две страсти дополняют одна другую. Ключ к пониманию будущего – фундаментальные законы природы; новые изобретения, машины и методы лечения, созданные на их основе, определят будущее нашей цивилизации на многие десятилетия.

Я узнал, что во все времена человек пытался предсказывать будущее, и многие попытки такого рода были полезными и глубокими, но, увы, писали о будущем все больше историки, социологи, писатели-фантасты и «футуристы». Можно сказать, что сторонние наблюдатели пытались предсказывать мир науки, ничего достоверно о науке не зная. Ученые – те, кто, собственно, и создает будущее в своих лабораториях, – слишком заняты открытиями и прорывами, чтобы писать популярные книги о будущем.

Вот чем эта книга отличается от других. Я надеюсь, что она поможет читателю увидеть чудесные открытия, ожидающие нас в будущем, глазами непосредственного участника и представит самый подлинный и авторитетный взгляд на мир 2100 г.

Конечно, невозможно предсказать будущее с абсолютной точностью. Мне кажется, максимум, что можно сделать, – это заглянуть в мысли ученых, которые сегодня работают на переднем крае науки и старательно изобретают будущее. Именно они создают устройства, приспособления и лекарства, которые в будущем полностью изменят человеческую цивилизацию. Моя книга – рассказ об этих людях. У меня была редкая возможность наблюдать эту великую революцию из первых рядов; я брал интервью более чем у 300 лучших в мире ученых, мыслителей и мечтателей для телевидения и радио Америки. Я водил съемочные группы в лаборатории; мы снимали прототипы тех замечательных устройств, которые изменят наше будущее. Мне выпала редкая честь выступать ведущим многих научных передач на телеканалах BBC, Discovery и Science, рассказывать об изобретениях и открытиях современных прорицателей, которые осмеливаются не только заглядывать в будущее, но и творить его собственными руками. Я имел возможность заниматься собственными исследованиями – теорией струн – и одновременно знакомиться с самыми передовыми исследованиями, которые в XXI в. перевернут мир. Я, как мне кажется, занимался в науке самыми желанными вещами. Моя детская мечта осуществилась.

Но эта книга отличается от прежних моих книг. В таких книгах, как «Дальше Эйнштейна» (Beyond Einstein), «Гиперпространство» и «Параллельные миры», я рассказывал о свежих ветрах революционных перемен, дующих в моей области – теоретической физике – и открывающих новые пути к пониманию Вселенной. В «Физике невозможного» я говорил о том, что текущие открытия в физике со временем воплотят, вероятно, в жизнь даже самые смелые научно-фантастические идеи.

Из всех книг эта больше всего похожа на «Предчувствия» (Visions), где темой моего рассказа было развитие физики в ближайшие несколько десятилетий. Я рад, что многие предсказания, сделанные в той книге, сегодня реализуются точно по расписанию, что в значительной мере определялось мудростью и разумным предвидением множества ученых, с которыми я говорил в процессе подготовки этой работы.

Но эта книга дает гораздо более широкую панораму будущего; в ней говорится о технологиях, которые, возможно, принесут плоды лишь через сто лет, но которые в свой срок определят судьбу человечества. От того, как мы справимся с вызовами и возможностями

начавшегося века, будет зависеть, на мой взгляд, окончательная траектория дальнейшего движения человеческой расы.

Предсказания на ближайший век

Предсказать события ближайших нескольких лет – тем более заглянуть на целый век вперед – очень непросто, но именно такие задачи заставляют нас мечтать о технологиях, способных изменить судьбы мира.

В 1863 г. великий фантаст Жюль Верн написал свое, может быть, самое амбициозное произведение – пророческий роман под названием «Париж в XX веке», где в полном блеске проявился его необычайный дар предвидения. По крайней мере грядущий век он предсказал с удивительной точностью. К несчастью, рукопись затерялась в тумане времени; правнук писателя случайно наткнулся на нее в сейфе, где она пролежала почти 130 лет. Поняв, какое сокровище обнаружил, наследник Жюля Верна издал роман в 1994 г., и он сразу же стал бестселлером.

Тогда, в 1863 г., короли и императоры еще правили древними империями, а нищие крестьяне в поте лица своего трудились на полях. В Соединенных Штатах полыхала разрушительная Гражданская война, едва не разорвавшая страну на части, а паровой двигатель только начинал свое победное шествие по миру. Но Верн предсказал, что в Париже в 1960 г. будут стеклянные небоскребы, кондиционеры, телевидение, лифты, скоростные поезда, бензиновые автомобили, факс-машины и даже что-то напоминающее Интернет. С невероятной точностью Верн описал и жизнь в современном Париже.

Надо сказать, что это не случайная удача, ведь всего через несколько лет он сделал еще одно впечатляющее предсказание. В романе «С Земли на Луну» (1865) Жюль Верн привел немало точных подробностей тех необыкновенных путешествий, которые больше ста лет спустя, в 1969 г., привели американских астронавтов на Луну. Он предсказал размеры космической капсулы (с точностью до нескольких процентов), расположение стартовой площадки (во Флориде, на широте мыса Канаверал), число астронавтов, продолжительность путешествия, невесомость, которую испытают астронавты, и финальное приземление в океан. (Единственной серьезной ошибкой было то, что для доставки астронавтов на Луну автор романа воспользовался порохом, а не ракетным топливом. Но до изобретения жидкостных ракет оставалось еще семьдесят лет.)

Каким образом умудрился Жюль Верн предсказать будущее на сто лет вперед с такой поразительной точностью? Его биографы отмечают, что Верн, не будучи ученым, внимательно следил за развитием науки, постоянно встречался с учеными и выяснял, как каждый из них представляет себе будущее развитие своей области. Он собирал информацию обо всех серьезных научных открытиях своего времени и накопил обширный архив. Жюль Верн лучше, чем кто-либо другой, понимал, что именно науке в самом ближайшем будущем суждено потрясти основы цивилизации и ввести ее в новый век, полный удивительных событий и чудес. А главное, писатель понял, что наука способна преобразовать общество; именно в этом ключ к его глубочайшим прозрениям.

Еще одним великим пророком техники был Леонардо да Винчи, художник, мыслитель и мечтатель. Он оставил нам красивые и точные чертежи машин, которые должны были когда-нибудь подняться в небо: наброски парашютов, вертолетов, дельтапланов и даже самолетов. Замечательно, что многие из его изобретений действительно полетели бы, хотя придуманы в конце XV в. (Его летающим машинам не хватало одного-единственного ингредиента: мотора мощностью по крайней мере в одну лошадиную силу, которому предстояло появиться на свет лишь через 400 лет.)

Не менее поразителен тот факт, что Леонардо оставил нам набросок механического суммирующего устройства, обогнавшего время примерно на 150 лет. В затерявшейся рукописи, вновь открытой в 1967 г., был обнаружен проект суммирующей машины с цифро-

выми колесиками на тринадцать разрядов. При повороте ручки колесики внутри должны были прокручиваться и производить арифметические вычисления. (Машина, построенная по этому чертежу в 1968 г., на самом деле заработала.)

Кроме того, в 1950-х гг. была обнаружена еще одна рукопись Леонардо с наброском робота-воина в итало-германских доспехах, способного садиться, двигать руками, шеей и челюстью. Робот по этому проекту также был построен и оказался вполне функциональным.

Как и Жюль Верн, Леонардо общался с передовыми мыслителями своего времени и умел увидеть в этих беседах будущее; он входил в небольшой круг людей, находившихся на передовой современной ему науки. Кроме того, Леонардо постоянно экспериментировал, строил модели, чертил, а это очень важная черта любого, кто хочет превратить мысли в дела.

Рассматривая прогнозы Жюля Верна и Леонардо да Винчи и удивляясь их пророческому дару, мы невольно задаемся вопросом: можно ли сегодня предсказать мир 2100 г.? В полном соответствии с традициями Верна и да Винчи в этой книге мы подробно рассмотрим работы ведущих ученых, уже сегодня создающих прототипы технологий будущего. Эта книга – не фантастический роман, не продукт разыгравшегося воображения голливудского сценариста, она основана на результатах серьезных научных исследований, проводимых в настоящее время в крупнейших лабораториях мира.

Прототипы всех описанных в книге приборов и механизмов уже существуют. Автор «Нейроманта» Уильям Гибсон, пустивший в обращение слово «киберпространство», однажды сказал: «Будущее уже здесь. Оно просто распределено неравномерно».

Предсказывать, каким будет мир в 2100 г., трудно еще и потому, что мы с вами живем в эпоху глобального научного переворота, и темпы познания мира непрерывно возрастают. За последние несколько десятилетий человечество обрело больше научных знаний, чем за всю предыдущую историю. Логично предположить, что к 2100 г. объем научных знаний успеет удвоиться еще не один раз.

Возможно, лучший способ осознать сложность и необъятность взятой на себя задачи – вспомнить, каким был мир в 1900 г., как жили наши бабушки и дедушки.

Журналист Марк Салливан (Mark Sullivan) предлагает нам представить человека, читающего в 1900 г. обычную газету:

> «В газете за 1 января 1900 года наш американец не нашел, к примеру, слова "радио", ибо до его появления оставалось еще двадцать лет; или "кино", ибо его расцвет тоже был еще впереди; или слова "шофер", ибо автомобиль только что появился и назывался пока "безлошадным экипажем"… Не было такого слова, как "авиатор"… Фермеры еще ничего не слышали о тракторах, а банкиры – о Федеральной резервной системе. Торговцы не слыхали ни о сетевых универсамах, ни о принципе самообслуживания; моряки не имели представления о дизельных двигателях… На сельских дорогах все еще попадались тяжелые повозки, запряженные парой волов… Упряжные лошади и мулы встречались повсеместно… Кузница под развесистым каштаном представляла собой вполне обычное зрелище».

Чтобы понять, насколько сложно делать прогнозы на 100 лет вперед, нам достаточно представить, каково было людям в 1900 г. предсказывать мир 2000 г. В 1893 г. в рамках Всемирной «колумбовской» выставки в Чикаго 74 знаменитости получили задание предсказать, какой будет жизнь через 100 лет. Общей проблемой для всех участников стала недооценка скорости, с которой развивается и будет развиваться наука. К примеру, многие респонденты верно предсказали, что будет действовать воздушное трансатлантическое сообщение, но сошлись на том, что средством сообщения будут управляемые воздушные шары. Сенатор

Джон Инголлс (John J. Ingalls) сказал: «Приказание подать к подъезду дирижабль будет так же обычно, как сегодня приказание подать экипаж или башмаки». Кроме того, участники проекта дружно игнорировали автомобиль, а начальник почтового ведомства США генерал Джон Ванамейкер (John Wanamaker) даже сказал, что и через сто лет почта США будет развозиться в почтовых каретах и на вьючных лошадях.

Такая недооценка науки и инновационных технологий распространялась даже на патентное ведомство. В 1899 г. Чарльз Дуэлл (Charles H. Duell), комиссар Патентного бюро США, сказал: «Все, что можно изобрести, уже изобретено».

Иногда эксперты оказывались буквально слепы в собственной области и не видели, что происходит у них под носом.

В 1927 г., в эпоху немого кино, Гарри Уорнер (Harry M. Warner), один из основателей киностудии Warner Brothers, как-то заметил: «Ну кто, черт возьми, захочет слушать актеров?»

А Томас Уотсон (Thomas Watson), президент IBM, сказал в 1943 г.: «Я думаю, в мире есть рынок сбыта для компьютеров. Штук, скажем, для пяти».

Недооценка мощи научных открытий затронула и почтенную газету *New York Times*. В 1903 г. *Times* заявила, что летающие машины – пустая трата времени, ровно за неделю до того, как братья Райт успешно подняли в воздух свой аэроплан в городке Китти-Хок в Северной Каролине. В 1920 г. *Times* раскритиковала ученого-ракетчика Роберта Годдарда (Robert Goddard) и объявила его работу чепухой, потому что ракеты не могут двигаться в вакууме. Правда, к чести газеты следует отметить, что через 49 лет, когда астронавты «Аполлона-11» ступили на Луну, *Times* напечатала опровержение: «Теперь определенно установлено, что ракета может функционировать в вакууме. *Times* сожалеет о своей ошибке».

Из приведенных примеров видно, как опасно ставить на будущее.

Вообще, прогнозы на будущее, за редким исключением, всегда недооценивали скорость технического прогресса. Мы вновь и вновь убеждаемся, что историю делают не пессимисты, а оптимисты. Как однажды заметил президент США Дуайт Эйзенхауэр, «пессимизм не выиграл ни одной войны».

Несложно убедиться, что даже писатели-фантасты зачастую недооценивают скорость развития науки. Посмотрев повтор старого сериала «Звездный путь», снятого в 1960-х гг., можно заметить, что значительная часть показанных в нем «технологий XXIII века» уже рядом с нами. Тогда зрители с изумлением взирали на мобильные телефоны, портативные компьютеры, говорящие автоматы и пишущие машинки, способные печатать под диктовку. Тем не менее сегодня все эти устройства существуют в действительности. А совсем скоро появятся первые универсальные переводчики, способные переводить синхронно, и «трикордеры» – устройства, способные диагностировать болезни на расстоянии. (В общем, большинство научных открытий XXIII в., за исключением транспортеров и варп-двигателей, позволяющих летать со сверхсветовой скоростью, уже сделано.)

Учитывая вопиющие ошибки наших предшественников, которые упорно недооценивали будущее, задумаемся: как нам подвести более прочную научную базу под наши собственные прогнозы?

Разобраться в законах природы

Сегодня можно с уверенностью сказать, что темные века науки, когда молния или чума представлялись делом богов, закончились. У нас громадное преимущество перед Жюлем Верном и Леонардо да Винчи: мы гораздо лучше понимаем законы природы.

Предсказания, разумеется, никогда не станут абсолютно безупречными, но единственный способ сделать их как можно более достоверными – это разобраться в четырех фундаментальных силах природы, которые управляют Вселенной. Открытие и описание каждой из них в свое время изменило историю человечества.

Первой из сил, получивших научное объяснение, стала сила тяготения. Законы механики, открытые Исааком Ньютоном, объясняют движение объектов через силы и взаимодействия и показывают, что для этого не нужны ни мистические духи, ни метафизика. Законы Ньютона проложили путь промышленной революции и паровой тяге, в частности железным дорогам.

Второй силой, механизм действия которой удалось понять человеку, стала электромагнитная сила, которая освещает наши города и питает энергией всевозможные устройства. Томас Эдисон, Майкл Фарадей, Джеймс Кларк Максвелл и другие ученые и изобретатели разобрались в электричестве и магнетизме и поставили их на службу человечеству. Результатом стала электронная революция, которая принесла нам массу научных чудес. В этом можно убедиться всякий раз при аварийном отключении электричества, когда общество внезапно оказывается отброшенным на 100 лет назад.

Третьей и четвертой в процессе познания фундаментальных сил стали две ядерные силы: слабое и сильное взаимодействия. После того как Эйнштейн написал свою знаменитую формулу $E = mc2$ и в 1930-х гг. ученым впервые удалось расщепить атом, они начали понимать, какие силы заставляют пылать небеса. Была открыта тайна горения звезд. Результатом стала не только громадная мощь ядерного оружия, но и надежда на то, что когда-нибудь человек сможет обуздать эти невероятные силы здесь, на Земле.

Сегодня мы довольно хорошо разбираемся во всех четырех перечисленных видах взаимодействия. Первый из них – гравитационное взаимодействие – в настоящее время описывается в рамках общей теории относительности Эйнштейна. Остальные три силы описываются в рамках квантовой теории – теории, которая приоткрывает перед нами тайны мира элементарных частиц.

Квантовая теория, в свою очередь, подарила нам транзистор, лазер и цифровую революцию – движущую силу современного общества. Кроме того, с ее помощью ученые сумели раскрыть тайны молекулы ДНК. Стремительная поступь биотехнологической революции – непосредственный результат развития компьютерных технологий, ведь при секвенировании ДНК не обойтись без сложнейших автоматов, роботов и компьютеров.

Вследствие всего этого мы лучше, чем когда-либо, различаем путь, которым пойдут в новом веке наука и технология. Разумеется, на этом пути человечество ждут и совершенно неожиданные открытия, и захватывающие дух научные новинки, но фундамент современной физики, химии и биологии уже заложен и в обозримом будущем здесь не ожидается никаких серьезных изменений. Поэтому мы можем утверждать, что предсказания, содержащиеся в этой книге, – не продукт пустых спекуляций, а разумная оценка сроков, за которые пилотные технологии сегодняшнего дня смогут достичь зрелости и принести плоды.

В заключение назовем несколько соображений, дающих нам право считать, что мы сейчас в состоянии различить контуры мира, каким он будет в 2100 г.

1. Эта книга основана на беседах с более чем тремя сотнями лучших ученых, работающих на переднем крае науки.

2. Ни одна научная разработка из упомянутых в книге не противоречит известным законам физики.

3. Четыре фундаментальных взаимодействия и базовые законы природы в основном известны; никаких серьезных изменений здесь не ожидается.

4. Прототипы всех технологических новинок, упомянутых в книге, уже существуют.

5. Автор книги – человек науки, не понаслышке знакомый с технологиями переднего края научных исследований.

Бесчисленные эпохи человек был всего лишь пассивным наблюдателем величественного танца природы. Он мог только смотреть в изумлении и ужасе на кометы, молнии, извержения вулканов и страшные эпидемии. Он был уверен, что все это находится за пределами его понимания. Для древнего человека силы природы были вечной загадкой, их следовало бояться и почитать. Чтобы хоть как-то объяснить происходящее вокруг, человек создавал мифических богов и заселял ими землю и небо. Он надеялся, что, если усердно молиться этим богам, они проявят милосердие и даруют исполнение самых заветных желаний.

Сегодня человек становится хореографом природного танца. Иногда ему удается вносить в законы природы свои поправки. Я уверен, что к 2100 г. мы завершим этот процесс и окончательно подчиним себе силы природы.

2100 г.: встать вровень с богами

Если бы современный человек мог навестить своих древних предков и продемонстрировать им все богатство современной науки и техники, на него посмотрели бы как на волшебника. Чудеса науки окружают нас со всех сторон: самолеты взмывают в небеса, ракеты исследуют Луну и планеты Солнечной системы, магнитно-резонансные томографы помогают врачам заглядывать внутрь человеческого тела, сотовые телефоны связывают нас с абонентом, находящимся в любой точке планеты. Если бы можно было показать древнему человеку ноутбук, способный мгновенно передавать движущиеся картинки и сообщения на другой континент, он наверняка назвал бы это колдовством.

Но это всего лишь начало. Наука не стоит на месте. Оглянувшись вокруг, мы увидим взрывное экспоненциальное развитие науки и техники. Если подсчитать количество публикуемых научных статей, несложно убедиться, что даже объем научных знаний каждые десять лет примерно удваивается. Инновации и открытия полностью меняют экономическую, политическую и социальную жизнь, разрушают и ставят с ног на голову все прежние, прочно укоренившиеся взгляды и предрассудки.

А теперь смелее! Вообразите себе мир 2100 г.!

К 2100 г. нам суждено уподобиться богам, на которых мы когда-то взирали с благоговением и ужасом. Но орудиями нашими будут не волшебные палочки и колдовские зелья, а наука о компьютерах, нанотехнологии, искусственный интеллект, биотехнология и, самое главное, квантовая теория – фундамент всего остального.

К 2100 г. мы, подобно мифическим богам, сможем мысленно отдавать приказы и манипулировать предметами. Компьютеры, молча и незаметно считывая наши мысли, научатся исполнять наши желания. Мы научимся силой мысли двигать объекты – обретем телекинетические способности, которые прежде приписывали лишь богам. Биотехнология поможет нам сотворить для себя идеальное тело и увеличить продолжительность жизни. Кроме того, мы научимся создавать новые формы жизни, такие, каких прежде на Земле просто не существовало. Нанотехнология позволит нам брать предмет и превращать его во что-то иное, а также создавать вещи почти из ничего. Ездить мы будем не на огненных колесницах, а в обтекаемых транспортных средствах, способных двигаться практически без топлива и легко подниматься в воздух. Новые силовые установки позволят нам обуздать неограниченную энергию звезд. Кроме того, мы будем стоять на пороге отправки первых межзвездных экспедиций для изучения ближайших светил.

Сегодня эти возможности представляются невообразимыми, фантастическими, но семена этих технологий высеваются сегодня, сейчас, в тот самый момент, когда вы читаете эту книгу. А перечисленные возможности даст человеку современная наука, а не зелья и заклинания.

Сам я квантовый физик. Каждый день я имею дело с уравнениями, описывающими поведение элементарных частиц, из которых состоит Вселенная. Мир, в котором я живу, представляет собой Вселенную одиннадцатимерного гиперпространства, черных дыр и проходов в Мультивселенную. Следует заметить, что уравнениями квантовой физики можно описывать не только богатую событиями жизнь звезд и Большой взрыв. С их помощью можно разглядеть и очертания нашего будущего, хотя бы самые общие.

Но зададимся другим вопросом. Куда ведет нас технологическая революция? Какова конечная цель нашего долгого путешествия в мир науки и техники?

Кульминацией всего этого должно стать формирование планетарной цивилизации – того, что физики называют цивилизацией I типа. Вообще, переход к планетарной цивилизации станет, вероятно, величайшим рубежом в истории человечества и будет означать рез-

кий уход от всех цивилизаций прошлого. Практически все самые громкие события, все заголовки новостных сообщений тем или иным способом отражают «родовые схватки» планетарной цивилизации. Деловая активность, торговля, культура, язык, развлечения, хобби и даже война – все стороны деятельности человека переживают в связи с этим революционные перемены. Подсчитав количество энергии, вырабатываемой на планете, мы увидим, что при стабильном развитии человечество достигнет статуса цивилизации I типа в ближайшие 100 лет. Если общество не падет жертвой сил хаоса и глупости, то переход к планетарной цивилизации неизбежен; это конечный продукт действия неумолимых глобальных сил истории и технического развития, не подвластных никому.

Почему предсказания не всегда сбываются

Не секрет, что некоторые предсказания эры информатизации блистательно провалились. К примеру, многие футуристы предсказывали «безбумажный офис», т. е. утверждали, что компьютер сделает бумаги ненужными, а документооборот – виртуальным. На самом же деле все произошло с точностью до наоборот. Одного взгляда на любой офис достаточно, чтобы понять: бумаг стало больше, чем когда-либо.

Кроме того, некоторые видели в будущем «безлюдные города». Футуристы предсказывали, что благодаря технологии интернет-видеоконференций «живые» бизнес-встречи станут ненужными и ездить каждый день в город на работу будет незачем. Говорили, что крупные города опустеют, а люди будут больше работать дома, чем в офисе.

Точно так же говорилось о появлении «кибертуристов» – любителей лежать на диване и одновременно путешествовать по миру, разглядывая достопримечательности через Интернет на экране компьютера. Отсюда упадок туристического бизнеса. Вместо покупателей возникнут «киберпокупатели», за которых ходить по магазинам будет компьютерная мышка. Торговые центры и гипермаркеты разорятся. «Киберстуденты» будут посещать занятия виртуально, а втайне играть в видеоигры и пить пиво, а университеты закроются за отсутствием желающих учиться.

Вспомним также о судьбе видеотелефона. На Всемирной выставке 1964 г. компания AT&T показала новую систему. Она потратила около 100 миллионов долларов на разработку телеэкрана, который мог бы подсоединяться к телефонной сети и показывать вам вашего собеседника, а ему – вас. Идея провалилась: AT&T сумела продать всего около ста таких аппаратов, ведь каждый из них стоил порядка миллиона долларов. Эта неудача обошлась фирме очень недешево.

Наконец, неизбежной считалась и гибель традиционных средств массовой информации и развлечений. Некоторые футуристы предсказывали, что Интернет, подобно колеснице Джаггернаута, раздавит живой театр, кино, радио и телевидение, которые скоро можно будет увидеть только в музеях.

На самом деле произошло обратное. Транспортные пробки стали настоящей проблемой и неотъемлемой чертой городской жизни. Люди в рекордных количествах едут за рубеж, вследствие чего туризм превратился в одну из наиболее стремительно развивающихся отраслей. Покупатели, несмотря на экономический кризис, наводняют торговые площади. Университеты, вместо того чтобы продвигать виртуальное образование, по-прежнему регистрируют рекордное количество студентов. Конечно, число людей, которые предпочитают работать дома или общаются с коллегами на телеконференциях, выросло и продолжает расти, но города вовсе не пустеют. Вместо этого они превращаются в громадные мегаполисы и разрастаются во всех направлениях. Да, сегодня очень просто вести видеоразговоры в Интернете, но большинство людей неохотно снимается на видео и предпочитает встречаться с друзьями «в реале». И разумеется, Интернет кардинально изменил весь медиаландшафт, и теперь медиагиганты размышляют о том, как лучше зарабатывать в Сети. Все это так, но об исчезновении телевидения, радио и живого театра речи не идет. Огни Бродвея и не думают гаснуть.

Принцип пещерного человека

Почему же не оправдались предсказания, о которых мы говорили? Мне кажется, люди в основном не идут на подобные изменения из-за того, что я называю Принципом пещерного человека. Генетические и палеонтологические данные говорят о том, что современный человек, который выглядел уже в точности, как мы с вами, вышел из Африки более 100 000 лет назад, и нет никаких указаний на дальнейшие серьезные изменения в структуре мозга или личности вида *Homo sapiens*. Анатомически человек того времени идентичен современному человеку: если вымыть его, побрить, одеть в костюм-тройку и привести на Уолл-стрит, физически он будет не отличим от окружающих. Из этого можно сделать простой вывод: наши нужды и мечты, наша личность и наши желания, вероятно, не слишком изменились за последние 100 000 лет. Вероятно, мы мыслим примерно так же, как наши пещерные предки.

Все очень просто: всякий раз, когда возникает конфликт между современной техникой и желаниями наших примитивных предков, эти самые примитивные желания всегда побеждают. Всегда. Это и есть Принцип пещерного человека. К примеру, пещерному человеку необходимо было «доказательство успешной охоты». Недостаточно в красках описать, какой замечательный олень, скажем, от тебя ушел или какая громадная рыбина сорвалась с крючка. Другое дело – свежая добыча в руках или на плечах, а охотничьи рассказы умеет выдумывать любой неудачник. Точно так же и сегодня: имея дело с электронными документами, мы нуждаемся в вещественном подтверждении – распечатке. Мы инстинктивно не доверяем электронам, бегающим по компьютерному экрану, а потому распечатываем письма и отчеты, даже когда в этом нет необходимости. Именно поэтому безбумажный офис оказался пустышкой.

Аналогично этому наши предки всегда любили встречаться с друзьями и врагами лицом к лицу. Такие встречи позволяют налаживать отношения с окружающими и читать их скрытые эмоции. Наверное, поэтому города не спешат пустеть. Очевидно, к примеру, что если босс хочет как следует оценить каждого сотрудника, то сделать это при личной встрече гораздо проще, чем через компьютер. Видя собеседника перед собой, человек может читать язык тела и получать таким образом ценную – причем неконтролируемую, подсознательную – информацию. Общаясь с людьми, мы ощущаем связь с ними и в то же время можем по множеству мелких, почти незаметных признаков определять, какие мысли возникают у собеседника в голове. А все потому, что много тысяч лет назад наши предки-приматы, еще не придумавшие членораздельную речь, обменивались мыслями и эмоциями почти исключительно при помощи языка тела.

Именно поэтому кибертуризм умер, не успев родиться. Одно дело – рассматривать изображение Тадж-Махала и совсем другое – увидеть его своими глазами и иметь потом возможность похвалиться этим. Точно так же слушать записи любимого исполнителя – далеко не то же самое, что присутствовать на живом концерте, видеть своего кумира и ощущать энтузиазм ликующей толпы. А это означает, что, сколько ни скачивай самые реалистичные записи любимого спектакля или концертов знаменитости, все это никак не сравнится с присутствием на настоящем спектакле или реальной встречей с известным человеком. Поклонники знаменитостей прилагают неимоверные усилия ради того, чтобы получить автограф своего кумира на фотографии или концертном билете, хотя точно такую же картинку можно совершенно бесплатно скачать из Интернета.

Теперь ясно, почему не сбылось предсказание о том, что Интернет сотрет с лица земли телевидение и радио. Когда кино и радио только появились, многие кинулись предсказывать скорую смерть театра. Телевидение породило предсказания скорой кончины кино и радио. На самом же деле мы пользуемся сегодня и первым, и вторым, и третьим, да и в театр заха-

живаем. Вывод очевиден: новая медиасреда не уничтожает предыдущие варианты, но сосуществует с ними, образуя смесь. Постоянно меняется лишь процентный состав этой смеси и взаимоотношения ее компонент. Всякий, кто сумеет точно предсказать состав медиасмеси в будущем, сможет без труда разбогатеть.

Причина в том, что наши отдаленные предки всегда стремились увидеть все интересное и важное собственными глазами, не полагаясь на чужие рассказы. Чтобы выжить в лесу, надо все знать точно, а не по слухам. Так что и через сто лет мы по-прежнему будем ходить в театр, чтобы посмотреть живой спектакль, будем гоняться за знаменитостями – ведь это древнее наследие нашего далекого прошлого.

Помимо всего прочего мы потомки хищников и охотников. Поэтому мы любим наблюдать за другими и сидим часами перед телевизором, пялясь на нелепые выходки своих собратьев, но испытываем беспокойство всякий раз, когда чувствуем, что кто-то наблюдает за нами. Более того, ученые подсчитали, что человек начинает нервничать, если кто-то незнакомый смотрит на него около четырех секунд. Примерно через десять секунд объект наблюдения начинает беситься и проявлять агрессивность. Вот почему первые телефоны с картинкой потерпели фиаско. К тому же кому охота причесываться всякий раз, прежде чем ответить на телефонный звонок? (Сегодня, после нескольких десятков лет медленных и болезненных доработок, видеоконференции наконец начинают завоевывать популярность.)

Кстати говоря, теперь действительно можно получать образование на виртуальных курсах. Но университеты полны желающих учиться традиционным способом, ведь личное общение с профессорами, которые могут уделить внимание каждому и ответить на самые необычные вопросы, определенно предпочтительнее онлайн-курсов. А при поступлении на работу диплом университета по-прежнему ценится куда выше, чем диплом каких-нибудь интернет-курсов.

Идет непрерывное соревнование между высокими технологиями и личным присутствием; с одной стороны – сидение в кресле перед телевизором, с другой – желание потрогать все руками и во всем убедиться лично. В этом соревновании нет победителей: мы хотим и то и другое. Вот почему в век киберпространства и виртуальной реальности у нас до сих пор есть театр, рок-концерты, газеты и туризм. Но если человеку предложить на выбор бесплатный портрет любимой музыкальной знаменитости и реальные билеты на ее концерт, он наверняка выберет билеты.

Вот и весь Принцип пещерного человека: мы хотим всё и сразу, но если приходится выбирать, то выбираем, подобно нашим пещерным предкам, личное присутствие.

Но у этого принципа существует одно немаловажное следствие. В 1960-х гг., когда ученые только создавали Интернет, большинство видело в нем образовательную и научную площадку, мощное орудие прогресса. Многие первопроходцы Интернета пришли в ужас, когда в самом скором времени он превратился в то, чем является сегодня, – своеобразный Дикий Запад, где не действуют никакие законы и ограничения. На самом деле этого и стоило ожидать. Следствие из Принципа пещерного человека гласит: если хотите предсказать социальные отношения людей в будущем, просто представьте себе, какими были эти отношения 100 000 лет назад, и умножьте на миллиард. Станет ясно, что ускоренными темпами будут развиваться механизмы распространения слухов и сплетен, социальные сети и всевозможные развлечения. Вообще, в племенном обществе слухи жизненно важны; это средство быстрого распространения информации, в первую очередь о вождях и тех членах племени, которые должны служить образцом для подражания. Те, кто не включен в сеть распространения слухов, часто не выживают и не могут передать свои гены потомству. Сегодня о тех же закономерностях свидетельствуют длинные ряды стоек, сплошь забитых глянцевыми журналами со сплетнями об известных людях, и расцвет той разновидности культуры, в которой бал правят знаменитости. Единственная разница в том, что возможности средств массовой

информации, а значит, и масштабы племенных сплетен невероятно выросли, и теперь любой слух может за долю секунды многократно обогнуть земной шар.

Стремительное разрастание социальных сетей, едва ли не за одну ночь превратившее молодых неопытных предпринимателей в миллиардеров, застало многих аналитиков врасплох, но на самом деле это проявление все того же принципа. В эволюционной истории человечества тот, кто умел поддерживать большие социальные сети, в критический момент мог рассчитывать на них как на источник средств, советов и помощи.

Наконец, индустрия развлечений и дальше будет стремительно расти. Нам не всегда нравится это признавать, но основная часть нашей культуры базируется на развлечениях. После охоты наши предки любили расслабиться и развлечься. И дело не только в том, что развлечения помогают налаживать контакты с окружающими; они также помогают человеку утвердиться на определенной позиции в иерархии племени. Неслучайно танцы и пение, составляющие важную часть традиционных развлечений, играют особую роль в животном царстве, где самцы с их помощью демонстрируют противоположному полу свои достоинства. Когда птицы-самцы поют красивые и сложные мелодии или участвуют в сложных брачных ритуалах, они, как правило, преследуют одну-единственную цель – показать партнерше, что они здоровы, сильны, свободны от паразитов и обладают хорошими генами, которые стоило бы передать будущим поколениям.

Так и искусство возникло не только «для красоты»; оно сыграло важную роль в эволюции человеческого мозга, в котором значительная часть информации обрабатывается символьно.

Так что если мы не изменим генетически саму основу человеческой личности, то и в будущем таблоидные сплетни и социальные сети будут не уменьшаться в масштабах, а только расти и шириться.

Наука как клинок

Когда-то давно я посмотрел кино, которое навсегда изменило мое отношение к будущему. Фильм назывался «Запретная планета», а сюжет его был основан на шекспировской пьесе «Буря». В этом фильме астронавты встречаются с представителями древней цивилизации, обогнавшей человечество в развитии на миллионы лет. Эти существа достигли окончательной цели развития: бесконечных возможностей без применения каких бы то ни было технических средств, т. е. научились делать почти все одной только силой мысли. Их мысли были подключены к колоссальным термоядерным станциям, скрытым в глубинах планеты; эти станции претворяли практически любое желание в жизнь. Иными словами, существа на этой планете обрели силу богов.

Со временем мы тоже обретем такие возможности, но ждать этого миллионы лет нам не придется. Хватит и одного столетия; зерна будущего можно разглядеть уже сегодня, в современных технологиях. Но в фильме была и мораль; в конце концов обретенные божественные возможности погубили цивилизацию.

Конечно, наука – обоюдоострый клинок; она порождает не меньше проблем, чем решает, но неизменно на более высоком уровне. Сегодня в мире борются две тенденции: одна стремится создать планетарную цивилизацию, толерантную, научную и процветающую, другая – прославляет анархию и невежество, способные разорвать ткань человеческого общества[1]. Мы, как и наши далекие предки, склонны к сектантству, фундаментализму, иррациональным страстям, но есть и существенная разница: у нас, в отличие от предков, есть ядерное, химическое и бактериологическое оружие.

В будущем мы превратимся из пассивных наблюдателей танца природы в его хореографов, владык природы и, наконец, в ее хранителей. Будем надеяться, что человечество сумеет укротить в себе варварство далекого прошлого и научится пользоваться клинком науки мудро и хладнокровно.

А теперь в путь, в воображаемое путешествие по ближайшим 100 годам научных открытий и инноваций, о которых рассказали мне те, кто принимает в этом непосредственное участие. Нас ждет дикая скачка по полям стремительно развивающихся компьютерных технологий, телекоммуникаций, биотехнологий, искусственного интеллекта и нанотехнологий. От всего, чему мы станем свидетелями, без сомнения, будет зависеть будущее цивилизации.

[1] Предавая анафеме противников глобализации, автор, очевидно, исходит из того, что образование планетарной цивилизации – не только закономерность, но и безусловное благо. Однако признать таковым планетарную цивилизацию в том виде, в каком ее видит Митио Каку и в каком она действительно пытается распространиться на весь мир, чрезвычайно трудно. – *Прим. пер.*

1. Будущее компьютера

Превосходство сознания над материей

Человеку свойственно принимать границы собственного кругозора за границы мира.
Артур Шопенгауэр

Ни одному пессимисту в истории не удалось раскрыть тайны звезд, доплыть до неведомой земли или открыть новые горизонты человеческого разума.
Хелен Келлер

Живо вспоминается, как почти двадцать лет назад я сидел в кабинете Марка Визера (Mark Weiser) в Кремниевой долине и он рассказывал мне о том, как представляет себе будущее. Размахивая руками, он возбужденно говорил, что вот-вот начнется революция, которой суждено изменить мир. Визер входил в компьютерную элиту и работал в Исследовательском центре Xerox в Пало-Альто (именно они были пионерами в разработке персонального компьютера, лазерного принтера и передовой архитектуры типа Windows с графическим пользовательским интерфейсом). При этом он был бунтарем и иконоборцем, презирал традиционную мудрость и играл в диком рок-ансамбле.

Тогда – кажется, с тех пор прошла целая жизнь – персональные компьютеры были еще новинкой. Они только начинали входить в жизнь обычных людей, да и люди пока плохо понимали, стоит ли покупать для табличных вычислений, набора и обработки текстов большой, громоздкий настольный компьютер. Интернет еще оставался по большей части закрытым владением ученых вроде меня, обменивавшихся между собой загадочными формулами на тайном языке. Бурлили жаркие споры о том, не погубит ли этот ящик на столе нашу цивилизацию своим холодным непрощающим взором, не дегуманизирует ли природу человека. Даже политическому аналитику Уильяму Бакли (William F. Buckley) приходилось защищать текстовый процессор от интеллектуалов, которые восставали против него и клялись никогда не притрагиваться к компьютеру, называя его инструментом филистимлян.

Именно в эту противоречивую эпоху Визер ввел понятие «глобальные вычисления». Он видел много дальше эпохи персональных компьютеров и предсказывал, что когда-нибудь электронные чипы станут настолько дешевыми и доступными, что найти их можно будет везде – в одежде, в мебели, в стенах наших домов, даже в нашем собственном теле. И все они будут подключены к Интернету, будут делиться данными, делать нашу жизнь приятнее, отслеживать все наши пожелания. Куда бы мы ни направились, вездесущие чипы будут молча выполнять наши желания. Среда обитания человека как бы оживет.

Для своего времени мечта Визера была совершенно фантастической, даже абсурдной. Персональные компьютеры тогда были дороги и в большинстве своем даже не подключались к Интернету. Мысль о том, что миллиарды крохотных чипов когда-нибудь станут дешевле гороха, казалась бредом.

А потом я спросил, почему он так уверен в этой своей революции. Он спокойно ответил, что в данный момент мощность компьютеров растет экспоненциально и пока конца этому не видно. Прикиньте сами, предложил он мне. Компьютерная революция – всего лишь дело времени. (Грустно только, что сам Визер не увидел предсказанной революции; он умер от рака в 1999 г.)

Движущей силой пророческой мечты Визера было утверждение, известное как закон Мура – эмпирическое правило, управлявшее развитием компьютерной индустрии на протяжении полувека с лишним. Это правило, как метроном, задавало темп развития современной цивилизации. Сам по себе закон Мура очень прост: он гласит, что мощность компьютеров удваивается примерно каждые полтора года. Сформулировал его в 1965 г. Гордон Мур, один из основателей корпорации Intel. Действие этого закона обеспечило кардинальную перестройку мировой экономики, накопление сказочных богатств и необратимое изменение образа жизни современного человека. Если обозначить падение цен на компьютерные чипы, а также стремительный рост их скорости, мощности обработки данных и памяти на графике, построенном в логарифмическом масштабе, получим, что данные за последние пятьдесят лет замечательно ложатся на прямую. Более того, если добавить в этот график данные по ламповым и даже механическим вычислительным машинам и устройствам, прямую Мура можно протянуть в прошлое более чем на 100 лет.

Экспоненциальный рост иногда сложно себе представить, потому что человек, вообще говоря, мыслит линейно. Изменения накапливаются плавно и постепенно, так что иногда их вообще не замечаешь. Но проходит несколько десятков лет – и все вокруг неузнаваемо меняется.

Согласно закону Мура с каждым Рождеством ваши компьютерные игры становятся чуть ли не вдвое более мощными (в смысле числа используемых транзисторов), чем это было год назад. Более того, с течением лет этот ежегодный прирост достигает громадных размеров. К примеру, мы получаем на день рождения почтовую открытку с чипом, который исполняет для нас поздравительную песенку (обычное дело, ничего особенного). Так вот, этот чип по вычислительной мощности превосходит все, чем владели союзники в 1945 г. Гитлер, Черчилль или Рузвельт пошли бы на убийство ради того, чтобы заполучить этот чип. А мы? Пройдет день рождения – и мы просто выбросим открытку вместе с чипом. Сегодня в вашем сотовом телефоне заключена бо`льшая вычислительная мощность, чем та, что находилась в распоряжении NASA в 1969 г., когда два его астронавта впервые ступили на Луну. Видеоигры, которым для симуляции трехмерных объектов и сцен требуются громадные вычислительные мощности, используют больше компьютерных ресурсов, чем универсальные вычислительные машины прошлых десятилетий. Сегодняшняя игровая приставка стоимостью 300 долларов по вычислительной мощности сравнима с военным суперкомпьютером 1997 г., стоившим не один миллион.

Разницу между линейным и экспоненциальным ростом вычислительных мощностей можно наглядно представить себе, прочитав статью 1949 г. Тогда журнал *Popular Mechanics* предрек, что компьютеры в будущем будут развиваться линейно и со временем, возможно, всего лишь удвоят или утроят мощность. Автор статьи писал: «Если сегодня в вычислителе, таком как ENIAC, содержится 18 000 электронных ламп и весит он 30 тонн, то в будущем компьютеры, возможно, будут содержать всего 1000 ламп и весить всего 1,5 тонны».

(Надо отметить, что мать-природа любит и ценит мощь экспоненциальной зависимости. Один-единственный вирус, захватив человеческую клетку, способен вынудить ее произвести несколько сотен копий самого себя. Увеличивая собственную численность в каждом поколении в 100 раз, один вирус может всего за пять поколений превратиться в 10 миллиардов точно таких же вирусов. При этом не стоит удивляться, что один-единственный вирус, проникая в человеческий организм, где функционируют триллионы здоровых клеток, всего через неделю или около того обеспечивает вам простуду.)

Мощность компьютеров за прошедшие несколько десятилетий многократно выросла, но этого мало. Принципиально изменилась техническая база, на которой реализуются вычислительные мощности, а с ними и вся экономика. Посмотрим, как это происходило.

• **1950-е гг.** Компьютеры на вакуумных электронных лампах были гигантскими устройствами и представляли собой целые залы с настоящими джунглями из проводов, катушек и стальных шкафов. Только военные были достаточно богаты, чтобы финансировать эти чудовищные аппараты.

• **1960-е гг.** Электронные лампы сменились транзисторами, и компьютеры среднего класса постепенно вышли на коммерческий рынок.

• **1970-е гг.** Интегральные схемы с сотнями транзисторов позволили создать мини-компьютер размером с большой письменный стол.

• **1980-е гг.** Микросхемы с десятками миллионов транзисторов сделали возможными персональные компьютеры, которые уже умещались в чемоданчике.

• **1990-е гг.** Интернет соединил сотни миллионов компьютеров в единую глобальную компьютерную сеть.

• **2000-е гг.** Глобальные вычисления освободили микросхему от компьютера, так что чипы теперь повсюду.

Таким образом, прежняя парадигма (один процессор внутри настольного компьютера или лэптоп, соединенный с обычным компьютером) постепенно сменяется новой (тысячи процессоров, разбросанных по всевозможным устройствам, включая мебель, бытовую технику, картины, стены, автомобили и одежду, и все они подсоединены к Интернету и общаются между собой).

Когда в устройстве – все равно каком – появляется процессор, самая обычная вещь чудесным образом преображается. Пишущая машинка превратилась в текстовый процессор. Обычный телефон – в сотовый. Видео- и фотокамеры – в умные цифровые устройства. Механические игровые автоматы – в видеоигры. Фонографы – в iPod. Самолеты, управляемые человеком, – в несущие смерть беспилотники-дроны. И в каждом случае промышленность, выпускавшая соответствующие устройства, умирала и возрождалась полностью обновленной.

Со временем практически все вокруг нас станет «умным». Микросхемы настолько подешевеют, что будут стоить меньше пластиковой упаковки и заменят собой штрихкоды. Компании, не сделавшие свою продукцию «умной», в один прекрасный день будут вытеснены с рынка конкурентами, которые вовремя об этом позаботились.

Разумеется, вокруг нас по-прежнему будет немало компьютерных мониторов, но внешне они будут напоминать скорее кусок обоев, картину в рамке или семейную фотографию, а не сегодняшний компьютер. Представьте все картины и фотографии, которые украшают сегодня ваш дом; а теперь вообразите, что каждая из них «оживет», станет подвижной и свяжется с Интернетом. Подвижные изображения будут стоить не больше статичных и постепенно сменят их на стенах наших гостиных.

Судьба компьютеров – как и других массовых технологий, таких как электричество, бумага и водопровод, – стать невидимыми, т. е. врасти в ткань нашей жизни и нашего мира, быть везде и нигде. Их предназначение – молча и незаметно исполнять наши желания.

Сегодня, входя в комнату, мы автоматически ищем взглядом электрический выключатель, поскольку уверены: дом электрифицирован, в стенах есть проводка, и в комнате можно включить свет. В будущем первое, что мы будем искать при входе в незнакомую комнату, – это интернет-портал, ведь мы будем уверены: это «умная» комната. Романист Макс Фриш (Max Frisch) однажды сказал: «Техника – это способность так организовать свой мир, чтобы с ней не приходилось сталкиваться».

Кроме всего прочего, закон Мура позволяет нам предсказывать на ближайшее будущее эволюцию компьютера. В последующие десять лет процессоры объединятся со сверхчувствительными датчиками; компьютеры научатся видеть и различать болезни, потенциальные происшествия и несчастные случаи и будут заранее, пока ситуация не вышла из-

под контроля, предостерегать человека о возможных опасностях. Они научатся в какой-то степени узнавать нас по голосам и лицам, а также разговаривать и общаться с человеком на формализованном языке. Они смогут самостоятельно создавать целые виртуальные миры, о которых сегодня мы можем только мечтать. Около 2020 г. стоимость электронного чипа, возможно, упадет настолько, что процессоры станут дешевле бумаги. Все вокруг наполнится миллионами чипов, способных выполнять наши команды.

В конце концов само слово «компьютер» будет забыто.

Чтобы удобнее было говорить о будущем прогрессе науки и техники, я разделил каждую главу книги на три части: ближайшее будущее (от сего дня до 2030 г.), середина века (с 2030 по 2070 г.) и, наконец, далекое будущее, с 2070 по 2100 г. Конечно, такое деление условно, а датировки приблизительны, но они помогут нам ориентироваться во временны`х рамках различных тенденций, о которых пойдет речь в книге.

Стремительный рост вычислительных мощностей к 2100 г. обеспечит нам едва ли не божественное могущество и позволит управлять окружающей действительностью при помощи одной только силы мысли. Подобно мифическим богам, которые умели мановением руки или легким кивком головы двигать предметы и изменять человеческую жизнь, мы научимся воздействовать на вещественный мир силой своего сознания. Мы будем поддерживать постоянный мысленный контакт с электронными чипами, разбросанными повсюду в нашем окружении, и эти молчаливые слуги будут улавливать и безотказно исполнять наши мысленные приказы.

Помню, когда-то я смотрел эпизод «Звездного пути», где экипаж звездолета «Энтерпрайз» попадает на планету, населенную греческими богами, и перед астронавтами возникает бог Аполлон – гигантская фигура, способная ослепить и ошеломить земной экипаж божественными чудесами. Поначалу наука XXIII в. ничего не может противопоставить могуществу бога, который тысячи лет назад повелевал небесами античной Греции. Но стоило землянам побороть шок от встречи с греческими богами – такими знакомыми и могущественными, – как они поняли, что у могущества этих существ должен быть вполне материальный источник и что Аполлон, скорее всего, находится в ментальной связи с центральным компьютером и мощными механизмами, которые, собственно, и исполняют его приказы. Как только экипаж нашел и уничтожил силовую станцию, Аполлон превратился в обычного смертного.

Это, конечно, всего лишь голливудская сказка. Однако экстраполируя последние научные открытия и технические достижения, ученые уже могут представить себе тот день, когда мы тоже научимся телепатически управлять компьютерами и получим силу легендарного Аполлона.

Ближайшее будущее (с настоящего момента до 2030 г.)

Интернет-очки и контактные линзы

Сегодня мы поддерживаем связь с Интернетом при помощи компьютеров и сотовых телефонов. Но в будущем Интернет будет повсюду.

Существует несколько способов вывести связь с Интернетом на линзу. Изображение может передаваться со стекол очков через линзу глаза непосредственно на сетчатку. Можно также проецировать изображение на линзу, которая в этом случае будет играть роль экрана. Или можно прикрепить экран к оправе очков наподобие крохотной линзы, какими пользуются ювелиры. Глядя сквозь стекла очков, мы будем, будто на киноэкране, видеть перед собой интернет-экран. При этом устройство дистанционного управления в руках позволит нам управлять действиями компьютера по беспроводной связи. А можно просто шевелить пальцами в воздухе и таким образом управлять изображением – ведь компьютер постоянно регистрирует положение наших пальцев.

К примеру, ученые Вашингтонского университета с 1991 г. занимаются разработкой виртуального ретинального монитора VRD (virtual retinal display) – устройства, в котором красный, зеленый и синий лазерные лучи проецируются непосредственно на сетчатку глаза. При разрешении 1600 × 1200 точек на дюйм и угле зрения 120° VRD-монитор может создавать яркое жизненное изображение, сравнимое с картинкой на киноэкране. Устройство для генерации изображения может быть встроено в шлем, в специальные или обычные очки.

У меня еще в 1990-е гг. была возможность испытать на себе такие интернет-очки, один из первых их образцов, разработанных учеными медиалаборатории Массачусетского технологического института (MIT). Внешне этот прибор выглядел как обычные очки, только справа и немного сбоку на них была закреплена дополнительная цилиндрическая линза длиной около полудюйма. При обычном положении этой дополнительной линзы я прекрасно видел сквозь очки, но стоило слегка нажать пальцем – и крохотная линза занимала место перед глазом. При этом передо мной появлялось легко различимое изображение компьютерного экрана, на взгляд чуть меньше стандартного. Оно было удивительно четким; казалось, что смотришь прямо в экран. Более того, взяв в руки небольшое – размером с сотовый телефон – устройство с кнопками, я получил возможность управлять курсором на экране и даже печатать команды.

В 2010 г., когда я был ведущим одной из программ телеканала Science Channel, мне довелось побывать в форте Беннингс (штат Джорджия) и увидеть последнюю модель «Интернета для поля боя» армии США под названием «Пехотинец». Я надел особый шлем с закрепленным сбоку миниатюрным экранчиком. Передвинув экран так, чтобы он оказался перед глазами, я внезапно увидел поразительное зрелище: панораму поля битвы, на которой крестиками было обозначено расположение своих и вражеских войск. «Туман войны» внезапно рассеялся, GPS-сенсоры точно определили положение воинских частей, танков и зданий и обозначили на схеме местности. Стоило нажать кнопку – и изображение мгновенно изменилось, открыв мне прямо на поле боя выход в Интернет и предоставив информацию о погоде, диспозиции войск, стратегии и тактике.

В более продвинутой версии прибора интернет-экран мог бы проецироваться непосредственно в глаз через контактные линзы со встроенным в пластик чипом и LCD-экраном. Бабак Парвиз (Babak A. Parviz) и его группа в Университете Вашингтона в Сиэтле разрабатывают базу для создания контактных линз с Интернетом; пока это лишь прототип, но позже такая технология, возможно, изменит обычную технику доступа в Интернет.

Парвиз считает, что одним из ближайших по времени приложений этой технологии могло бы стать устройство для постоянного контроля уровня глюкозы в крови диабетиков. Линза будет демонстрировать вам текущие значения параметров, характеризующих состояние вашего организма. Но это лишь начало. Парвиз уверен, что наступит день, когда мы сможем загружать из Интернета любые фильмы, песни, сайты или информационные сообщения и видеть их на контактной линзе-экране. По существу, линза станет экраном полнофункционального развлекательного центра, и можно будет лежа на диване наслаждаться художественными фильмами. Через этот же центр можно будет подключиться к офисному компьютеру и получить доступ к хранящимся там файлам и программам. Достаточно будет моргнуть глазом, чтобы прямо с пляжа связаться с офисом и организовать видеоконференцию.

Добавив в интернет-очки программное обеспечение для распознавания образов, вы получите возможность видеть перед собой объекты и даже лица людей. Уже сегодня некоторые программы распознавания могут узнавать заранее введенные в них лица с более чем 90 %-ной точностью. И тогда уже в начале разговора вы увидите перед собой не только имя человека, но и его биографию и характеристику. В обществе это поможет избежать неловкости при встрече со знакомым человеком, имени которого вы вспомнить не можете. На многолюдной вечеринке, где собираются малознакомые или вовсе не знакомые между собой люди, эта функция станет еще более полезной, ведь среди гостей могут оказаться очень важные персоны, с которыми вы пока не знакомы. Описанная система поможет вам узнать их в лицо и получить о них кое-какую информацию, не прибегая к посторонней помощи, практически во время разговора. (Вспомните, как видел мир робот в фильме «Терминатор»; примерно так же будет видеть окружающее человек в интернет-очках будущего.)

Как следствие, может кардинально измениться система образования. В будущем учащиеся на экзамене смогут незаметно сканировать Интернет при помощи контактных линз и находить там ответы на любые вопросы; учителям, ориентирующимся в основном на механическое запоминание, будет трудно поймать такого ученика. Это означает, что преподавателям придется обращать особое внимание на проверку способности рассуждать и мыслить логически.

А еще можно встроить в оправу ваших интернет-очков, к примеру, крошечную видеокамеру, которая будет снимать окружающее и передавать картинку прямо в Интернет. Люди по всему миру смогут вместе с вами переживать происходящее в вашей жизни. На что бы вы ни смотрели, тысячи людей смогут увидеть это вместе с вами. Родители будут знать, чем заняты их дети. Влюбленные смогут, находясь в разлуке, делиться впечатлениями. Зрители на концертах – передавать свой восторг другим поклонникам любимых артистов. Инспекторы, посещающие отдаленные подразделения компании, смогут держать босса в курсе происходящего. (Или житейский пример: один из супругов ходит по магазину, а другой комментирует товары и выдает ценные указания по поводу покупок.)

Парвизу уже удалось изготовить плоский компьютерный чип, который можно разместить внутри полимерной пленки – контактной линзы. Он сумел также поместить в контактную линзу светодиод и теперь работает над линзой с матрицей 8 × 8 светодиодов. Его линзой можно управлять по беспроводной связи. Парвиз утверждает: «Со временем подобные компоненты будут содержать сотни светодиодов, которые будут формировать перед глазом всевозможные изображения – тексты, диаграммы и фотографии. Значительная часть деталей полупрозрачна, так что пользователи смогут ориентироваться в реальном мире, не натыкаясь на предметы и не теряя чувства ориентации». Конечная цель исследователя – а она по-прежнему далека – создать контактную линзу из 3600 точек не более 10 мкм толщиной.

Одно из серьезных преимуществ контактных интернет-линз – низкое энергопотребление, всего несколько миллионных долей ватта, так что они очень экономны и не посадят

батарейку. Еще одно преимущество – непосредственный доступ к мозгу человека без необходимости вживлять электроды (поскольку оптический нерв в определенном смысле можно считать продолжением мозга). При этом следует отметить, что глаз и оптический нерв передают информацию со скоростью, превосходящей скорость высокоскоростного кабельного соединения с Интернетом. Таким образом, контактная интернет-линза представляет собой, возможно, наиболее эффективный и высокоскоростной доступ к мозгу.

Передать изображение в глаз через контактную линзу несколько сложнее, чем через интернет-очки. Светодиод может сгенерировать световую точку, или пиксел, но необходимо добавить еще микролинзу, которая сфокусировала бы эту точку непосредственно на сетчатку. Получившееся в итоге изображение будет как бы висеть в воздухе перед вашими глазами на расстоянии немного более полуметра. В более продвинутой схеме, над которой сейчас работает Парвиз, предполагается использовать микролазеры, чтобы подать на сетчатку сразу резкое изображение. При помощи той же технологии травления, которая используется при производстве микропроцессоров для вытравливания крохотных транзисторов, можно вытравить на кремниевой подложке и крохотные лазеры примерно такого же размера – самые миниатюрные лазеры в мире. Технология в принципе позволяет изготовить лазеры с поперечным размером около 100 атомов. Как и с транзисторами, технически можно поместить на подложку размером с ноготь миллионы лазеров.

Автомобиль без водителя

В ближайшем будущем, вероятно, человек получит возможность, сидя за рулем, спокойно бродить по Сети и рассматривать сайты при помощи контактной интернет-линзы или интернет-очков. Дорога на работу перестанет быть такой мучительной и нудной, потому что автомобили научатся управлять собой сами. Уже сегодня машина с GPS-приемником, позволяющим определить положение в пространстве с точностью до пары метров, может проехать без водителя сотни километров. Агентство перспективных исследовательских проектов Минобороны США (DARPA) спонсировало конкурс под названием DARPA Grand Challenge, в котором научным коллективам предлагалось представить автомобили без водителя на гонку через пустыню Мохаве; за победу полагался приз – миллион долларов. Так DARPA продолжает традицию финансирования рискованных, но перспективных технологий.

(Кстати, в числе исследовательских проектов Пентагона можно назвать и Интернет, первоначальной целью которого было обеспечение связи для ученых и чиновников во время и после ядерной войны, и систему GPS, разработанную для наведения межконтинентальных ракет. Но позже, после завершения холодной войны, и Интернет, и GPS были рассекречены и стали общедоступными.)

Первый конкурс в 2004 г. получился странным – ни один автомобиль без водителя не смог проехать 150 миль по пересеченной местности и пересечь финишную линию. Все роботизированные машины либо сломались, либо сбились с пути. Однако уже в следующем году пять машин сумели выполнить новое задание, даже более сложное: им нужно было проехать по дорогам, где было 100 крутых поворотов, три узких тоннеля и участки, проходящие по краю пропасти.

Некоторые критики утверждают, что роботизированные автомобили научатся, возможно, ездить по пустыне, но никогда не смогут нормально ориентироваться в забитом машинами мегаполисе. Поэтому в 2007 г. DARPA объявило еще более амбициозный проект – Urban Challenge, в котором машины-роботы должны были проехать 60 сложных миль по имитированной городской территории не больше чем за шесть часов. Машины должны были соблюдать все правила дорожного движения, разъезжаться в пути с другими участниками

конкурса и корректно проезжать перекрестки. Шесть команд успешно завершили дистанцию, а три лучшие получили призы – соответственно два, один и полмиллиона долларов.

Цель Пентагона – сделать треть сухопутных сил США автономными к 2015 г. Вполне возможно, что такие технологии спасут множество жизней, ведь известно, что чаще всего американские солдаты гибнут от заложенных на дорогах мин. В будущем многие транспортные средства армии США будут ездить вообще без водителей. Для обычного же потребителя такая технология будет означать, что для управления автомобилем достаточно нажать кнопку, а остальное сделает робот; человек «за рулем» сможет работать, отдыхать, рассматривать окружающие пейзажи, смотреть кино или бродить по Интернету.

На съемках одной из научно-популярных программ для канала «Дискавери» мне и самому довелось поездить в такой машине. Это был обтекаемый спортивный автомобиль, модифицированный и полностью роботизированный инженерами из Университета штата Северная Каролина. Он был снабжен компьютерами, по мощности в восемь раз превосходящими обычный PC, и умел ездить совершенно автономно. Надо сказать, что втиснуться внутрь этой машины оказалось непросто – слишком там все было забито оборудованием. Везде – на сиденьях, на панели управления, на полу – громоздились какие-то сложные на вид электронные устройства. Взявшись за рулевое колесо, я заметил резиновый шнур и небольшой моторчик, при помощи которого компьютер мог, собственно, поворачивать руль и управлять машиной.

Я повернул ключ в замке, надавил на газ и вывел машину на шоссе, а затем щелкнул переключателем, давая команду компьютеру взять управление на себя. После этого я снял руки с рулевого колеса, и автомобиль поехал дальше сам. Я ощущал уверенность и полностью доверял компьютеру, который непрерывно вносил крохотные поправки и чуть доворачивал руль при помощи моторчика. Поначалу было немного странно видеть, как рулевое колесо и педаль газа двигаются сами по себе. Казалось, что управление взял на себя призрачный невидимый водитель, который находится где-то рядом, но через некоторое время я привык. Более того, чуть позже я с удовольствием расслабился и только смотрел, как машина катит вперед со сверхчеловеческим мастерством и точностью. Мне же оставалось лишь радоваться жизни и рассматривать пейзажи за окном.

Сердце роботизированной машины – система GPS, позволяющая определить положение в пространстве с точностью до пары метров. (Специалисты утверждают, что иногда она определяет положение с точностью до десятков сантиметров[2].) Сама по себе система GPS – чудо современной техники. Каждый из примерно 30 спутников системы, находящихся на околоземной орбите, ведет постоянную радиопередачу с использованием собственного кода. GPS-приемники в машине принимают эти сигналы. Все сигналы немного искажаются, поскольку спутники в этот момент находятся на разном расстоянии от вас и движутся относительно вас в разных направлениях. Это искажение называется допплеровским сдвигом. (К примеру, радиоволны сжимаются, если спутник приближается к вам, и растягиваются, если удаляется.) Проанализировав небольшое искажение частот сигналов[3] от трех или четырех спутников, компьютер машины точно определяет нашу позицию.

Кроме того, в бампере у машины установлен радар, так что она буквально чувствует препятствия. В будущем подобные сенсоры приобретут громадное значение и каждый авто-

[2] При наличии доступа к военным сигналам типа P/Y. При использовании только гражданского сигнала среднеквадратичная ошибка составляет порядка 2,5 м. – *Прим. пер.*

[3] Основой определения координат пользователя является измерение не частотных сдвигов, а лишь времени прохождения сигналов от нескольких спутников, находящихся на разных (но известных в каждый момент) расстояниях от него. Для определения трех пространственных координат в принципе достаточно обработать сигналы от четырех спутников, хотя обычно приемник «берет в расчет» все исправные спутники, которые он слышит в данный момент. Существует также более точный (но и более сложный в реализации) метод, основанный на измерении фазы принимаемого сигнала. – *Прим. пер.*

мобиль, почувствовав неминуемое столкновение, автоматически примет меры. В настоящее время в автокатастрофах в США погибает почти 40 000 человек ежегодно. Не исключено, что в будущем выражения «дорожно-транспортное происшествие» и «автокатастрофа» просто исчезнут из языка.

Автомобильные пробки, возможно, когда-нибудь тоже уйдут в прошлое. Центральный компьютер сможет следить за движением всех машин на дороге и одновременно поддерживать связь со всеми роботизированными машинами. Он без труда заметит пробки и заторы на маршруте. В эксперименте, проведенном к северу от Сан-Диего на федеральном шоссе № 15, в дорожное полотно были встроены специальные датчики, позволявшие центральному процессору следить за ситуацией. В будущем в случае затора на дороге компьютер будет перехватывать у водителя управление автомобилем и обеспечивать свободное движение.

Автомобиль будущего научится чувствовать и другие опасности. Тысячи людей гибнут и получают травмы, потому что водитель уснул за рулем; особенно часто это происходит в ночное время или во время долгого монотонного пути. Но уже сегодня можно заставить компьютер следить за вашими глазами и регистрировать признаки утомления и сонливости, а затем подавать звуковой сигнал и будить водителя. Если это не поможет, компьютер возьмет управление на себя. Кроме того, компьютер может распознать присутствие внутри автомобиля избыточного количества алкоголя; не исключено, что такая мера поможет снизить количество аварий, связанных с алкоголем.

Переход к умным автомобилям, конечно, произойдет не мгновенно. Сначала военные внедрят их у себя и в процессе эксплуатации устранят ошибки и недоделки. Затем роботизированные машины выйдут на рынок и в первую очередь появятся на длинных и скучных перегонах федеральных трасс. Затем они понемногу проникнут в пригороды и крупные города, но в случае необходимости водитель будет иметь возможность взять управление на себя. Пройдет какое-то время, и люди будут удивляться, как раньше жили без них.

Экраны на четыре стены

В будущем компьютеры не только облегчат нам поездки на работу и сократят число аварий на дорогах; они также помогут нам поддерживать связь с друзьями и знакомыми. Сейчас некоторые жалуются, что компьютерная революция изолировала нас друг от друга и дегуманизировала человеческие отношения. На самом деле все наоборот: компьютерная революция позволила нам экспоненциально расширить круг друзей и знакомых. В будущем, когда человеку станет одиноко или скучно, он сможет попросить настенный экран организовать для него партию в бридж с другими одинокими людьми по всему свету. Если понадобится помощь в планировании отпуска, организации путешествия или поиске партнера для свидания, ее окажет все тот же настенный интернет-экран.

В будущем при включении компьютера на экране будет появляться дружелюбное лицо (вы сможете подбирать его по своему вкусу и время от времени менять). Этого виртуального человека можно будет попросить спланировать для вас отпуск. Он (или она, конечно), зная заранее ваши пристрастия и предпочтения, просканирует Интернет и выдаст вам возможные варианты по наилучшим ценам.

Кроме того, через настенные экраны можно будет устраивать семейные встречи и собрания. Все четыре стены вашей гостиной будут заняты экранами, и при желании вы сможете окружить себя лицами родных, находящихся далеко от вас. Может быть, кто-то не сможет приехать на важный семейный вечер – и тогда семья соберется на экранах и отметит встречу, наполовину реальную, наполовину виртуальную. Или при помощи контактных линз можно будет увидеть родных и близких перед собой как будто наяву, притом что на самом деле они в этот момент будут находиться от вас за тысячи километров. (Некоторые коммен-

таторы отмечают, что Пентагон первоначально задумывал Интернет как «мужское» устройство – приспособление для борьбы с врагом в военное время. Но сейчас Интернет стал в основном «женским», он используется как средство сближения и общения с людьми.)

Телеконференции сменятся телеприсутствием – в ваших очках или контактных линзах появится полное трехмерное озвученное изображение человека, с которым вы хотите пообщаться. На совещании, к примеру, все будут сидеть за столом, при этом некоторые из участников будут видны только в вашей контактной интернет-линзе. Вынув линзу, вы увидите, что места этих людей за столом пусты. В линзе же вы будете видеть всех участников на местах. (На самом деле отсутствующие участники будут сидеть за похожим столом в другом месте, а специальная камера будет их снимать и передавать изображение через Интернет.)

В фильме «Звездные войны» зрители с изумлением увидели, как в воздухе появляются трехмерные изображения людей. Но в будущем компьютерные технологии позволят нам видеть подобные изображения в контактных линзах, очках или на компьютерных настенных экранах.

Поначалу человек, наверное, будет испытывать неловкость, разговаривая с пустой комнатой. Но вспомним: еще при появлении телефонов некоторые критиковали их за то, что человек при этом должен разговаривать с неодушевленным предметом. Люди опасались, что телефон постепенно полностью заменит собой личные контакты людей. В принципе, критики были правы, но сегодня нас нисколько не смущают разговоры с неодушевленными предметами и далекими голосами, потому что телефон чрезвычайно расширил наш круг контактов и обогатил нашу жизнь.

Ваша личная жизнь также может сильно измениться. Если вы одиноки, ваш интернет-экран, зная ваши прошлые предпочтения, желаемые физические и социальные характеристики партнера, найдет для вас в Интернете подходящую кандидатуру. А поскольку люди иногда лгут в своих личных данных, экран, в качестве дополнительной предосторожности, автоматически проверит историю каждого кандидата.

Гибкая электронная бумага

Цены на плоские телеэкраны, когда-то превышавшие 10 000 долларов, всего за десять лет упали более чем в 50 раз. В будущем плоские экраны на целую стену также быстро упадут в цене. Настенные экраны на основе органических светодиодов OLED станут гибкими и сверхтонкими. Органические светодиоды во всем похожи на обычные, но работают в них органические составы, которые можно изготовить в виде полимера, – соответственно, они будут гибкими. Каждый пиксел на гибком экране будет соединен с транзистором, который будет управлять цветом и интенсивностью световой точки.

Ученые из Центра разработки гибких дисплеев при Университете штата Аризона работают с компанией Hewlett-Packard и Армией США над усовершенствованием соответствующих технологий. После этого рыночные механизмы повлияют на то, чтобы цена на них упала и гибкие экраны стали доступны обычным потребителям. В конце концов этот процесс может привести к тому, что цена гибкого настенного экрана сравняется с ценой обычных обоев. Так что в будущем, оклеивая стены обоями, мы одновременно без дополнительных затрат будем получать и гибкие настенные экраны. Когда рисунок обоев на стенах надоест, его можно будет сменить одним нажатием кнопки. Отделать заново дом или квартиру будет проще простого.

Технология гибких экранов произведет революцию и в том, как мы взаимодействуем с нашими портативными компьютерами. Нам не потребуется таскать с собой тяжеленные лэптопы. Портативный компьютер, возможно, будет представлять собой просто лоскут экрана на органических светодиодах, который в любой момент можно будет сложить и спрятать в

бумажник. В мобильном телефоне появится большой экран, который можно будет вытянуть наружу, как свиток, и пользоваться им, вместо того чтобы, напрягая глаза, печатать на крошечной клавиатуре.

Эта технология делает возможными и совершенно прозрачные компьютерные экраны. В недалеком будущем можно представить следующую сцену: человек смотрит в окно, затем взмахивает руками – и окно внезапно превращается в экран компьютера. Или на нем появляется изображение, любое, какое захочется. Скажем, вид за другим окном, находящимся за тысячи километров от этого.

Сегодня мы легко относимся к бумаге; можем записать что-то на листе и не задумываясь выкинуть его за ненадобностью. В будущем, возможно, появятся «одноразовые компьютеры», никак особенно не идентифицируемые. На таком компьютере тоже можно будет записать что-нибудь, а потом, когда надобность в нем отпадет, просто выбросить. Сегодня человек организует рабочий стол и мебель в кабинете вокруг компьютера; именно компьютер – средоточие всякого офиса. В будущем настольных компьютеров, вероятно, не будет, а файлы мы будем носить с собой – с места на место, из комнаты в комнату или из офиса домой. Исчезнут разрывы в информации и необходимость в постоянной синхронизации данных. Сегодня в любом аэропорту можно увидеть пассажиров с портативными компьютерами в руках. Оказавшись в гостинице, такой путешественник сразу же подключается к Интернету, а по возвращении домой ему приходится перегружать файлы в настольный компьютер. В будущем вам не потребуется таскать компьютер за собой; везде, где бы вы ни оказались, в любой момент – даже находясь в машине или поезде – вы сможете подключиться к Интернету при помощи стен, картин и мебели. (Первый пример подобного подхода – так называемые «облачные» вычисления, когда платить вам приходится не за компьютер, а за компьютерное время, подобно тому как платят за воду или электричество.)

Виртуальные миры

Цель повсеместного использования компьютеров – сделать их неотъемлемой частью этого мира, наполнить окружающую среду процессорами и умными вещами. У виртуальной реальности обратная цель – дать человеку возможность войти в мир компьютера. Первыми, еще в 1960-е гг., виртуальную реальность придумали военные для тренировки летчиков и солдат с использованием симуляторов. Пилоты, сидя перед экраном компьютера и орудуя джойстиком, могли осваивать приземление на палубу авианосца. В случае ядерной войны генералы и политические лидеры, находящиеся в разных местах, могли бы тайно встретиться в киберпространстве.

Сегодня, почти через полвека экспоненциального развития компьютерных технологий, человек может почти по-настоящему жить в виртуальном мире. Там можно управлять аватарой (движущимся изображением, представляющим вас в этом мире); можно встречаться с другими аватарами и исследовать воображаемые миры, можно даже влюбиться и жениться. Кроме того, можно покупать виртуальные вещи за виртуальные деньги, которые, вообще говоря, можно превратить в настоящие. На одном из самых популярных сайтов, Second Life, к 2009 г. зарегистрировалось 16 млн абонентов. В том же году несколько человек умудрились заработать на этом сайте более чем по 1 млн долларов. (Надо сказать, что полученный на этом сайте доход облагается в США налогами, поскольку правительство справедливо считает его вполне реальным.)

Виртуальная реальность – главный элемент и основа видеоигр. В будущем, с дальнейшим ростом компьютерных мощностей, вы сможете посещать нереальные миры при помощи интернет-очков или настенного экрана. Так, если вы захотите отправиться за покупками или посетить какое-то экзотическое место, вы сможете сначала проделать то же в вир-

туальной реальности, ощущая при этом эффект присутствия. Таким образом, вы сможете пройтись по Луне, отдохнуть на Марсе, прогуляться по магазинам на другом конце света, посетить любой музей и решить для себя, в какое из этих мест вы хотите попасть в реальности.

В будущем человек получит возможность в некоторой степени почувствовать киберпространство и потрогать находящиеся там предметы. Так называемая «тактильная технология» позволяет человеку ощутить присутствие сгенерированных компьютером объектов. Когда-то ее придумали ученые, которым приходилось работать с материалами высокой радиоактивности при помощи манипуляторов, и военные, которым нужно было, чтобы летчики во время тренировки на симуляторе ощущали сопротивление «штурвала».

Чтобы сымитировать чувство прикосновения, ученые создали устройство на пружинах и рычагах, которое должно было в ответ на давление пальцев создавать обратное давление, как при реальном прикосновении. К примеру, если человек проводит пальцами по виртуальному столу, это устройство может симулировать ощущения от соприкосновения с твердой деревянной поверхностью. Таким образом, вы получаете возможность чувствовать предметы, видимые в очках виртуальной реальности, ощущая собственное присутствие в виртуальном мире.

Для создания ощущения текстуры материала используется другое устройство, поверхность которого усеяна тысячами крошечных управляемых пальцами бугорков. Одновременно с движением пальцев компьютер подстраивает высоту бугорков под характеристики соответствующей поверхности; можно вызвать таким образом ощущение прикосновения к твердой поверхности, бархатистой ткани или грубой наждачной бумаге. В будущем эта технология получит развитие, и специальные перчатки смогут дать вам гораздо более тонкие ощущения и сымитировать прикосновение ко множеству разных поверхностей.

Вероятно, такая технология очень пригодится при обучении хирургов, потому что хирург во время сложной и тонкой операции должен ощущать пальцами сопротивление тканей; а в роли пациента при этом может выступать трехмерное голографическое изображение. Кроме того, это еще один шаг к созданию голодека из «Звездного пути», где человек мог бродить по виртуальному пространству и трогать виртуальные предметы. Передвигаясь по пустой комнате, вы можете видеть в очках или контактных линзах фантастические объекты; когда вы протягиваете к объекту руку, из пола поднимается тактильное устройство и симулирует для вас поверхность предмета.

Я получил возможность увидеть эти технологии своими глазами, когда при подготовке передачи канала Science посетил полигон CAVE (cave automatic virtual environment) в Университете Роуэна в Нью-Джерси. Я вошел в пустую комнату и оказался в окружении четырех стен, залитых светом проекторов. На стены проецировались трехмерные изображения, создающие иллюзию присутствия в ином мире. В одной из демонстрационных сцен меня окружили со всех сторон гигантские кровожадные динозавры. Двигая джойстиком, я мог прокатиться на спине ужасного *Tyrannosaurus rex,* а при желании даже залезть к нему в пасть. Затем я побывал на Абердинском испытательном полигоне в штате Мэриленд, где Армия США соорудила самую продвинутую на сегодняшний день версию голодека. На меня надели шлем и рюкзак с датчиками, которые непрерывно сообщали компьютеру точное положение моего тела. Я походил по всенаправленной бегущей дорожке – хитроумному устройству, позволяющему идти или бежать в любом направлении, оставаясь при этом на месте. Неожиданно я оказался на поле боя, вокруг засвистели пули вражеских снайперов. Я мог бежать в любую сторону, прятаться в любом переулке или тупике, нестись по любой улице – и трехмерные изображения на экранах менялись соответственно. Я мог даже лечь ничком на пол, экраны корректно реагировали и на это. Можно представить, что в будущем в голодеке можно будет испытать эффект полного погружения – сражаться с инопланетными космиче-

скими кораблями, убегать от голодных чудовищ или развлекаться на необитаемом острове, не покидая собственной уютной гостиной.

Здравоохранение в ближайшем будущем

Процедура визита к врачу совершенно изменится. Для рутинной проверки достаточно будет поговорить с «доктором» – роботизированной программой, которая появится по запросу на вашем настенном экране и которая сможет диагностировать 95 % обычных заболеваний. Может быть, ваш «доктор» и будет выглядеть как человек, но на самом деле это будет анимированное изображение, запрограммированное на рутинное обследование и стандартные несложные вопросы. Кроме того, в его распоряжении будет полная карта ваших генов. «Доктор» порекомендует вам курс лечения с учетом всех генетических факторов риска.

Чтобы диагностировать проблему, «доктор» попросит вас провести по телу несложным щупом или датчиком. В свое время зрители были поражены, увидев в оригинальном телесериале «Звездный путь» устройство под названием трикордер, которое могло мгновенно диагностировать любую болезнь и даже заглянуть внутрь тела. Однако для того, чтобы познакомиться с этим футуристическим устройством, не обязательно ждать XXIII в. Аппараты для магнитно-резонансной томографии, которые когда-то занимали целые комнаты и весили по несколько тонн, уже уменьшились до ящика размером в несколько десятков сантиметров, а когда-нибудь станут маленькими, как сотовый телефон. Проведя таким устройством по телу, можно будет увидеть внутренние органы. Затем компьютер обработает полученное трехмерное изображение и выдаст диагноз. Такой зонд сможет распознать огромное количество болезней, включая рак, задолго до того, как их проявления станут заметны. В нем будут присутствовать, в частности, ДНК-чипы – кремниевые пластинки с миллионами крохотных сенсоров, настроенных на узнавание фрагментов ДНК, характерных для конкретных болезней.

Не секрет, что многие люди ненавидят ходить к врачу. Однако в будущем за здоровьем человека будут незаметно и без всяких специальных процедур следить особые датчики; возможно, контрольные замеры будут проводиться по несколько раз в день, а вы не будете даже знать об этом. В ваш унитаз, зеркало в ванной, одежду будут встроены ДНК-чипы, которые сообщат, если в вашем организме появятся колонии хотя бы из нескольких сотен раковых клеток. В ванной комнате и в одежде будет помещаться больше всевозможных датчиков, чем сегодня можно найти в лаборатории современной больницы или университета. К примеру, достаточно будет подуть на зеркало, чтобы проверить наличие мутации в гене, отвечающем за производство белка p53, а этот белок отвечает за половину случаев всех самых распространенных видов рака. Это означает, что слово «опухоль» постепенно исчезнет из языка.

Сегодня, попав в серьезную автомобильную аварию на пустынной дороге, легко можно погибнуть от потери крови. В будущем ваша одежда и автомобиль при первых признаках травмы или плохого самочувствия водителя сами поднимут тревогу, автоматически вызовут скорую помощь, сообщат координаты места аварии и передадут врачам всю вашу медицинскую историю – и все это, пока вы остаетесь без сознания. В будущем вообще трудно будет умереть в одиночестве. Одежда при помощи встроенных в ткань чипов почувствует любые нарушения сердечного ритма, дыхания и даже мозговой деятельности. Одеваясь, человек будет выходить в Сеть.

Сегодня уже можно поместить в пилюлю размером со стандартную таблетку аспирина компьютерный чип, снабженный телекамерой и радиопередатчиком. После того как вы ее проглотите, «умная пилюля» заснимет ваш пищевод и кишечник, а затем передаст сигнал по радио на расположенный рядом приемник. (Знаменитый слоган Intel Inside обретает новое

значение!) Таким образом врачи могут получать снимки кишечника пациента без всякой колоноскопии (а этот метод весьма неудобен, поскольку предусматривает введение в толстую кишку двухметровой трубки). Подобные микроскопические устройства постепенно снизят необходимость использовать нож хирурга.

Это лишь один пример того влияния, которое окажет компьютерная революция на здоровье человека и всю систему здравоохранения. В главах 3 и 4 мы поговорим о революции в медицине гораздо подробнее и обсудим также генную терапию, клонирование и увеличение продолжительности жизни.

Жизнь в сказке

Поскольку компьютерный интеллект, как мы уже говорили, сильно подешевеет и найдет широчайшее применение, некоторые футуристы считают, что будущее человечества будет похоже на сказку. Если человек обретет божественное могущество, то мир, в котором он живет, станет поистине сказочным. Интернет, к примеру, превратится в известное сказочное зеркальце. Достаточно будет обратиться к нему: «Свет мой, зеркальце, скажи…», – и в нем появится приветливое лицо, обеспечивающее нам доступ ко всей накопленной на планете мудрости. Мы будем встраивать процессоры в игрушки, делая их разумными, как Пиноккио – марионетка, мечтавшая стать настоящим мальчиком. Подобно Покахонтас, мы будем разговаривать с ветром и деревьями, и они будут отвечать нам. Мы привыкнем, что вещи разумны и что с ними можно общаться.

Компьютеры распознают многие гены, ответственные за старение, и мы, возможно, будем вечно молодыми, как Питер Пэн. Мы научимся замедлять, а может быть, и поворачивать вспять процесс старения. Расширенная реальность внушит нам иллюзию того, что каждый из нас, подобно Золушке, может поехать на фантастический бал в королевской карете и танцевать там с прекрасным принцем. (Но в полночь очки расширенной реальности выключатся, и мы вернемся в реальный мир.) Компьютеры раскроют тайны генов, контролирующих наше тело, и мы сможем перестраивать свое тело по желанию, заменять изношенные органы и менять внешность даже на генетическом уровне, как чудовище в сказке «Аленький цветочек».

Некоторые футуристы опасаются даже, что из-за всех этих чудес люди могут вернуться к средневековому мистицизму, когда все верили в невидимых духов, обитающих всюду вокруг нас.

Середина века (2030–2070 гг.)

Конец закона Мура

Зададимся, однако, вопросом: как долго еще продлится компьютерная революция? Если закон Мура продержится еще лет пятьдесят, то компьютеры, скорее всего, намного превзойдут по возможностям человеческий мозг. Но к середине века возникнет другая динамика. Как сказал Джордж Харрисон, «все проходит». Даже действие закона Мура должно прекратиться, а с ним – и впечатляющий рост компьютерных мощностей, питавший последние полвека рост мировой экономики.

Сегодня нам кажется естественным – и даже закономерным, – что возможности продуктов компьютерной отрасли растут практически на глазах. Именно поэтому мы каждый год покупаем новые модели, зная, что они почти в два раза мощнее прошлогодних. Но если закон Мура перестанет действовать и каждое следующее поколение компьютеров будет примерно таким же, как предыдущее, то зачем покупать новые компьютеры?

И вообще, процессоры сейчас внедряются в самые разные предметы и приборы, и у многих людей просто не будет необходимости в домашнем компьютере. Последствия для экономики в целом могут быть поистине катастрофическими. Перестанут работать целые отрасли, миллионы людей могут потерять работу, в экономике возникнет неуправляемый хаос.

В прошлом физики не раз указывали на неизбежный конец закона Мура, но промышленники традиционно отмахивались от наших предупреждений и говорили, что ученые, как мальчик из басни, все время кричат «Волк! Волк!». Крах закона Мура так часто предсказывали, говорили они, что мы уже ничему не верим.

Но теперь все иначе.

Два года назад я выступал перед сотрудниками Microsoft в штаб-квартире компании в Сиэтле, штат Вашингтон. Три тысячи лучших инженеров компании, собравшиеся в зале, ждали от меня откровений о будущем компьютеров и телекоммуникаций. В этой огромной аудитории я видел лица молодых инженеров-энтузиастов; именно эти люди создают программы, работающие потом в наших настольных и портативных компьютерах. В отношении закона Мура я сказал прямо: отрасли следует готовиться к этому краху. Лет десять назад мои слова, наверное, были бы встречены смехом и шутками. Но на этот раз я видел перед собой лишь серьезные лица и согласные кивки.

Крах закона Мура – вопрос глобального значения; на кон здесь ставятся триллионы долларов. Но как в точности закончится действие этого закона и что именно его заменит, определят законы природы. Получается, что очень скоро ответы на чисто физические вопросы потрясут основы экономической структуры капитализма.

Чтобы разобраться в этой ситуации, важно осознать, что всеми невероятными свершениями компьютерной революции мы обязаны нескольким физическим принципам. Во-первых, компьютеры считают с такой поразительной быстротой потому, что электрические сигналы движутся по проводам со скоростью, близкой к скорости света – абсолютному пределу для любой скорости во Вселенной. За секунду луч света способен семь раз обогнуть Землю или долететь до Луны. Кроме того, электроны несложно двигать, поскольку они не слишком прочно держатся в атоме (мы легко сдвигаем их с места, расчесывая волосы, проходя по ковру или стирая, – именно так накапливается статическое электричество). Сочетание не слишком прочных связей и молниеносной скорости позволяет нам стремительно посылать

по проводам электрические сигналы, что, собственно, и породило электрическую революцию прошлого века.

Во-вторых, количество информации, которую можно передать при помощи лазерного луча, практически ничем не ограничено. Световые волны колеблются во много раз быстрее звуковых и могут нести на себе гораздо больше информации, чем звук. (Представьте, к примеру, длинную натянутую веревку, по которой с одного конца пускают волны. Чем быстрее двигается этот конец, тем больше сигналов умещается на веревке. Поэтому количество информации, которую можно передать при помощи волны, тем больше, чем быстрее она колеблется, т. е. чем больше ее частота.)

Свет – это волна, у которой на одну секунду приходится примерно 1014 циклов (1014 – это единица с четырнадцатью нулями). Для передачи одного бита информации (1 или 0) требуется много циклов. Это значит, что оптическое волокно может нести на одной частоте примерно 1011 бит информации. И это число можно еще увеличить, поместив в одно волокно несколько сигналов на разных частотах, а затем связав оптические волокна в единый кабель. Все это означает, что, увеличивая число каналов в кабеле, а затем и число кабелей, можно передавать информацию в почти неограниченных количествах.

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, купив полную легальную версию на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.