

БУДУЩЕЕ УЖЕ ЗДЕСЬ

ПОЛИТЕХ

ERIC BRYNJOLFSSON
ANDREW MCAFEE
THE SECOND MACHINE AGE
WORK, PROGRESS
AND PROSPERITY
IN A TIME OF BRILLIANT
TECHNOLOGIES

ЭРИК БРИНЬОЛФСОН
ЭНДРЮ МАКАФИ
**ВТОРАЯ
ЭРА
МАШИН**

РАБОТА, ПРОГРЕСС
И ПРОЦВЕТАНИЕ
В ЭПОХУ
НОВЕЙШИХ
ТЕХНОЛОГИЙ



NEW YORK TIMES BESTSELLER

ВТОРАЯ ЭРА МАШИН

ERIC BRYNJOLFSSON, ANDREW MCAFEE

THE SECOND MACHINE AGE

WORK, PROGRESS,
AND PROSPERITY
IN A TIME
OF BRILLIANT TECHNOLOGIES

ЭРИК БРИНЬОЛФСОН, ЭНДРЮ МАКАФИ

ВТОРАЯ ЭРА МАШИН

РАБОТА, ПРОГРЕСС
И ПРОЦВЕТАНИЕ
В ЭПОХУ
НОВЕЙШИХ ТЕХНОЛОГИЙ



ИЗДАТЕЛЬСТВО АСТ
МОСКВА

УДК 330
ББК 65.01
Б87

Серия
«Будущее уже здесь»

ISBN 978-5-17-104560-9

Eric Brynjolfsson, Andrew McAfee
The second machine age

Перевод с английского: Павел Миронов

Обложка: студия OpenDesign

Макет: Максим Вольхин (Политехнический музей)

Печатается с разрешения авторов и литературных
агентств *International Creative Management, Inc.*
и *Andrew Nurnberg*.

Издано при поддержке Политехнического музея.

Беспилотные автомобили, нейронные сети, компьютерная диагностика заболеваний, использование Больших данных в самых разных сферах человеческой деятельности... Авторы этой книги, инженеры и ученые из Массачусетского технологического института, сравнивают стремительное развитие цифровых технологий, которое мы наблюдаем сегодня, с промышленной революцией XVIII столетия — первой «эрой машин». Промышленная революция положила начало современному миру, вторая эра машин тоже на наших глазах создает новый мир: все социальные структуры и экономические принципы будут пересмотрены, технологии коренным образом изменят буквально все стороны нашей жизни.

Бриньольфсон, Эрик; Макафи, Эндрю
Б87 Вторая эра машин / Эрик Бриньольфсон, Эндрю Макафи; [пер. с англ. П. Миронова]. —
М.: Издательство АСТ, 2017. — 384 с.

© Eric Brynjolfsson, Andrew McAfee, 2014

© Перевод. П. Миронов, 2016

© Шрифт PM Serif (для Политехнического музея). Д. Хорошкин, 2015

© Издание на русском языке. AST Publishers, 2017



Политехнический музей — национальный музей науки и техники, один из старейших научно-технических музеев мира.

Миссия музея — просвещение и популяризация научных и технических знаний:

- *Мы верим, что миром движут любопытство и созидание.*
- *Мы открываем людям прошлое, настоящее и будущее науки.*
- *Мы создаем территорию просвещения, свободной мысли и смелого эксперимента.*

Среди просветительских проектов музея — многочисленные выставки, знаменитый Лекторий, Научные лаборатории для детей, Фестиваль актуального научного кино, а также Издательская программа, цель которой — поддержка самых качественных научно-популярных книг, отобранных экспертами музея и выпущенных в сотрудничестве с лучшими издательствами страны. Вы держите в руках одну из этих книг.

*Посвящается Марте Павлакис,
любви всей моей жизни*

*Моим родителям, Дэвиду Макафи и Нэнси Холлер,
которые подготовили меня ко второй эре машин,
наделив меня всеми преимуществами, которые
только могут быть у человека*

Оглавление

15	Глава 1. Большие истории
18	История человечества в одном графике
21	Двигатели прогресса
24	Игра в догонялки
25	Где мы находимся сейчас
30	Глава 2. Навыки новых машин: технологии набирают обороты
32	Новое разделение труда
34	Компьютеры хорошо умеют следовать правилам...
35	...Но довольно плохо распознают закономерности
36	Различие не настолько велико
39	Внимательные собеседники
42	Цифровая беглость: за дело берется Вавилонская рыбка
44	Преимущества человека в «Своей игре»
48	Парадокс «прогресса» в области роботизации

52	Переосмысление процесса автоматизации фабрик
54	Совсем скоро на сборочных линиях, складах
	и в офисах рядом с вами
57	Дополнительные свидетельства того, что мы
	находимся в точке перелома
63	Глава 3.
	Закон Мура и вторая половина
	шахматной доски
65	Это не закон, а набор отличных идей
67	Составление графика влияния постоянного
	удвоения
70	Обедневшие императоры, обезглавленные
	изобретатели и вторая половина шахматной
	доски
74	Технологии второй половины доски
77	Дело не ограничивается компьютерами, или
	Насколько широки пределы закона Мура
79	Глаза машины
85	Глава 4.
	Дигитализация почти всего
89	Экономика битов
92	Бизнес-модели для ситуаций, в которых первая
	копия все еще слишком дорога
93	Что будет, когда контент станет бесплатным?
96	Когда метрической системы не хватает:
	взрывной рост данных
97	Бинарная наука
100	Новые уровни приносят новые рецепты

- 102 Глава 5.
Инновации: закат или новая рекомбинация?
- 103 Почему инновация — это (почти) все
104 Почему нам стоит беспокоиться: инновации истощаются
106 Технологии общего назначения — вот что действительно важно
109 Почему нам не стоит беспокоиться: инновации не истощаются
112 Цифровые технологии и наибольшая степень универсальности
115 Ограничения роста, основанного на рекомбинации
117 Для решения этой проблемы нужно больше глаз (и больше мощных компьютеров)
- 125 Глава 6.
Искусственный и человеческий интеллект во второй эре машин
- 126 Думающие машины. Есть в наличии
130 Миллиарды инноваторов уже на подходе
- 135 Глава 7.
Как рассчитать величину Дара
- 136 Рост производительности
- 147 Глава 8.
Шаг в сторону от ВВП
- 148 Музыка для ваших ушей
150 Чего не учитывает ВВП

152	Бесплатное: хорошо для нашего благосостояния, плохо для ВВП
153	Измерение роста с помощью машины времени: что бы вы предпочли?
155	Потребительская выгода: сколько вам пришлось бы заплатить при необходимости?
159	Новые товары и услуги
160	Репутация и рекомендации
162	Нематериальные активы
166	Вторая эра машин требует новых показателей
169	Глава 9. Неравенство
173	Как дела у среднего работника?
174	Как технология меняет экономику
176	Меньший кусок большего пирога
178	Три пары победителей и проигравших
180	Влияние навыков на технические изменения
183	Соавторство в организациях
186	Развитие навыков, вызванное компьютеризацией
190	Труд и капитал
196	Глава 10. Настоящие победители: звезды и суперзвезды
197	Внимание, зазор!
198	Каким образом суперзвезды преуспевают в экономике, где «победителю достается все»
202	Когда сравнительное преимущество ведет к абсолютному доминированию
204	Почему подход «победителю достается все» побеждает

206	Улучшения в области телекоммуникаций: протяни руку и прикоснись к миллионам людей
207	Сети и стандарты — ценность масштаба
208	Социальная приемлемость суперзвезд
211	Нация степенной кривой
216	Глава 11. Эффекты Дара и его распределения
218	Что больше, Дар или неравенство?
228	Технологическая безработица
237	Эксперимент с андроидами
240	Альтернативное объяснение: глобализация
244	Глава 12. Учимся двигаться вместе с машинами: рекомендации для каждого из нас
245	Шах и мат — это еще не конец партии
248	Эврика: есть на свете кое-что, чего компьютеры не умеют!
251	Ощущение преимущества
253	Чтобы изменить навыки, смените школу
256	Чем плох колледж
259	Инструменты, которые помогут вам выделиться среди других
264	Туманное будущее
266	Глава 13. Рекомендации для политиков
267	Кое-что, в чем могут согласиться друг с другом даже экономисты

270	1. Дайте хорошее образование вашим детям
277	2. Перезагрузите стартапы
281	3. Больше нужных контактов
282	4. Поддержите наших ученых
285	5. Обновите инфраструктуру
291	6. Раз уж мы должны собирать налоги, давайте делать это по-умному
296	Глава 14. Долгосрочные рекомендации
297	Пожалуйста, никаких политбюро
299	И вновь о базовом доходе
301	Как избежать трех величайших зол
306	Отрицательная ставка налога на доходы
311	Распределенная экономика и искусственный «искусственный интеллект»
317	Приветствуются самые дикие идеи
321	Глава 15. Технологии и будущее (это совсем не то же самое, что «технологии есть будущее»)
323	С какими рисками мы столкнемся
327	Далеко ли до сингularity?
330	Куда ведет нас судьба
332	Благодарности
336	Примечания

Глава 1.

Большие истории

Технологии — это поистине божественный Дар. Возможно, после самой жизни это самый важный подарок человечеству, источник цивилизации, искусства и науки.

Фримен Дайсон

Что можно считать самыми важными вехами в истории человечества?

Любой человек, который пытается ответить на этот вопрос, довольно быстро понимает, что простого ответа здесь нет. Во-первых, когда вообще началась «история человечества»? Современный *Homo sapiens*, с его нынешней анатомией и типом поведения, владеющий языком, покинул свою родину в Африке примерно 60000 лет назад^{*1}. К 25000 году до н.э.² он уже истребил неандертальцев и других гоминидов, соответственно, у него уже не было противников среди других прямоходящих видов животных с большим мозгом.

* Здесь и далее библиографические сноски, обозначенные цифрами, принадлежат авторам и ведут в раздел «Примечания» в конце книги. Постраничные сноски, обозначенные астерисками (*), также принадлежат авторам, если не оговорено иное.

Возможно, 25000 год до н.э. может считаться вполне разумной отправной точкой для начала истории человечества, если бы не тормозивший общее развитие ледниковый период, который в то время переживала наша планета³.

В своей книге *Why the West Rules — for Now** антрополог Иэн Моррис отсчитывает общественный прогресс человечества с 14000 года до н.э., когда мир определенно начал становиться более теплым.

Еще одна причина, мешающая нам ответить на этот вопрос, связана с неясностью критериев: что должно включать в себя поистине важное достижение? Большинство из нас придерживается того мнения, что это должно быть событие или шаг вперед, значительным образом меняющий ход событий — способный «изменить форму кривой» истории человечества. Многие считают, что именно это произошло вследствие одомашнивания животных — одного из наших самых ранних и важных достижений.

Собаки начали жить вместе с людьми еще до 14000 года до н.э., однако лошади были приручены намного позднее; должно было пройти еще 8000 лет, прежде чем мы начали разводить их и держать в стойлах. Примерно в то же время (около 6000 года до н.э.) были приручены и впряжены в плуг дикие быки. Одомашнивание рабочего скота ускорило переход от собирательства к полноценному сельскому хозяйству, который уже шел в полную силу к 8000 году до н.э.⁴

Сельское хозяйство обеспечивает надежные и достаточно разнообразные источники пищи, что, в свою очередь, стимулирует развитие человеческих поселений, а затем и городов. Города поочередно становятся привлекательными целями для захвата и разграбления. Следовательно, список

* Иэн Моррис. Почему властвует Запад... по крайней мере, пока еще. М.: Карьера-пресс, 2016 (пер. В. Егорова). — Примеч. ред.

важных человеческих достижений должен включать в себя великие войны и империи, образовавшиеся в их результате. Достаточно назвать лишь четыре из них — монгольскую, римскую, арабскую и оттоманскую, — и внимательный взгляд на их историю позволит понять, что они были по своей сути трансформационными. Они оказывали поистине безграничное влияние на государственное устройство, коммерцию и традиции всего мира.

Разумеется, некоторые из самых важных достижений никак не связаны с животными, растениями или сражающимися между собой людьми; эти достижения — всего лишь идеи. Философ Карл Ясперс отмечает в своей работе «Смысл и назначение истории», что Будда (563–483 годы до н.э.), Конфуций (551–479 годы до н.э.) и Сократ (469–399 годы до н.э.) жили почти в одно и то же время (но в совершенно разных местах). В своем анализе Ясперс называет этих людей основными мыслителями «осевого времени», охватывающего промежуток с 800 по 200 годы до н.э., и говорит об этой эпохе как об «облегченном вздохе в сфере наиболее ясного сознания»*. Он считает, что именно философы этого времени создали школы мысли, позволившие развиться трем основным цивилизациям — индийской, китайской и европейской⁵.

Помимо этого, Будда создал одну из основных мировых религий, и здравый смысл требует, чтобы список основных человеческих достижений включал в себя создание и других основных систем верований, таких как индуизм, иудаизм, христианство и ислам. Каждая из этих систем повлияла на жизнь и идеалы сотен миллионов людей⁶.

Многие идеи и откровения этих религий распространялись благодаря письменному слову, которое само по себе может считаться фундаментальной инновацией в человеческой истории. Бушуют дебаты о том, когда, где и как

* Перевод М. И. Левиной. — Примеч. ред.

именно была изобретена письменность, однако будет вполне безопасным сказать, что она возникла в Месопотамии около 3200 года до н.э. В то время появились и особые символы для записи, позволявшие упрощать расчеты, однако, как ни странно, система этих символов не включала в себя привычный для нас ноль. Современная система счисления, которую мы называем арабской, появилась примерно в 830 году н.э.⁷

Список важных достижений можно продолжать бесконечно. Афиняне начали практиковать демократию как принцип государственного устройства около 500 года до н.э. Эпидемия чумы в конце 1300-х годов сократила население Европы как минимум на 30 процентов. Колумб пустился в плавание в 1492-м, что положило начало взаимодействию между Новым и Старым Светом, в результате которого они оба изменились.

История человечества в одном графике

Каким же образом нам понять, какое из этих достижений является *самым* важным? Все перечисленные выше кандидаты имеют своих страстных защитников — людей, горячо и убедительно защищающих превосходство одного достижения над всеми остальными. В своей книге «Почему властвует Запад... по крайней мере, пока еще» Моррис обращается к более фундаментальному спору: насколько оправданы и осмыслены любые попытки ранжировать или сравнить между собой события и достижения в истории человечества? Многие антропологи и другие ученые, занимающиеся социальными науками, утверждают, что это невозможно. Моррис не соглашается с этим и пытается в сво-

ей книге дать количественную оценку достижениям человечества. По его словам, «сужение океана фактов до нескольких цифровых показателей имеет не только недостатки, но и огромное преимущество. Оно заставляет всех принимать во внимание одни и те же свидетельства — и приходить в результате к невероятно удивительным результатам⁸. Иными словами, если мы хотим знать, какие достижения меняют форму кривой человеческой истории, то имеет смысл попытаться и нарисовать эту кривую.

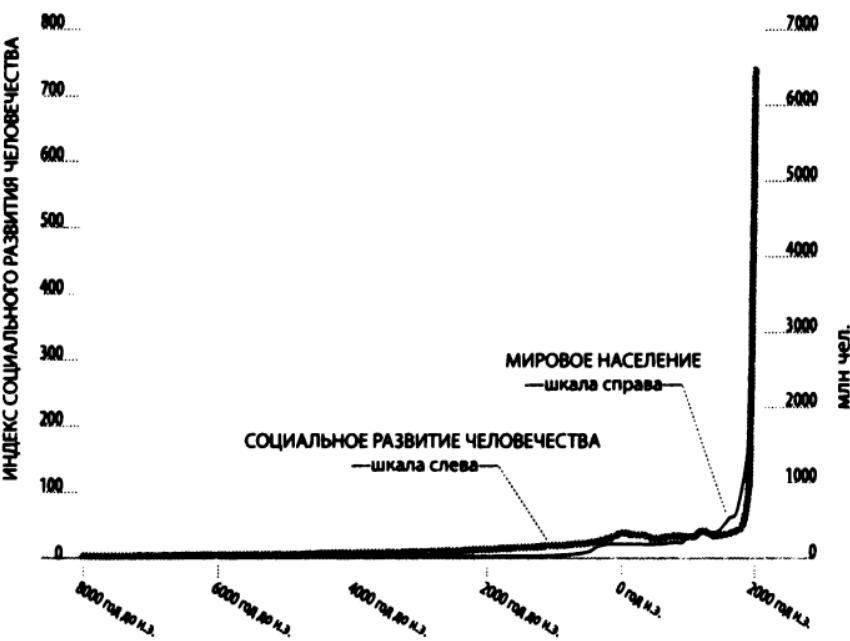
Моррис проделал осмысленную и тщательную работу по количественной оценке того, что он сам называл *социальнym развитием* («способность группы управлять своей физической и интеллектуальной средой, чтобы добиваться результатов»*) с течением времени.

* Согласно Моррису, степень общественного развития может описываться с помощью четырех показателей: запасов энергии (количество калорий на человека, получаемое из внешней среды для питания, проживания, организации торговли, производства, сельского хозяйства и транспорта), организации (размер крупнейшего поселения), способностей ведения боевых действий (численность войска, мощность и скорострельность оружия, мобильность армии и тому подобные факторы) и информационных технологий (степень сложности инструментов для обмена и обработки информации и масштаб их использования). Каждому из этих факторов присваивается численное значение, которое способно со временем меняться от 0 до 250. Оценка общего социального развития представляет собой сумму этих четырех значений. Поскольку сам автор сравнивал в основном Запад (Европа, Месопотамия и Северная Америка в различные эпохи, в зависимости от того, какой из регионов был развит в наибольшей степени) и Востока (Китай и Япония), он рассчитывал показатель социального развития по отдельности за период с 14000 г. до н.э. до 2000 г. н.э. В 2000 г. показатель для Востока был выше, чем для Запада, лишь по одному параметру — организации (поскольку Токио был крупнейшим городом мира) и равнялся 564,83. Для Запада величина показателя составляла в 2000 г. 906,37. Оба показателя представляют собой усредненные значения.

Как и предполагал Моррис, результаты удивительны и даже поразительны. Они показывают, что ни одно из достижений, которые мы обсуждали до сих пор, не имело особого значения (как минимум в сравнении с остальными), поскольку ни одно из них не изменило форму кривой человеческой истории радикально.

Ниже приведен график, в котором сопоставлены данные по населению планеты и соответствующим социальным достижениям; как вы можете видеть сами, эти две линии почти совпадают:

Рис. 1.1. С точки зрения цифр, основная часть человеческой истории довольно скучна



На протяжении многих тысяч лет человечество развивалось по очень плавной, направленной вверх траектории. Прогресс был мучительно медленным, почти незаметным. Ни одомашнивание животных, ни возникновение земледелия, ни войны, ни великие империи, ни философские школы, ни ре-

лигии не смогли оказать на него достаточно сильного влияния. Однако чуть более 200 лет назад возникло нечто внезапное и значительное, что смогло повернуть кривую истории человечества — и с точки зрения роста населения, и с точки зрения его социальных достижений — почти на 90 градусов.

Двигатели прогресса

Возможно, вы уже догадались, о чем идет речь. Эта книга посвящена влиянию технологий, поэтому вполне можно предположить, что мы начинаем ее рассказом о том, насколько важную роль могут играть технологии. Внезапному изменению в графике в конце XVIII века соответствует достижение, о котором мы уже много слышали: промышленная революция, представлявшая собой сумму нескольких почти одновременных достижений в областях машиностроения, химии, металлургии и некоторых других. Поэтому вы, скорее всего, уже поняли, что именно эти технологические достижения лежат в основе внезапного, резкого и продолжительного скачка в прогрессе человечества.

Ваша догадка совершенно верна. И теперь мы в состоянии понять, *какая именно* технология оказалась наиболее важной. Это был паровой двигатель, или, если говорить точнее, один из типов парового двигателя, разработанный и усовершенствованный Джеймсом Уаттом и его коллегами во второй половине XVIII века.

До этого времени паровые машины были крайне неэффективными. Они позволяли использовать не более одного процента энергии, высвобождавшейся при сжигании угля. Блестящее усовершенствование, которое Уатт придумал и

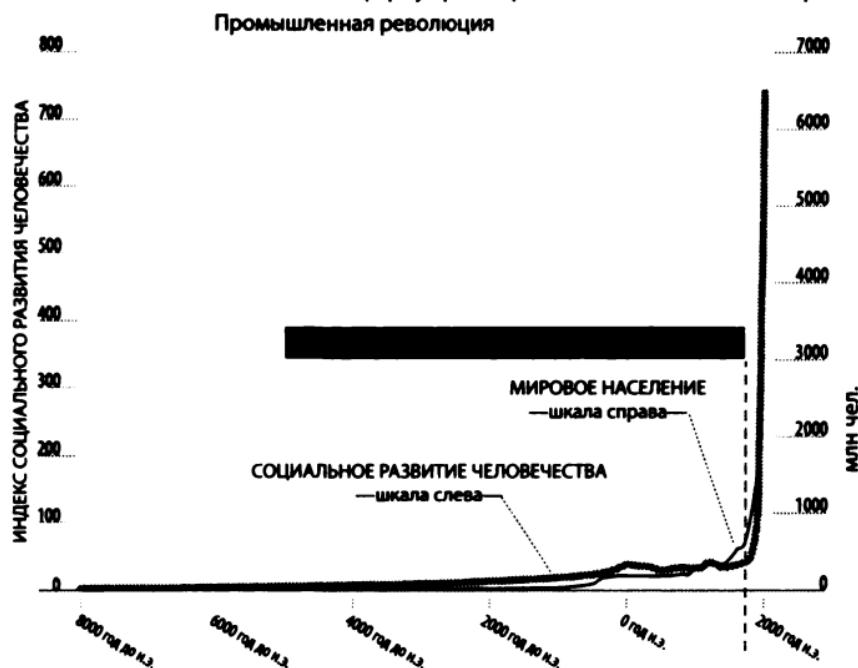
внедрил между 1765 и 1776 годами, позволило увеличить коэффициент полезного действия машины более чем в три раза⁹. По словам Морриса, в этом и заключалось ключевое отличие:

Хотя для развития [паровой] революции, связанной с паровыми двигателями, потребовалось несколько десятилетий... это все равно стало самой значительной и самой быстрой трансформацией за всю мировую историю¹⁰.

Разумеется, промышленная революция не ограничивается историей парового двигателя, однако именно с пара все и началось. Именно паровая машина больше, чем что-либо другое, позволила нам преодолеть ограничения мускульной силы (как человека, так и животных) и по своему усмотрению создавать огромные объемы полезной энергии. Это привело к возникновению фабрик и массового производства, железных дорог и общественного транспорта. Иными словами, это привело к современному образу жизни. Промышленная революция положила начало первой эре машин в истории человечества — впервые в истории прогрессом стали управлять в основном технологические инновации, — и это оказалось самой кардинальной переменой, которую когда-либо видел наш мир*. Возможность генерировать огромные объемы механической энергии оказалась настолько важной, что, выражаясь словами Морриса, «она свела на нет все драмы предыдущей истории мира»¹¹.

* Мы считаем промышленную революцию первой эрой машин. Однако понятие «эра машин» также используется некоторыми историками экономики для описания периода быстрого технологического прогресса, происходившего в конце XIX — начале XX века. Другие исследователи называют этот период второй промышленной революцией, и мы в последующих главах будем пользоваться этим же термином.

Рис. 1.2. Что изменило форму кривой развития человеческой истории?



А сейчас наступило время второй эры машин. Компьютеры и другие цифровые достижения умножают наши интеллектуальные способности, то есть помогают нам использовать мозг для того, чтобы лучше понимать окружающую среду и придавать ей новые формы, — то же самое для наших мышц сделали паровой двигатель и другие машины, со временем пришедшие ему на смену. Они позволяют нам прорывать привычные ограничения и приводят на новую территорию. Пока непонятно, каким именно образом осуществится этот переход, однако вне зависимости от того, изменит ли новая машинная эра форму кривой так же серьезно, как и паровой двигатель Уатта, это уже значительное достижение. Наша книга объясняет, как и почему это произошло.

Пока что давайте ограничимся очень коротким и простым ответом. Умственные способности как минимум важны для прогресса и развития (то есть для управления нашей физической и интеллектуальной средой, что позволяет добиваться

желаемых результатов) так же, как и физическая сила. Поэтому столь масштабное и беспрецедентное расширение наших умственных возможностей должно привести к скачку в развитии, сопоставимому с предыдущим скачком, вызванным приростом физической мощи.

Игра в догонялки

Мы написали эту книгу, потому что запутались. Мы годами изучали влияние таких цифровых технологий, как компьютеры, программы и коммуникационные сети, и нам казалось, что мы достаточно хорошо понимаем их возможности и ограничения. Однако в последние несколько лет они начали нас удивлять. Компьютеры научились диагностировать заболевания, слушать нас и разговаривать с нами. Они принялись даже создавать высококачественную прозу. А роботы стали сновать по складам и управлять автомобилями при минимальном контроле со стороны человека (или даже вообще без него). В течение довольно долгого времени цифровые технологии в этих областях производили просто смехотворное впечатление, а затем внезапно стали почти совершенными. Как это произошло? И какими могут быть последствия этого прогресса, который когда-то казался удивительным, а сейчас считается чем-то само собой разумеющимся?

Мы решили объединиться и попытаться ответить на эти вопросы. Мы погрузились в типичные для исследователей занятия — прочитали массу книг и научных работ, изучили огромные объемы данных и постоянно обсуждали идеи и гипотезы друг с другом. Это было необходимо и имело определенную ценность, однако реальное исследование и настояще удовольствие начались, когда мы устремились в окру-

жавший нас реальный мир. Мы принялись беседовать с изобретателями, инвесторами, предпринимателями, инженерами, учеными и многими другими людьми, которые заставляют технологии работать.

Благодаря их открытости и щедрости мы смогли получить футуристический опыт в области сегодняшних цифровых инноваций. Мы катались на автомобиле без водителя; видели, как компьютер побеждает команды студентов Гарварда и МТИ в игре *Jeopardy!*; обучали промышленного робота, помогая ему совершить определенную последовательность действий; держали в руках прекрасную металлическую чашу, напечатанную на 3D-принтере; и провели еще бесчисленное множество невероятных встреч с технологиями.

Где мы находимся сейчас

Эта работа привела нас к трем основным выводам.

Первый состоит в том, что мы живем во времена удивительного прогресса в области цифровых технологий — технологий, которые в основе своей имеют компьютерные устройства, программы и сети. Эти технологии не то чтобы совершенно новые: компании покупали для своих нужд компьютеры на протяжении полувека, а журнал *Time* назвал персональный компьютер «машиной года» еще в 1982 году. Однако подобно тому, как нам потребовалось несколько поколений, чтобы улучшить паровой двигатель до состояния, при котором он мог способствовать промышленной революции, потребовалось время и для того, чтобы усовершенствовать наши цифровые устройства.

Мы покажем вам, как и почему нам удалось добиться того, чтобы эти технологии заработали в полную силу. Мы поделимся с вами и примерами этой силы. Нужно отметить, что слово «полный» не означает «зрелый». Компьютеры продолжают улучшаться и творить новые и беспрецедентные вещи. Говоря о «полной силе», мы имеем в виду только то, что уже сейчас в области цифровых технологий появились ключевые строительные блоки, которые окажутся такими же важными и трансформирующими для общества и экономики, как в свое время паровой двигатель. Говоря коротко, мы находимся в точке перелома, где кривая начинает сильно менять траекторию — благодаря компьютерам. Мы входим во вторую эру машин.

Наш второй вывод состоит в том, что изменения, спровоцированные цифровыми технологиями, окажут на нас чрезвычайно благотворное влияние. Мы направляемся в новую реальность, которая будет не просто иной — она будет лучше, поскольку мы сможем повысить одновременно и объемы, и ассортимент своего потребления. Когда мы описываем ее такими словами — сухими экономическими терминами, — то звучит это не очень приятно. Разве кто-то из нас хотел бы потреблять все больше и больше? Но мы ведь потребляем не только калории и бензин. Мы также потребляем информацию, которую поставляют нам книги или друзья, развлечения, которые предоставляют нам суперзвезды и любители, пользуемся советами учителей и врачей и используем бесчисленное количество других вещей, не созданных из атомов. Технологии способны дать нам больший выбор и больше свободы.

Когда все эти вещи дигитализируются — превращаются в биты, которые могут храниться на компьютере и пересылаются по Сети, — они обретают ряд странных и прекрасных свойств. Они начинают жить в иной экономике, где нормой становится изобилие, а не дефицит. Чуть ниже мы

покажем, что цифровые товары совсем не похожи на физические, и это отличие крайне важно.

Разумеется, физические товары остаются для нас важными, и большинство из нас хотело бы получать их в больших объемах, более высокого качества и иметь разные варианты для выбора. Вне зависимости от того, хотим ли мы есть больше, мы бы все равно предпочли более качественную или разнообразную пищу. Вне зависимости от того, хотим ли мы сжигать больше или меньше полезных ископаемых, мы хотим ездить в новые места, не испытывая больших трудностей. Компьютеры помогают достичь и этих, и многих других целей. Дигитализация улучшает физический мир, причем эти улучшения играют все более и более важную роль. Историки экономики в целом соглашаются с тем, что, выражаясь словами Мартина Вейцмана, «долгосрочный рост развитой экономики определяется в основном развитием технического прогресса»¹². Ниже мы покажем, что технический прогресс улучшается по экспоненте.

Наш третий вывод менее оптимистичен: дигитализации будет сопутствовать целый ряд сложных проблем. Само по себе это не должно нас удивлять или пугать; даже у самых полезных достижений имеются неприятные побочные эффекты, требующие внимания. Промышленная революция сопровождалась загрязнением воздуха в Лондоне и ужасающей эксплуатацией детского труда. Как будут выглядеть современные эквиваленты этих побочных эффектов? Вполне возможно, что быстрая и постоянно ускоряющаяся дигитализация приведет к экономическим потрясениям. Это напрямую проистекает из того факта, что по мере увеличения возможностей компьютера компаниям становятся все меньше нужны определенные типы работников. Технологический прогресс по мере своего развития будет оставлять за бортом людей, причем в немалых количествах. Ниже мы покажем, что нынешнее время просто идеально для работников с особыми

навыками или соответствующим образованием, поскольку эти люди смогут использовать технологию для создания и удержания ценности. С другой стороны, в наше время тяжело приходится работникам, которые предлагают рынку лишь «ординарные» навыки и способности, поскольку компьютеры, роботы и другие цифровые технологии уже осваивают эти навыки и способности с невероятной скоростью.

В свое время жители Англии и других стран пришли к выводу, что некоторые аспекты Промышленной революции неперпимы, и предприняли меры по их корректировке (этому способствовали и демократическое правление, и технологический прогресс). Детский труд в Великобритании больше не используется, а лондонский воздух содержит в наши дни меньше дыма и двуокиси серы, чем в любую другую эпоху начиная с конца XVI века¹³. Мы сможем разобраться и с проблемами, присущими цифровой революции, но прежде всего нам нужно точно понять, в чем они заключаются. Очень важно приступить к обсуждению возможных негативных последствий второй эры машин и начать диалог о том, как можно их смягчить, — мы уверены, что нам это удастся. С другой стороны, они не исчезнут сами собой. В последующих главах мы поделимся своими мыслями на эту важную тему.

Итак, эта книга посвящена второй эре машин, развивающейся на наших глазах. Прямо сейчас возникает точка перелома в истории экономики и общества, и привела к ней дигитализация. Эта точка перелома позволит нам двигаться в правильном направлении — изобилие вместо дефицита, свобода вместо ограничений, — но вместе с тем влечет за собой целый ряд новых сложных задач и ситуаций, требующих непростого выбора.

Эта книга разделена на три части. Первая, в которую входят главы 1–6, описывает базовые характеристики второй эры машин. Они содержат немало примеров нынешнего тех-

нологического прогресса, иногда напоминающих научную фантастику. Мы объясним, почему многое происходит только сейчас (учитывая то, что компьютеры находятся в нашем распоряжении уже несколько десятилетий), и покажем, почему нам стоит со всей уверенностью полагать, что масштаб и темпы развития в сфере компьютеров, робототехники и других цифровых устройств в будущем лишь вырастут.

Вторая часть, состоящая из глав 7–11, посвящена изучению Дара (*bounty*) и его распределения (*spread*), двух экономических последствий этого прогресса. Дар — это прирост объема, разнообразия и качества и одновременное снижение издержек, возникающее благодаря современному технологическому прогрессу. Это лучшая на сегодняшний день новость в мире экономики. Распределение этого Дара — прямо противоположная история. Это история об огромном неравенстве между людьми с точки зрения экономического успеха — богатства, доходов, мобильности и других важных показателей. В последние годы этот разрыв стабильно увеличивается. Этот факт по многим причинам заставляет нас тревожиться, и, если мы не вмешаемся в этот процесс, происходящий в годы второй эры машин, он будет продолжать ускоряться.

Последняя часть — главы 12–15 — посвящена обсуждению того, какие методы вмешательства будут уместными и эффективными в новую эпоху. Наши экономические цели должны быть связаны с усилением позитивных аспектов Дара и борьбой с негативными эффектами, которые вызывает неравенство. Мы предложим вам идеи по решению этих задач как в ближайшем будущем, так и в более отдаленной перспективе, когда прогресс позволит нам попасть в новый технологически развитый мир. И, как мы покажем в последней главе, выбор, который мы сделаем прямо сейчас, определит то, каким окажется этот будущий мир.

Глава 2.

Навыки новых машин: технологии набирают обороты

Любая достаточно развитая технология неотличима от магии.

Артур Ч. Кларк

Летом 2012 года мы ездили на автомобиле без водителя.

Во время своего исследовательского визита в штаб-квартиру *Google* в Кремниевой долине нам довелось прокатиться на одном из автомобилей компании, созданных в рамках проекта *Chauffeur*. Поначалу мы думали, что сядем на заднее сиденье автомобиля, а на водительском месте не будет никого, однако *Google* по вполне понятным причинам осторожничал и не хотел выпускать на дорогу автомобили, за рулем которых никого нет. Это могло напугать пешеходов и других водителей или даже привлечь внимание полиции. Поэтому мы сидели сзади, а два представителя команды *Chauffeur* ехали впереди.

Когда мы ехали по шоссе 101, один из сотрудников компании нажал на кнопку и автомобиль переключился на

полностью автоматический режим работы. Наше любопытство, а вместе с ним и инстинкт самосохранения включились на полную. Шоссе 101 — не самое предсказуемое или тихое. Конечно, это качественное и прямое шоссе, однако большую часть времени оно заполнено машинами, а в транспортном потоке нет ни очевидного ритма, ни мотивов. При высоких скоростях на этом шоссе ошибки вождения могут повлечь за собой крайне серьезные последствия. Поскольку мы не принадлежим к участникам проекта *Chauffeur*, эти последствия внезапно начали представлять для нас не только интеллектуальный интерес.

Автомобиль вел себя безукоризненно. Более того, порой в ходе поездки нам даже становилось скучно. Он не нарушал скоростных ограничений и не занимался слаломом среди других машин на шоссе; он ехал точно так, как нас всех учат в водительской школе. Раскрытый ноутбук в режиме реального времени показывал нам то, что «видит» автомобиль при движении по шоссе, — все расположенные неподалеку объекты, которые попадали в поле «зрения» его сенсоров. Автомобиль распознавал все другие машины вокруг, а не только ближайшие, и контролировал их местоположение вне зависимости от того, где они двигались. Это был автомобиль, не имевший «слепых» зон. Однако программа, отвечавшая за вождение, принимала во внимание, что такие «слепые» зоны могут быть у других автомобилей и грузовиков, находившихся под управлением людей. Экран ноутбука постоянно отображал предположения программы о том, где могут находиться эти «слепые» зоны и как их избежать.

Мы не могли оторвать взгляда от экрана и совершенно не обращали внимания на дорогу до тех пор, пока движение впереди полностью не остановилось. Наш автомобиль начал мягко тормозить, а затем остановился на безопасном расстоянии от ехавшей впереди машины, после чего начал понемногу двигаться вместе со всем остальным потоком.

В течение всего этого процесса работники *Google*, сидевшие на переднем сиденье, не прекращали своего разговора, не демонстрировали никаких следов нервозности или интереса к происходившему на дороге. Сотни часов, проведенных в беспилотном автомобиле, убедили их в том, что он вполне в состоянии справиться с движением в пробке. К тому моменту, когда машина припарковалась, мы разделяли их уверенность.

Новое разделение труда

Наша поездка по шоссе 101 в тот день была для нас особенно странной, поскольку всего несколькими годами ранее мы были уверены, что компьютеры никогда не научатся управлять автомобилями. Великолепные исследования и анализы, проведенные нашими глубокоуважаемыми коллегами, убедительно показывали, что в обозримом будущем вождение автомобиля останется задачей, которая по силам лишь человеку. Несмотря на это заключение, такие технологии, как *Chauffeur*, активно развились в последующие несколько лет, что позволяет нам извлечь целый ряд важных уроков о цифровом прогрессе.

В 2004 году Фрэнк Леви и Ричард Марнейн опубликовали свою книгу *The new division of labor* («Новое разделение труда»)¹⁴. В основном они концентрировались на различиях в специфике работы человека и работы компьютера. В любой разумной экономической системе люди должны фокусироваться на задачах и направлениях работы, в которых имеют сравнительное преимущество над компьютерами, оставляя компьютерам то, для чего последние лучше приспособлены. В своей книге Леви и Марнейн предложили

способ распределения различных задач в ту или иную категорию.

Сто лет назад предыдущий абзац не имел бы никакого смысла. В те времена слово *computer* («вычислитель») было названием профессии, а не обозначением механизма. «Компьютерами» в начале XX века называли людей, обычно женщин, проводивших целые дни за арифметическими расчетами и заполнением таблиц. На протяжении десятилетий изобретатели проектировали машины, способные выполнять всё новые и новые элементы этой работы; поначалу эти устройства были механическими, затем электромеханическими и, наконец, стали цифровыми. В наши дни сложно встретить людей, которых нанимают лишь для арифметических расчетов и записи результатов. Даже в странах с самыми низкими ставками оплаты труда людей-компьютеров практически не осталось, поскольку автоматические устройства значительно дешевле, быстрее и точнее.

Если вы внимательно изучите внутреннее устройство компьютера, то поймете, что он работает не с цифрами, а с символами. Электронные схемы компьютеров могут интерпретироваться на языке нулей и единиц, однако точно таким же образом могут использоваться пары «истинно» и «ложно», «да» или «нет» или любая другая аналогичная система символов. В принципе, компьютеры способны решать с помощью символов любые виды задач, от математических до логических или лингвистических. Однако цифровые писатели пока еще не появились, и поэтому списки бестселлеров состоят из книг, написанных исключительно людьми. Пока что мы еще не компьютеризировали работу предпринимателей, директоров, ученых, медсестер, помощников официантов и многих других типов работников. Почему нет? Если проще оставить эти занятия людям, то каким именно алгоритмам в этой работе особенно трудно подобрать цифровой эквивалент?

Компьютеры хорошо умеют следовать правилам...

Именно этими вопросами задались авторы книги «Новое разделение труда» и дали на них в высшей степени осмысленные ответы. Авторы раскладывают процесс обработки информации — основу всей работы со знанием — на спектр задач. На одном конце спектра располагаются задачи типа арифметических — то есть такие, для решения которых требуется всего лишь применить хорошо понятые правила. А поскольку компьютеры отлично умеют следовать правилам, получается, что именно они должны заниматься арифметическими и другими сходными с ними задачами.

Леви и Марнейн выделяют и другие типы знания, которое может быть выражено в виде правил. К примеру, кредитная история — хороший предиктор того, сможет ли заемщик оплачивать ипотеку, как обещал, поскольку сумма ипотечного кредита зависит от состояния человека, от размера его доходов и наличия других кредитов. Поэтому решение о том, выдавать ли человеку ипотеку, может быть, в сущности, сведено к правилу.

Правило ипотеки, выраженное словами, может звучать следующим образом: «Если некто просит ипотеку на сумму M , и при этом его кредитный рейтинг равен V или больше, величина ежегодного дохода выше I или величина капитала выше W , а общая величина долговых обязательств не выше D , то заявка получает одобрение».

В случае если правило ипотеки такого рода выражено в форме компьютерной программы, мы называем его алгоритмом. Алгоритмы — это упрощения; они не могут и не должны учитывать все факторы (такие, к примеру, как наличие дядюшки-миллиардера, который когда-то включил нашего потенциального клиента в свое завещание, а сам увле-

кается скалолазанием без страховки). Тем не менее алгоритмы включают в себя самые распространенные и важные параметры, поэтому в целом вполне хорошо работают в решении ряда задач, в том числе и таких, как предсказание вероятности правильной выплаты ипотеки. Таким образом, компьютеры могут и должны использоваться для подобных операций*.

...Но довольно плохо распознают закономерности

На другом конце спектра, предложенного Леви и Марнейном, располагаются задачи по обработке информации, которые не могут быть сведены к правилам или алгоритмам. По мнению авторов, решение задач такого рода основано на умении человека распознавать закономерности. Наш мозг отлично воспринимает информацию через органы чувств и изучает ее в поисках закономерностей, однако нам очень плохо удается описать или вычислить, каким образом мы это делаем, особенно когда большой объем быстро меняющейся информации поступает к нам в достаточно быстром темпе. Как точно заметил философ Майкл Полани, «мы знаем больше, чем можем сказать»¹⁵. С такими задачами, по мнению Леви

* В годы, предшествовавшие Великой рецессии, которая началась в 2007 г., банки выдавали ипотечные кредиты заемщикам со все более плохой кредитной историей, низкими уровнями дохода и благосостояния и постоянно нараставшим уровнем долгов. Иными словами, банки либо полностью отказывались от своих прежних алгоритмов оценки клиентов для получения ипотеки, либо значительно их пересматривали. Дело было не в том, что старые алгоритмы оценки для получения ипотеки перестали работать, — они перестали применяться.

и Марнейна, компьютеры не могут справиться, и следовательно, решать их по-прежнему будут люди. Авторы приводят в качестве примера такой задачи как раз управление автомобилем:

Поворачивая влево от основного потока, водитель вынужден противостоять огромному объему образов и звуков, которые создаются другими автомобилями, сигналами светофоров, витринами, рекламными плакатами, деревьями и дорожной полицией. Основываясь на своих знаниях, он должен рассчитать размер и положение каждого из этих объектов и вероятность того, представляют ли они угрозу. Водитель грузовика имеет в голове определенную схему, которая позволяет ему понять, с чем он имеет дело. Однако выразить эти знания и внедрить их в программу для применения в крайне разнообразных ситуациях на данный момент невероятно сложно... компьютеры не смогут легко заменить людей в таких заданиях, как вождение автомобиля.

Различие не настолько велико

Прочитав в 2004 году книгу «Новое разделение труда», мы были полностью убеждены аргументами Леви и Марнейна. Не менее убедительно выглядели и первоначальные результаты проведенного в том же году эксперимента с беспилотными автомобилями.

DARPA, Управление перспективных исследовательских проектов Министерства обороны США, было основано

в 1958 году (в ответ на запуск Советским Союзом первого спутника). Его основная задача состояла в стимулировании технологического прогресса, достижения которого могли бы найти применение в военной области. В 2002 году агентство сообщило о проведении первого конкурса, участники которого должны были создать полностью автономный автомобиль-робот, способный проехать расстояние в 150 миль через калифорнийскую пустыню Мохаве. Основной заезд должен был состояться 13 марта 2004 года, и квалификационный отбор для него прошли пятнадцать участников.

Результаты были печальны. Два автомобиля не смогли доехать до места старта, еще один перевернулся прямо на старте, а через три часа после начала гонки на трассе осталось всего четыре автомобиля. Условный «победитель», автомобиль *Sandstorm*, созданный в университете Карнеги—Меллон, проехал 7,4 мили (то есть менее 5 процентов от общей дистанции), а затем сошел с трассы во время резкого поворота и застрял на обочине. Заявленный приз в миллион долларов не достался никому, а журнал *Popular Science* назвал это событие «ниспровержением DARPA в пустыне»¹⁶.

Однако всего за несколько лет фиаско превратилось в успех, и мы увидели это своими собственными глазами. В октябре 2010 года в своем официальном блоге компания *Google* заявила о том, что ее полностью автономные автомобили уже в течение некоторого времени успешно проходят тестирование в реальных условиях на американских дорогах и шоссе. Ко времени нашей поездки летом 2012 года проект *Chauffeur* уже включал в себя небольшой парк автомобилей, которые в совокупности проехали сотни тысяч миль без какого-либо вмешательства человека и всего с двумя авариями. Одна авария произошла, когда за рулем автомобиля *Google* был человек; вторая случилась, когда в автомобиль *Google*, стоявший на перекрестке на красный свет, врезался

сзади другой автомобиль (которым также управлял человек)¹⁷. Разумеется, всегда можно найти ситуации, с которыми не могут справиться автомобили *Google*, — это и особенно сильные пробки, и езда по бездорожью, и движение в районах, для которых *Google* еще не разработала детальные карты. Однако пережитое на шоссе убедило нас в том, что этот подход вполне эффективен в решении огромного количества повседневных задач вождении.

Всего за несколько лет самоуправляемые машины сошли со страниц научно-фантастических книг и превратились в реальность. Достаточно передовое для своего времени исследование, объяснявшее, почему такие автомобили не появятся в ближайшее время, устарело всего лишь через несколько лет благодаря передовой научной и инженерной мысли. Наука и инженерия начали развиваться все более быстрыми темпами, и менее чем за половину десятилетия провал обернулся торжеством.

Усовершенствование автономно управляемого автомобиля напомнило нам высказывание Хемингуэя о том, как человек становится банкротом: «Сначала постепенно, а затем сразу»¹⁸. И самоуправляемые автомобили — это не аномалия, а фрагмент более широкой и потрясающей закономерности. Прогресс в решении самых старых и сложных задач, связанных с компьютерами, роботами и другими цифровыми приспособлениями, в течение долгого времени разворачивался постепенно. Затем, в последние несколько лет, изменения стали происходить стремительно и внезапно; развитие цифровых технологий невероятно ускорилось. Вдруг начали решаться задачи, казавшиеся нерешаемыми. У устройств возникли новые и совершенно неожиданные свойства. Давайте рассмотрим еще несколько примеров удивительного технологического прогресса недавних лет.

Внимательные собеседники

Помимо сложностей с распознаванием закономерностей, Леви и Марнейн упоминают еще одну область, которая в новом разделении труда останется за человеком. Они пишут: «Общение, особенно важное для эффективного обучения, менеджмента, продаж и многих других занятий, требует передачи и интерпретации большого объема информации. В этих случаях возможность обмена информацией с компьютером, а не с другим человеком если и возникнет, то лишь в отдаленном будущем»¹⁹.

Осенью 2011 года компания *Apple* представила смартфон *iPhone 4S* с функцией *Siri*, своеобразного персонального ассистента, интерфейс которого был основан на обычной человеческой речи. Иными словами, люди говорили со своим смартфоном точно так же, как могли бы разговаривать с другим человеком. Программа, лежащая в основе *Siri*, была разработана в калифорнийском исследовательском институте *SRI International*, а затем куплена *Apple* в 2010 году. Она слушала все, что говорят пользователи *iPhone* своему гаджету, пыталась понять, чего они хотят, затем предпринимала определенное действие и отвечала пользователям синтезированным голосом.

Примерно через восемь месяцев после появления *Siri* на рынке Кайл Вагнер, один из авторов технологического блога *Gizmodo*, перечислил некоторые из ее самых полезных возможностей:

Вы можете узнать счет текущих спортивных соревнований — «Сколько очков сейчас у команды „Джайентс“?» — или получить статистику по индивидуальным игрокам. Вы также можете заказать столик в ресторане через программу *OpenTable*,

найти поставщиков тех или иных услуг в своем округе с помощью системы *Yelp*, узнать о том, какие фильмы идут в кинотеатре по соседству, а затем посмотреть интересующий вас трейлер. Если вы заняты и не можете принять звонок, то вы можете попросить *Siri* напомнить вам о том, чтобы перезвонить звонящему попозже. Голосовые команды могут оказаться невероятно полезными для решения подобных повседневных задач²⁰.

Однако его сообщение в блоге *Gizmodo* завершалось предостережением: «Все это звучит довольно круто. Однако в случае *Siri* нужно помнить одно важное слово — „если“ это работает как надо»²¹. После выпуска этой программы многие пользователи обнаружили, что этот вроде бы разумный личный ассистент работал недостаточно хорошо. Он не понимал, что они говорят, постоянно просил уточнений, давал странные или неточные ответы или отдавался фразами вроде: «Прошу прощения, но прямо сейчас я не могу обрабатывать новые запросы. Попробуйте связаться со мной чуть позже». Аналитик Джин Мюнстер смог составить целый список вопросов, с ответами на которые у *Siri* возникали проблемы:

- * На вопрос «Где Элвис похоронен? (*Where is Elvis buried?*)» программа отвечала: «Я не могу ответить на этот вопрос», поскольку посчитала, что речь идет о человеке с именем Элвис Похоронен (*Elvis Buried*).
- * «Когда вышел фильм „Белоснежка“?» Вместо ответа программа предложила осуществить поиск кинотеатров через *Yelp*.
- * «Когда в следующий раз комета Галлея? (*When is the next Halley's Comet?*)» Программа ответила:

- «У вас нет встреч с человеком по имени Галлей»
(*You have no meetings matching Halley's*).
- * «Я хочу отправиться на озеро Супериор (*Lake Superior*)». Программа выдала инструкции по проезду к офису компании *Lake Superior X-ray*²².

О странных и неудовлетворительных ответах *Siri* стало известно довольно быстро, однако сила технологий все же неоспорима. Технологии приходят вам на помощь именно тогда, когда нужно. Мы убедились в этом на своем собственном примере во время поездки на беспилотном автомобиле *Google*. После встречи в Сан-Франциско мы сели в арендованный автомобиль, чтобы доехать до штаб-квартиры *Google* в городе Маунтин-Вью. У нас был с собой портативный *GPS*-навигатор, однако мы его не включили, поскольку посчитали, что и так знаем, как добраться до следующей точки путешествия.

На самом деле мы, конечно, не знали. Столкнувшись с эшеровским лабиринтом шоссе, съездов и улиц, мы начали плутать, раздражаясь все больше и больше от неспособности найти нужную дорогу. В тот момент, когда наша встреча в *Google*, весь проект по созданию этой книги и наши профессиональные отношения были уже на грани краха, Эрик достал свой телефон и попросил *Siri* показать, как добраться до шоссе 101 в направлении на юг. Телефон ответил моментально и безошибочно: экран превратился в карту, на которой были показаны наше местоположение и стрелки, направлявшие на нужную нам развязку.

Конечно, мы могли бы включить наш портативный *GPS*-навигатор и подождать, пока он создаст план нашего маршрута, но нам не хотелось обмениваться информацией таким образом. Мы хотели задать вопрос, а затем услышать и увидеть ответ (в форме карты). *Siri* смогла пообщаться с нами именно на том языке, на котором мы хотели. Созданный

в 2004 году обзор всех исследований в области автоматического распознавания речи (важнейшей части обработки естественного языка) за последнюю половину столетия начинался с признания о том, что «распознавание машинами речи на том же уровне, на котором это делают люди, представляется нам труднодостижимой целью», однако менее чем через 10 лет все основные элементы этой цели уже были достигнуты. *Apple* и другие компании сделали технологию обработки естественного языка доступной для сотен миллионов людей через их мобильные телефоны²³. По замечанию Тома Митчелла, возглавляющего кафедру машинного обучения в университете Карнеги—Меллон, «мы находимся в начале десятилетнего периода, в течение которого перейдем от компьютеров, которые неспособны понимать наш язык, к компьютерам, которые понимают его почти на том же уровне, что и мы»²⁴.

Цифровая беглость: за дело берется Вавилонская рыбка

Программы по обработке естественного языка еще далеки от совершенства, а компьютеры не так хороши в сложной коммуникации, как люди, однако дело стабильно идет на лад. А в таких областях, как перевод с одного языка на другой, уже были достигнуты серьезные достижения: хотя коммуникационные способности компьютеров не настолько глубоки, как у обычного человека, они намного шире.

Человек, говорящий более чем на одном языке, обычно способен перевести фразу с одного на другой с достаточно высокой точностью. С другой стороны, автоматические сервисы, хотя и производят некоторое впечатление, редко де-

лают свою работу без ошибок. Даже если вы плохо владеете французским языком, то не исключено, что вы можете лучше справиться с переводом фразы *Monty Python's „Dirty Hungarian Phrasebook“ sketch is one of their funniest ones* (Скетч „Монти Пайтон“ под названием „Сборник венгерских ругательств“ — один из самых смешных), чем *Google Translate*. Программа предложила вариант *Sketch des Monty Python 'Phrasebook sale hongrois' est l'un des plus drôles les leurs*. Хотя эта фраза и передает общий смысл, в ней имеются серьезные проблемы с грамматикой.

Скорее всего, вам не удастся столь же успешно перевести это (или любое другое) предложение на венгерский, арабский, китайский, русский, норвежский, малайский, идиш, суахили, эсперанто или любой другой из 63 языков, помимо французского, с которыми работает сервис *Google Translate*. Однако *Google* при этом все же попытается перевести текст с любого из этих языков на любой другой непосредственно в веб-интерфейсе, мгновенно и без каких-либо затрат²⁵. Приложение *Translate* для смартфонов позволяет пользователям общаться с телефоном более чем на 15 из этих языков. В ответ они получают устный перевод на паре десятков других языков. Мы почти с полной уверенностью можем сказать, что на такое неспособен даже самый многоязычный человек в мире.

На протяжении многих лет различные способы моментального перевода обычно описывались только в научной фантастике (один из самых замечательных примеров — Вавилонская рыбка из книги «Автостопом по Галактике», странное создание, которое человек может запихнуть себе в ухо, после чего начинает понимать речь на любом языке)²⁶. *Google Translate* и другие аналогичные сервисы осуществляют эти мечты. Как минимум один из таких сервисов уже сейчас используется для обслуживания международных клиентов. Компания *Lionbridge*, предоставляющая переводческие

услуги, разработала вместе с *IBM* онлайн-приложение *GeoFluent*, способное мгновенно переводить чаты между клиентами и специалистами по решению различных проблем, которые говорят на разных языках. В ходе первичных испытаний около 90 процентов пользователей *GeoFluent* сообщили, что качество перевода было достаточно хорошим для решения их задач²⁷.

Преимущества человека в «Своей игре»!

Компьютеры настолько хорошо научились совмещать анализ закономерностей со сложной коммуникацией, что порой побеждают людей на их собственном поле. В 2011 году одним из участников игрового шоу *Jeopardy!* был не человек, а суперкомпьютер по имени *Watson*. Он был разработан компанией *IBM* специально для участия в этой игре (и получил свое имя в честь легендарного руководителя компании *IBM* Томаса Уотсона-старшего). Игра *Jeopardy!* (ее российский лицензионный аналог называется «Своя игра») дебютировала в 1964 году, а к 2012-му стала пятой по популярности синдицированной (то есть переданной для трансляции сразу нескольким вещателям) телепрограммой в Америке²⁸.

Обычно каждый выпуск программы, в ходе которой ведущий Алекс Требек задает простые вопросы на различные темы, а участники стараются опередить других, дав правильный ответ, смотрит почти семь миллионов человек*.

* Точнее говоря, Требек зачитывает ответ, а участники должны сформулировать вопрос, на который может быть дан этот ответ.

Долговечность и популярность шоу связаны с тем, что его легко понять, но в него невероятно сложно играть. Почти каждый человек знает ответы на некоторые вопросы в каждом отдельно взятом эпизоде, однако мало кто знает ответы на почти все из них. Вопросы охватывают широкий диапазон тем, и участники заранее не знают, какие темы им достанутся. Им нужно быть одновременно быстрыми, дерзкими и точными: быстрыми — поскольку они соревнуются друг с другом за шанс ответить на каждый вопрос; дерзкими — поскольку им приходится отвечать на множество вопросов, причем довольно сложных, для того чтобы собрать достаточно денег для победы; и точными — поскольку у них вычитываются деньги за каждый неверный ответ.

Продюсеры *Jeopardy!* усложняют задачи участникам, используя шутки, стишки и другие виды словесных игр. К примеру, загадка может звучать так: «Выраженное в виде рифмы напоминание о прошлом родного города команды НБА „Кингз“»²⁹. Чтобы ответить на этот вопрос правильно, игрок должен знать, что означает аббревиатура НБА (в данном случае речь идет о Национальной баскетбольной ассоциации США, а не о Национальном законе о банках (*National Bank Act*) и не о химическом веществе н-бутиламин), в каком городе играет команда «Кингз» (Сакраменто) и что ответ должен выглядеть как рифма к названию города. Правильный вопрос будет звучать как «Что такое *Sacramento memento?*», а не «сувенир из Сакраменто» или любой другой фактически правильный ответ. Правильный ответ в таких случаях требует подлинного мастерства в поиске закономерностей и сложной коммуникации. А победа в *Jeopardy!* требует, чтобы обе эти связи находились неоднократно, точно и почти мгновенно.

Во время сезона 2011 года *Watson* выступал против Кена Дженнингса и Брэда Раттера, двух самых известных персонажей этой эзотерической индустрии. Дженнингс

в 2004 году выиграл рекордное количество игр подряд — а именно 72, — заработал на этом более 3 170 000 долларов призовых денег и стал настоящим народным героем³⁰. По сути, можно считать, что сам *Watson* отчасти возник благодаря Дженнингсу³¹. Согласно легенде, которая ходит по компании *IBM*, Чарльз Ликел, менеджер по исследовательским вопросам компании, интересовавшийся расширением границ искусственного интеллекта, как-то вечером осенью 2004 года ужинал в стейк-хаусе в Фишкилле, штат Нью-Йорк. В 7 часов вечера он заметил, что многие посетители оставили свой ужин, встали из-за столов и перешли в соседний бар. Он заинтересовался, что происходит, и последовал за ними. Оказалось, что все столпились у телевизора и принялись наблюдать за тем, как Дженнингс, выигравший уже 50 игр подряд, продолжает бить свой рекорд. Ликел подумал, что матч между Дженнингсом и суперкомпьютером, умеющим играть в *Jeopardy!*, может оказаться невероятно популярным, а кроме того, послужит отличным тестом способностей компьютера выявлять закономерности и участвовать в сложной коммуникации.

Поскольку *Jeopardy!* представляет собой соревнование между тремя участниками, идеальным третьим участником мог бы стать Брэд Раттер, который победил Дженнингса в 2005 году по итогам турнира чемпионов и выиграл более 3 400 000 долларов³². Оба участника обладали огромной эрудицией, были отлично знакомы с игрой и всеми ее тонкостями, а также хорошо знали, как противостоять давлению.

Выиграть у них было непросто, и первые версии *Watson* были совершенно к этому не готовы. Программисты могли настроить *Watson* так, чтобы он, отвечая на вопросы, вел себя более агрессивно (а, следовательно, чаще ошибался) или был более осторожным и точным. В декабре 2006 года, вскоре после начала проекта, когда *Watson* пытался отвечать на

вопросы в течение 70% времени передачи (сравнительно агрессивный подход), он давал правильные ответы лишь в течение 15% времени. Дженнингс, напротив, правильно отвечал на 90% вопросов в тех случаях, когда ему удавалось добиться права на ответ (также в течение примерно 70% времени передачи)³³.

Однако оказалось, что *Watson* способен быстро учиться. Соотношение агрессивности и точности быстро улучшалось, и, к ноябрю 2010 года (когда машина стала достаточно агрессивной, чтобы добиться в ходе имитации турнира права на ответ в 70% случаев), примерно 85% ее ответов оказались верными. Это было впечатляющее достижение, однако компьютер все еще не играл в той же лиге, что и лучшие игроки-люди. Команда *Watson* продолжала свою работу до середины января 2011 года, когда должны были начаться съемки турнира для будущей трансляции, однако никто до конца не знал, насколько хорошо их создание сможет противостоять Дженнингсу и Раттеру.

Watson побил их обоих. Он правильно отвечал на вопросы на самые разные темы, от «Необычных происшествий на Олимпийских играх» до «Церкви и государства». И хотя суперкомпьютер не продемонстрировал полного совершенства — к примеру, он предложил слово *chic*, а не *class* как синоним выражения «стильная элегантность или же группа учеников, заканчивающих обучение в один и тот же год» (категория «Альтернативные значения»), — его результаты все равно были очень хорошими.

Кроме того, *Watson* действовал с невероятной быстрой, постоянно отбирая у Дженнингса и Раттера право на ответ. К примеру, в первой из двух сыгранных игр *Watson* первым нажимал на кнопку 43 раза, а затем дал правильные ответы в 38 случаях. А Дженнингс и Раттер в сумме смогли нажать на кнопку всего 33 раза за всю игру³⁴.

К концу двухдневного турнира *Watson* заработал 77 147 долларов — примерно в три раза больше, чем каждый из его оппонентов-людей. Дженнингс, занявший второе место, после ответа на последний вопрос соревнования добавил: «Приветствуя наших новых компьютерных повелителей». Позднее он размышлял о происшедшем:

Подобно тому как в XX веке множество людей-работников на фабриках было заменено роботами на сборочных линиях, мы с Брэдом оказались первыми работниками сферы интеллектуальных услуг, замененных новым поколением «думающих» машин. Возможно, что «участник интеллектуальных шоу» — это первая из профессий, которая исчезнет благодаря *Watson*, однако я уверен, что она не последняя³⁵.

Парадокс «прогресса» в области роботизации

Последняя важная область, в которой мы замечаем в настоящее время быстрое ускорение, связанное с цифровыми технологиями, — это роботизация, то есть создание машин, способных ориентироваться и взаимодействовать с физическим миром фабрик, складов, полей боя и офисов. Прогресс в этой области также шел довольно медленно, а потом сделал резкий скачок вперед.

Слово «робот» вошло в наш язык благодаря пьесе «Р.У.Р.» («Россумские универсальные роботы»), написанной в 1921 году чешским писателем Карелом Чапеком. И любовь

к подобного рода автоматам сохраняется у человечества до сих пор³⁶. Во времена Великой депрессии в газетах и журналах публиковалось немало историй о том, как роботы могли бы вести войны, совершать преступления, заменять рабочих на производстве и даже побить боксера Джека Дэмпси³⁷. В 1941 году Айзек Азимов придумал термин «робототехника» и сформулировал основополагающие правила для молодой научной дисциплины в виде знаменитых «Трех законов робототехника»:

1. Робот не может причинить вред человеку или своим бездействием допустить, чтобы человеку был причинен вред.
2. Робот должен повиноваться всем приказам, которые дает человек, кроме тех случаев, когда эти приказы противоречат Первому Закону.
3. Робот должен заботиться о своей безопасности в той мере, в которой это не противоречит Первому или Второму Законам³⁸.

Азимов продолжает оказывать огромное влияние на научную фантастику и создание настоящих роботов уже более 70 лет. Однако одно из этих двух сообществ смогло значительно обогнать в своем развитии другое. Научная фантастика подарила нам болтливых и верных роботов *R2-D2* и *C-3PO*, кибернетическую цивилизацию Сайлонов из сериала «Звездный крейсер „Галактика“», ужасного Терминатора и массу бесконечных вариаций андроидов, киборгов и репликантов. А десятилетия исследований в области роботехники подарили нам *ASIMO*, робота-гуманоида производства компании *Honda*, провалившего собственную демонстрацию, поскольку он не смог исполнить третий закон Азимова. На проведенной в 2006 году в Токио презентации *ASIMO* попытался пройти по узкой лестнице, выстроенной

на сцене. На третьем шаге колени робота подогнулись, и он упал, полностью разбив свою лицевую панель³⁹.

С тех пор *ASIMO* починили и научили новым навыкам — теперь он умеет подниматься и спускаться по лестнице, пинать футбольный мяч и танцевать. Однако его недостатки заставляют нас понять неприятную истину: многое из того, что просто и привычно для людей в нашем мире, невероятно сложно для роботов. Как отмечает известный футуролог и специалист по роботехнике Ханс Моравек, «сравнительно легко настроить компьютер так, чтобы он отвечал на вопросы тестов интеллектуальных способностей или играл в шашки на уровне нормального взрослого человека, но почти невозможно наделить его навыками годовалого младенца, когда дело касается восприятия и мобильности»⁴⁰.

Эта ситуация стала широко известна под названием парадокса Моравека, который в «Википедии» описан следующим изящным образом: «Принцип в областях искусственного интеллекта и робототехники, согласно которому, вопреки распространенному мнению, высококогнитивные процессы требуют относительно небольших вычислений, в то время как низкоуровневые сенсомоторные операции требуют огромных вычислительных ресурсов»^{41*}. Глубокое наблюдение Моравека очень точно и важно. По словам ученого-когнитивиста Стивена Пинкера,

главный урок 35 лет исследований искусственного интеллекта состоит в том, что сложные проблемы просты, а простые проблемы сложны... При появлении нового поколения разумных устройств с угрозой потерять свою работу из-за машин столк-

* Сенсомоторные навыки связаны со способностью ощущать физический мир и контролировать тело при перемещении в нем.

нутся фондовые аналитики, инженеры-нефтехимики и члены комиссий по условно-досрочному освобождению. А садовникам, портье и поварам удастся сохранить свои рабочие места еще несколько десятилетий⁴².

Пинкер хочет сказать, что для экспертов в области робототехники задача по созданию машин, навыки которых находятся на уровне, хотя бы немного сопоставимом с уровнем неквалифицированных рабочих, занимающихся ручным трудом, оказалась ужасно сложной. К примеру, пылесос *Roomba iRobot* не способен делать все то же, что делают горничные, — он просто пылесосит пол. В мире уже продано более 10 миллионов пылесосов *Roomba*, однако ни один из них не умеет выравнивать кипу журналов на кофейном столике.

Когда дело касается работы в физическом мире, люди имеют огромное преимущество над машинами с точки зрения гибкости. Автоматизировать отдельное действие, такое как припайка провода к печатной плате или скрепление двух деталей с помощью шурупов, довольно просто, однако эта задача не должна меняться с течением времени и должна выполняться в «регулярной» среде. К примеру, печатная плата должна все время быть ориентирована в определенную сторону. Для решения таких задач компании покупают специальное оборудование, инженеры программируют и тестируют его, а затем добавляют в имеющиеся производственные конвейерные линии. Каждый раз, когда задача меняется — к примеру, при каждом изменении местоположения отверстий для шурупов, — производство должно остановиться до тех пор, пока программисты не заменят программу. На современных фабриках, особенно крупных и расположенных в странах с высоким уровнем оплаты труда, высокий уровень автоматизации высок, однако даже там невозможно встретить роботов

широкого профиля. Напротив, на этих фабриках стоит специализированное и весьма дорогое оборудование, которое довольно сложно настраивать и перенастраивать.

Переосмысление процесса автоматизации фабрик

Родни Брукс, сооснователь компании *iRobot*, заметил еще одну важную вещь, присущую современным автоматизированным фабрикам, — людей там редко встретишь, но они все равно там есть. И значительная часть их работы заключается в повторяющихся и довольно бездумных действиях. К примеру, на конвейере, где происходит заполнение банок вареньем, машины заливают точный объем варенья в каждую банку, закручивают крышку и прилепляют этикетку, однако весь этот процесс инициирует человек, который вручную ставит пустые банки на ленту конвейера. Почему этот шаг не автоматизирован? Дело в том, что банки поступают на конвейер упакованными в картонные коробки по 12 штук, и эти коробки просто не позволяют им оставаться в жестко заданной позиции. Подобная степень неточности не представляет никакой проблемы для человека (он просто видит банки в коробке, достает их и ставит на конвейерную ленту), однако у традиционных промышленных автоматов возникают огромные проблемы при работе с банками, которые не оказываются в точно заданном месте каждый раз.

В 2008 году Брукс основал новую компанию, *Rethink Robotics*, для изучения и строительства нетрадиционного типа промышленных автоматов — роботов, способных справиться с банками и решать множество других задач, которые на сегодняшних фабриках выполняются людьми. По сути, он хочет

сделать что-то, противоречащее парадоксу Моравека. Более того, Брукс рисует в своем воображении роботов, которых не будут программировать дорогостоящие инженеры; напротив, в качестве учителей для машин, помогающих им выполнить задание (или освоить новое), могут выступать обычные рабочие, на обучение каждого из которых потребуется меньше часа. Кроме того, машины Брукса сравнительно недороги. Каждая из них стоит около 20000 долларов, что в разы меньше цены нынешних промышленных роботов. Мы смогли познакомиться с этими потенциальными разрушителями парадокса незадолго до того, как *Rethink* публично заявила о запуске своей первой линейки роботов под названием *Baxter*. Брукс пригласил нас в штаб-квартиру компании в Бостоне, чтобы показать эти устройства и то, на что они способны.

При первом же взгляде на *Baxter* понятно, что это робот-гуманоид. У него имеются две довольно толстые сочлененные «руки» с захватами, напоминающими клешни; у него есть туловище; а голова оснащена жидкокристаллическим экраном, позволяющим «смотреть» на человека, который стоит рядом. Впрочем, у него нет ног; *Rethink* отказалась от решения довольно сложных задач, связанных с автоматическим движением. Она просто поставила *Baxter* на колеса, а для его перемещения на большие расстояния используются люди-грузчики. Проведенный компанией анализ показал, что робот все равно может сделать немало полезной работы, даже не имея возможности самостоятельно перемещаться.

Чтобы научить *Baxter* чему-нибудь, вы берете его за запястье и управляете его руками, совершая именно те действия, которым хотите его научить. Кажется, что рука робота вообще не имеет веса; у нее довольно мощные моторы, поэтому вам не нужно прилагать значительных усилий. Робот умеет следить за безопасностью; его две руки не могут столкнуться (а даже если вы пытаетесь это сделать, моторы

начинают вам противостоять), и они автоматически замедляются, если *Baxter* чувствует в диапазоне своего охвата человека. Робот сконструирован так, чтобы работа с ним была достаточно естественна, интуитивна и безопасна. Впервые приблизившись к нему, мы нервничали, когда он поднесил руку к нашим лицам, но беспокойство быстро исчезло, уступив любопытству.

Брукс показал нам несколько роботов за работой в демонстрационном зале. Роботы прямо на наших глазах нарушили парадокс Моравека — они находили и манипулировали множеством различных объектов с помощью «рук», на месте которых были захваты или присоски. Роботы совсем не так быстры, как хорошо обученный рабочий, действующий с полной скоростью, однако этого и не нужно. Большинство конвейеров и сборочных линий не работает на максимальной скорости, на которую способен человек; это приводило бы к слишком быстрому утомлению. У *Baxter* имеется несколько очевидных преимуществ над людьми. Он может работать весь день, и ему не нужно прерываться на сон, обед или кофе. Он не будет просить у работодателя медицинскую страховку или зарплату. А кроме того, он способен одновременно заниматься двумя не связанными между собой задачами; его руки могут работать независимо друг от друга.

Совсем скоро на сборочных линиях, складах и в офисах рядом с вами

После посещения *Rethink* и изучения работы *Baxter* в действии мы поняли, почему в начале 2012 года вице-президент компании *Texas Instruments* Реми Эль-Казан сказал: «Мы твердо убеждены в том, что рынок робототехники находит-

ся на поворотном пункте». И его слова находят немало подтверждений. Объем и разнообразие роботов, использующихся в компаниях, быстро расширяются, а ряд инноваторов и предпринимателей в последние годы сделали немало набегов на парадокс Моравека⁴³.

Kiva, еще одна молодая компания из Бостона, научила свои автоматы быстро, безопасно и эффективно перемещаться по складам. Роботы *Kiva* похожи на оранжевые металлические пуфики или на роботов *R2-D2* из «Звездных войн», только расплющенных. Они носятся по складским помещениям примерно на высоте человеческого колена, уступая дорогу людям и друг другу. Поскольку они располагаются близко к земле, им не составляет труда пролезть под стеллажи, поднять их и отвезти работникам-людям. После того как рабочие забирают с полок стеллажей нужное, робот увозит полку, а его место занимает другой. Программа отслеживает местоположение продуктов, полок, роботов и сотрудников и дирижирует постоянным танцем автоматов *Kiva*. В марте 2012 года *Kiva* была куплена компанией *Amazon* — лидером в области развитой складской логистики — более чем за \$ 750 миллионов⁴⁴.

Boston Dynamics, еще один стартап из Новой Англии, сражается с парадоксом Моравека лицом к лицу. Эта компания строит роботов для поддержки американских войск в ходе полевых операций. Помимо прочего, это роботы умеют переносить тяжелые грузы по местности со сложным рельефом. Робот *BigDog*, напоминающий гигантского металлического мастифа с длинными тонкими ногами, способен взбираться на крутые склоны, удерживаться на скользком льду и делать массу других вещей, привычных для собак. Удержание равновесия на четырех опорных точках при движении по сложному ландшафту представляет собой непростую инженерную задачу, однако *Boston Dynamics* удалось добиться в этом неплохих результатов.

В качестве последнего примера прорыва в области роботехники можно рассмотреть *Double* — устройство, совершенно не похожее на *BigDog*. *Double* не бегает рысью по вражеской территории, а катается по ковровому покрытию офисов и больничным коридорам, держа на себе *iPad*. По существу, это перевернутый вверх ногами маятник с моторизированными колесами внизу и планшетом, прикрепленным к палке высотой около полутора метров. *Double* обеспечивает телеприсутствие — он позволяет оператору «обходить» отдаленные участки зданий, при этом видеть и слышать, что там происходит. Камера, микрофон и экран *iPad* служат глазами, ушами и лицом оператора, который видит и слышит все, что видит и слышит *iPad*. Сам по себе *Double* выполняет функцию ног, перенося всю конструкцию по зданию в ответ на команды оператора. Компания *Double Robotics* называет это «наиболее простым и элегантным способом оказаться в другой точке мира без необходимости туда лететь». Первая партия роботов *Double* по цене \$2499 за единицу была распродана почти сразу после объявления об их выпуске осенью 2012 года⁴⁵.

Следующий этап инноваций в области роботехники может нанести парадоксу Моравека серьезнейший удар, от которого тот больше не сможет оправиться. В 2012 году *DARPA* объявила о проведении еще одного конкурса; однако на этот раз должны были соревноваться не автомобили без водителя, а роботы. Конкурс *DARPA Robotics Challenge (DRC)* позволял оценить навыки в области умелого владения инструментами, мобильности, чувствительности сенсоров, телеприсутствия и многих других вопросов в этой области. Согласно информации на сайте департамента *DARPA*, занимающегося тактическими вопросами технологий,

первостепенная техническая цель *DRC* состоит в разработке наземных роботов, способных выпол-

нять сложные задачи в опасных и неопределенных условиях среды, созданной человеком. Ожидается, что участники конкурса *DRC* сконцентрируют свою работу на роботах, способных использовать стандартные инструменты и оборудование, которые доступны в человеческой среде, начиная от ручных инструментов и заканчивая средствами передвижения, причем особое внимание уделят развитию адаптации к инструментам с широкими спецификациями⁴⁶.

DARPA совместно с *DRC* обратилась к сообществу специалистов по роботехнике с просьбой построить и продемонстрировать функционирующие прототипы роботов-гуманоидов к концу 2014 года. Согласно изначальной спецификации, представленной агентством, роботы должны уметь управлять внедорожником, убирать завалы, блокирующие проезд, карабкаться по лестнице, закрывать вентиль и менять насос⁴⁷. Может показаться, что эти требования недостижимы, однако хорошо осведомленные коллеги (которые участвуют в конкурсе) уверили нас в том, что это вполне возможно. Для многих конкурс *Grand Challenge 2004* был важнейшим элементом развития в постоянно ускоряющемся процессе разработки автономных автомобилей. Есть большая вероятность, что *DRC* позволит нам наконец-то забыть о парадоксе Моравека.

Дополнительные свидетельства того, что мы находимся в точке перелома

Самоуправляемые машины, суперкомпьютеры — чемпионы *Jeopardy!* и самые разные полезные роботы возникли в нашем мире всего за последние несколько лет. И эти иннова-

ции — не просто лабораторные образцы; они демонстрируют свои навыки и способности в хаосе реального мира. Именно это создает у нас ощущение, что мы находимся в точке перегиба — изменения формы кривой, при котором множество технологий, которые раньше существовали лишь в научной фантастике, становятся элементами повседневной реальности. И, как доказывает множество других примеров, это ощущение имеет под собой почву.

В телесериале «Звездный путь» можно было увидеть устройства под названием «трикордеры», которые использовались для сканирования и записи трех типов данных: геологических, метеорологических и медицинских. Обычные современные смартфоны могут служить всем этим целям; они могут использоваться в качестве сейсмографов, радиолокационных карт погоды в режиме реального времени, а также измерять пульс и частоту дыхания⁴⁸. И конечно же, всем этим дело не ограничивается. Они также выполняют роль медиаплееров, игровых платформ, справочников, камер и устройств *GPS*. Если в «Звездном пути» трикордеры и средства коммуникации были отдельными устройствами, то в реальном мире они соединились в одном смартфоне, который позволяет пользователю одновременно создавать и получать доступ к огромным массивам информации. И это открывает дорогу к инновациям, которые венчурный капиталист Джон Доэрр называет *SoLoMo* — социальными, локальными и мобильными⁴⁹.

На протяжении истории своего существования компьютеры не умели создавать настоящую прозу. Недавно они научились создавать грамматически правильные, но бессмысленные предложения, чем не раз безжалостно пользовались шутники. К примеру, в 2008 году Международная конференция по вопросам компьютерных наук и программирования одобрила работу «К развитию электронной коммерции» и пригласила ее автора возглавить заседание. На самом деле

эта работа была «написана» *SCIgen*, программой, разработанной лабораторией компьютерных наук и искусственного интеллекта МТИ для того, чтобы «генерировать произвольные исследования в области информатики». Авторы *SCIgen* писали, что «наша цель состоит в том, чтобы повеселиться, а не в том, чтобы выдать связный текст», и после прочтения куска из работы *«Towards the Simulation of E-commerce»* с ними сложно спорить⁵⁰:

Недавние достижения в области кооперативной технологии и классической коммуникации полностью основаны на предположении о том, что интернет и активные сети не конфликтуют с языками объектно-ориентированного программирования. На самом деле лишь немногие теоретики информатики не согласятся с тем, что визуализация *DhT* превратила в реальность имитацию 8-битной архитектуры, что полностью воплощает в себе самые убедительные принципы электротехники⁵¹.

Впрочем, недавние достижения в этой области дали ясно понять, что компьютеры не всегда создают бессмысленные тексты. Так, сайт *Forbes.com* заключил контракт с компанией *Narrative Science* по написанию кратких отчетов о корпоративных доходах, которые появляются на сайте *Forbes*. Все эти истории созданы алгоритмами без человеческого вмешательства. Но их результат совершенно неотличим от того, что мог бы создать человек:

Forbes — оценка корпоративных результатов компании *H.J. Heinz*

Результаты заявления о доходах в первом квартале способны подтолкнуть цену акций *H.J. Heinz (HNZ)* до уровня 52-недельного максимума,

поскольку текущая цена всего на 49 центов отличается от показателя в отчете компании о доходах, готовящемся к публикации в среду 29 августа 2012 года.

Уровень консенсуса на Уолл-стрит составляет 80 центов за акцию, что на 2,6 процента выше относительно показателя предыдущего года, когда компания заявила о доходах на уровне 78 центов за акцию.

Уровень консенсуса не изменился с прошлого месяца, однако снизился относительно уровня 82 центов, имевшегося три месяца назад. Аналитики ожидают доходов по итогам года на уровне \$3,52 на акцию. Также аналитики прогнозируют падение общей выручки компании в последнем квартале на 0,3 процента относительно уровня прошлого года — до \$2,84 миллиарда (по сравнению с \$2,85 миллиарда год назад). По результатам года общий объем выручки ожидается на уровне \$11,82 миллиарда⁵².

В действие вступают даже периферийные компьютерные устройства типа принтеров. Они начинают демонстрировать массу полезных умений, которые, как кажется, взяты прямо из научной фантастики. Они уже не просто переносят чернила на бумагу, а создают сложные трехмерные детали, сделанные из пластика, металла и других материалов. Трехмерная печать, которую также иногда называют «аддитивным наращиванием», основана на важном преимуществе работы обычных компьютерных принтеров: они наносят очень тонкий слой материала (обычно чернил) на основу (бумагу), следуя закономерности, заданной компьютером.

Инноваторы предположили, что ничто не мешает принтерам помещать один слой материала над другим. А вместо

чернил принтеры могли бы использовать другие материалы типа жидкого пластика, затвердевающего под воздействием ультрафиолета. Каждый отдельный слой очень тонок — где-то около одной десятой миллиметра, — однако постепенно трехмерный объект начинает обретать форму. Технология изготовления позволяет делать конструкции сложной формы — с пустотами, и туннелями, и даже частями, способными двигаться независимо друг от друга. В Сан-Франциско, в штаб-квартире *Autodesk*, ведущей компании по производству программ для дизайна, нам подарили действующий разводной гаечный ключ, напечатанный на трехмерном принтере за один проход и без дальнейшей сборки⁶³.

Этот гаечный ключ представлял собой демонстрационный продукт из пластика, однако технологии трехмерной печати могут работать и с металлами. Генеральный директор *Autodesk* Карл Басс участвует в деятельности крупного и постоянно растущего сообщества изобретателей и любителей 3D-печати. В ходе экскурсии по залу, где демонстрируются различные продукты и проекты, ставшие возможными благодаря программам *Autodesk*, он показал нам прекрасную металлическую чашу, которую он лично сначала спроектировал на компьютере, а затем распечатал. На края чаши нанесен сложный решетчатый узор. По словам Басса, он попросил своих друзей, имевших опыт работы с металлом — скульпторов, металлистов, сварщиков и так далее, — предположить, как была изготовлена эта чаша. Никто из них не смог ответить на вопрос, как была сделана решетка. На самом же деле она была создана с помощью лазера, добавлявшего каждый последующий слой с помощью напыления порошкообразного металла.

Трехмерная печать в наши дни используется не только для художественных проектов, таких как чаша Басса. Она применяется каждый день в бесчисленном количестве компаний для изготовления прототипов и элементов моделей,

используется для изготовления ряда готовых продуктов, начиная от пластиковых клапанов и корпусов для следующего поколения луноходов НАСА и заканчивая металлическим челюстным протезом для 83-летней женщины. В ближайшем будущем эту технологию можно будет применять для изготовления запасных частей неисправных двигателей прямо на месте, что позволит избавиться от складских запасов. Ряд демонстрационных проектов уже показал, что способом трехмерной печати можно строить дома из монолитного бетона⁵⁴.

Большинство технологий, описанных в этой главе, возникли в последние несколько лет, причем в областях, где темп развития в течение долгого времени был чрезвычайно медленным и даже лучшие умы склонялись к тому, что ускорение невозможно. Однако затем после многих лет постепенных мелких усовершенствований цифровой прогресс стал скачкообразным. Это происходило во множестве областей — от искусственного интеллекта и беспилотных автомобилей до робототехники.

Каким образом это стало возможно? Было ли это счастливой случайностью — результатом накопления некоторого количества удачных улучшений? Нет, не было. Цифровой прогресс, свидетелями которого мы стали в последнее время, не может не впечатлять, однако это лишь малая часть того, что ждет нас в будущем. Чтобы понять, что происходит на наших глазах прямо сейчас, нам нужно понять суть трех ключевых характеристик прогресса во второй эре машин: он развивается *по экспоненте*, имеет *цифровую форму* и является *комбинаторным*. Следующие три главы посвящены каждой из этих характеристик.

Глава 3.

Закон Мура и вторая половина шахматной доски

Наибольшим недостатком человечества является его неспособность понять экспоненциальную функцию.

Альберт А. Бартлетт

Хотя Гордон Мур и является одним из основателей компании *Intel*, знаменитым филантропом и кавалером Президентской медали Свободы, более всего он известен благодаря своему предсказанию, которое появилось (почти мимоходом) в его статье, написанной в 1965 году. Мур, работавший в то время в компании *Fairchild Semiconductor*, написал для журнала *Electronics* статью с восхитительно ясным названием «Как разместить больше компонентов на интегральной схеме». В то время схемам такого типа — совмещавшим в себе множество различных видов электрических компонентов на одном чипе, обычно сделанном из кремния, — было меньше 10 лет, однако Мур видел их потенциал. Он писал, что «интегральные схемы приведут к появлению таких чудесных вещей, как домашние компьютеры — или как минимум терминалы, подключенные к некоему центральному компьютеру, —

автоматические контрольные устройства для автомобилей и личное портативное коммуникационное оборудование»⁵⁵.

Однако самый знаменитый прогноз в статье, именно тот, который прославил Мура, касался компонентов, указанных в заголовке:

Сложность компонентов в расчете на единицу производственных затрат удваивается примерно раз в год... очевидно, что в краткосрочной перспективе можно ожидать, что этот темп будет оставаться таким же, если не будет нарастать. В долгосрочной перспективе скорость усложнения менее понятна, но у нас нет оснований не верить, что она не останется прежней хотя бы на протяжении 10 лет⁵⁶.

Примерно так выглядит закон Мура в своей изначальной формулировке, а сейчас нам стоит потратить некоторое время на то, чтобы поразмышлять о его последствиях. «Сложность компонентов в расчете на единицу затрат» означает, в сущности, величину вычислительной мощности интегральных схем, которую можно купить за один доллар. Мур заметил, что в течение довольно короткой истории отрасли этот показатель удваивался каждый год: в 1963 году вы могли купить в расчете на доллар в два раза больше вычислительной мощности, чем в 1962-м, затем еще в два раза больше в 1964-м и еще в два раза больше в 1965-м.

Мур предсказал, что такое положение вещей будет сохраняться (возможно, с определенными поправками) в течение еще как минимум десяти лет. Это смелое заявление означало, что в 1975 году схемы станут в 500 раз более мощными по сравнению со схемами 1965 года*.

* Поскольку $2^9 = 512$.

Оказалось, что главной ошибкой Мура был его чрезмерный консерватизм. Его «закон» отлично продержался на протяжении не одного десятилетия, а четырех, и оказался истинным для многих других областей цифрового прогресса, а не только для интегральных схем. Стоит отметить, что время, требующееся для цифрового удвоения, остается предметом обсуждений. В 1975 году Мур пересмотрел свои оценки от одного года до двух, а сегодня принято использовать в качестве периода удвоения вычислительной мощности 18 месяцев. Тем не менее не приходится сомневаться в том, что закон Мура оказался достаточно точным предсказанием того, что происходило в течение почти полувека⁵⁷.

Это не закон, а набор отличных идей

Закон Мура очень сильно отличается от законов физики, управляющих термодинамикой или, например, классической механикой Ньютона. Эти законы описывают, как работает Вселенная; они истинны вне зависимости от того, что именно мы делаем. Напротив, закон Мура представляет собой заявление о работе инженеров и ученых из компьютерной отрасли; это наблюдение о том, насколько последовательны и успешны их усилия. Мы просто не замечаем сколь-нибудь сопоставимого и последовательного успеха в других областях.

На протяжении 42 лет не было ни одного периода, когда автомобили за год становились в два раза быстрее, а их двигатели — в два раза экономнее. Самолеты не начинали летать на расстояния в два раза больше, а грузовые поезда не перевозили вдвое больше грузов от года к году.

Олимпийские чемпионы по плаванию или бегу не улучшили свои результаты в два раза даже за целое поколение, не говоря уже о паре лет.

Так каким же образом компьютерной отрасли удалось достичь столь поразительного темпа улучшений?

Есть две основные причины. Прежде всего, хотя транзисторы и другие элементы компьютерной техники не могут выйти за пределы законов физики, так же как машины, самолеты и пловцы, ограничения в цифровом мире значительно менее жесткие. Все зависит от того, какое количество электронов в секунду может пройти через канал в интегральной схеме, или от того, насколько быстро лучи света могут проходить через оптоволоконный кабель. В какой-то момент цифровой прогресс столкнется со своими ограничениями и закон Мура перестанет действовать в прежнем объеме, но это потребует определенного времени. Генри Самуэли, директор по технологиям компании-производителя компьютерных чипов *Broadcom Corporation*, предсказал в 2013 году, что «действие закона Мура подходит к концу — в следующем десятилетии он точно перестанет работать, так что у нас есть примерно 15 лет»⁵⁸.

Однако сроки окончания действия закона Мура предсказывало немало умных людей, и пока что все они ошибались⁵⁹. Это связано не с тем, что они не понимали физику процесса, — скорее они недооценивали людей, работавших в компьютерной отрасли. Вторая причина связана с тем, что закон Мура действует так долго из-за «блестательных обходных маневров» — инженерных решений, позволявших обходить физические препоны. К примеру, когда инженерам перестало хватать расстояния для размещения интегральных схем рядом друг с другом, производители чипов начали крепить их слоями один над другим, значительно увеличив таким образом объем доступного пространства. Когда объемы коммуникационного потока угрожали превысить возможно-

сти оптоволоконной связи, инженеры придумали технику мультиплексирования разделением по длине волны (*WDM*), при которой множество лучей света с разной длиной волны одновременно проходит по одному и тому же оптоволоконному кабелю. Раз за разом «блестательные обходные пути» позволяли забывать об ограничениях, которые накладывает физика. По словам одного из руководителей компании *Intel* Майка Марберри,

если вы используете одну и ту же технологию, то, в принципе, рано или поздно столкнетесь с ограничениями. Но дело в том, что мы изменяем технологию каждые 5–7 лет в течение четырех десятилетий, и пока нет оснований считать, что мы не сможем делать то же самое в будущем⁶⁰.

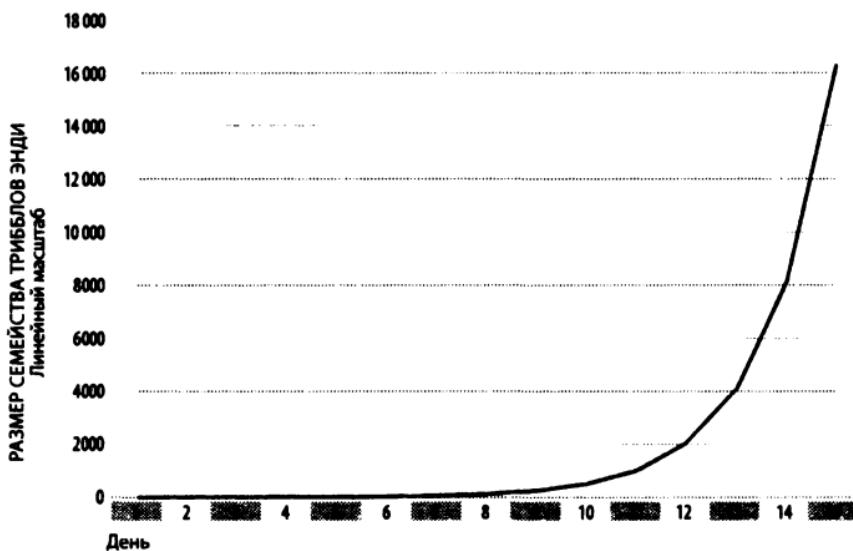
Именно эта постоянная модификация технологии и превратила закон Мура в основной феномен компьютерной эры. Его можно представить себе как ритмичный барабанный бой на заднем плане экономики.

Составление графика влияния постоянного удвоения

Поскольку это удвоение происходит уже в течение некоторого времени, свежие данные начинают играть более важную роль, чем старые, которые, как могло показаться, выходят из употребления. Давайте для иллюстрации рассмотрим гипотетический пример. Представьте себе, что Эрик, один из авторов книги, отдает Энди триббла, пушистое создание с высокой скоростью размножения, ставшее знаменитым благодаря

эпизоду сериала «Звездный путь». Каждый день каждый триббл рождает еще одного, соответственно, зверинец Энди удваивается ежедневно. Типичный гик сказал бы в такой ситуации, что семейство трибблов растет по **экспоненте**, поскольку с математической точки зрения количество трибблов в каждый отдельно взятый день x описывается формулой 2^{x-1} , где $x-1$ как раз и называется экспонентой. Экспоненциальный рост такого рода — это быстрый рост; после двух недель у Энди уже имеется свыше 16 000 этих созданий. Вот график роста семейства трибблов со временем:

Рис. 3.1. Трибблы по прошествии времени: сила постоянного удвоения



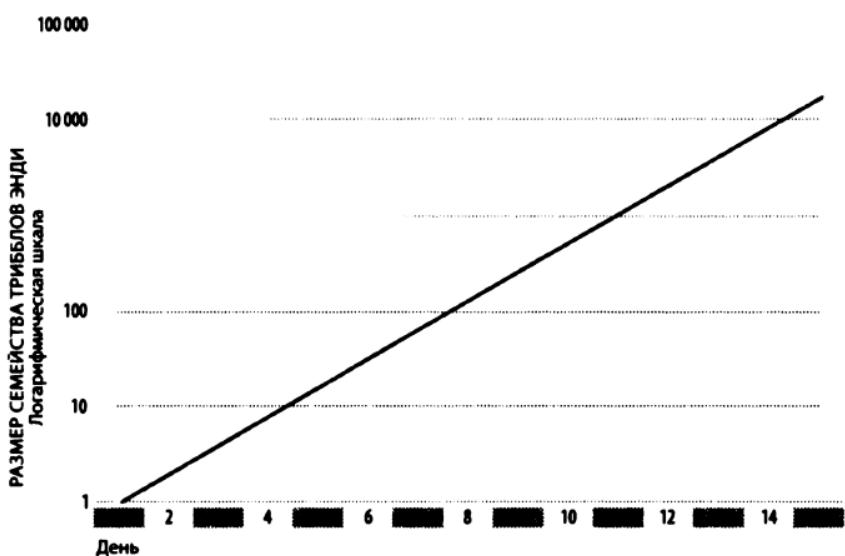
Это график точен по форме, однако способен ввести нас в довольно серьезное заблуждение. Нам может показаться, что все самое важное случится в последнюю пару дней, а в первую неделю не происходит почти ничего особенного. Однако это явление — ежедневное удвоение количества трибблов — происходило все время, без перерывов или ускорения. И самое интересное в «подарке», который Эрик сделал Энди, как раз и заключается в этом

постоянном экспоненциальном росте. Чтобы сделать его более очевидным, мы должны изменить интервал между числами на графике.

Созданный нами график имеет стандартное линейное масштабирование; каждый сегмент вертикальной оси обозначает дополнительные 2000 трибблов. Такая разметка отлично служит множеству целей, однако, как мы видели, не позволяет адекватно передавать динамику экспоненциального роста. Чтобы сильнее выделить ее, давайте изменим шкалу на логарифмическую, в которой каждый отрезок вертикальной оси соответствует 10-кратному увеличению количества трибблов: сначала с 1 до 10, потом с 10 до 100, потом со 100 до 1000 и так далее. Иными словами, мы масштабируем ось по степеням числа 10, или порядкам.

Логарифмические графики обладают прекрасным свойством: они изображают экспоненциальный рост в виде идеально прямой линии. Вот как выглядит рост семейства трибблов Энди при применении логарифмической шкалы:

Рис. 3.2. Трибблы по прошествии времени: сила постоянного удвоения



Такое графическое представление подчеркивает стабильность удвоения со временем намного лучше, чем большие цифры в конце. Именно по этой причине мы часто используем логарифмические шкалы для графиков удвоения и отображения других примеров экспоненциального роста. Они выглядят как прямые линии, и для них намного проще рассчитать скорость развития; чем больше экспонента, тем быстрее они растут и тем более крутым становится наклон линии.

Обедневшие императоры, обезглавленные изобретатели и вторая половина шахматной доски

Наш мозг не так уж хорошо оснащен для того, чтобы понимать суть устойчивого экспоненциального роста. В частности, мы серьезно недооцениваем, насколько сильно могут вырасти цифры. Изобретатель и футуролог Рэй Курцвейл пересказывает в этой связи одну старую историю. Игра в шахматы зародилась на территории современной Индии в VI веке н. э., во времена империи Гупта⁶¹. Говорят, что она была изобретена одним очень умным человеком, который отправился в столицу империи, город Паталипутру, и показал свое творение императору. Властителю так понравилась сложная и красивая игра, что он тут же попросил изобретателя сказать, какую награду тот хочет за нее получить.

Изобретатель поблагодарил императора за щедрость и сказал: «Все, что мне нужно, — это немного риса, чтобы прокормить семью». Поскольку щедрость императора была напрямую связана с изобретением шахмат, то изобретатель предложил воспользоваться шахматной доской для опреде-

ления причитающегося ему объема риса. «Положите одно зерно риса на первую клетку доски, два — на вторую, четыре — на третью и так далее, — предложил изобретатель, — так, чтобы на каждой следующей клетке было в два раза больше зерен, чем на предыдущей».

«Да будет так», — ответил император, пораженный такой скромностью изобретателя.

Закон Мура и упражнение с трибллами помогают нам увидеть то, чего не увидел император, — 63 последовательных удваивания приводят к появлению невероятно большого числа, даже если последовательность начинается с единицы. Если бы просьба изобретателя была удовлетворена, то он получил бы 2^{64-1} , или свыше восемнадцати квинтильонов зерен риса. Куча риса такого размера могла бы похоронить под собой гору Эверест; это количество риса больше, чем было выращено за всю историю нашего мира. Конечно же, император не мог исполнить эту просьбу. В некоторых версиях легенды, как только император понимает, что его надули, он тут же приказывает обезглавить изобретателя.

Курцвейл пересказывает историю изобретателя и императора в своей книге 2000 года *The Age of Spiritual Machines: When Computers Exceed Human Intelligence* («Эпоха духовных машин: когда компьютеры превосходят человеческий разум»). С помощью этого примера он стремится не только проиллюстрировать силу устойчивого экспоненциального роста, но и указать на точку, в которой цифры становятся настолько большими, что их уже невозможно себе представить:

После 32 клеток император был должен отдать изобретателю около 4 миллиардов зерен риса. Это довольно значительное количество — такой объем выращивается на довольно крупном поле, — и император почумял неладное. Однако император все еще мог оставаться императором. А изобретатель

еще мог сохранить свою голову. Проблемы как минимум у одного из них начались, как только они перешли на вторую половину шахматной доски⁶².

Главная мысль Курцвейла состоит в том, что, хотя числа и становятся достаточно большими уже на первой половине шахматной доски, мы все равно способны осознать их реальность. Четыре миллиарда не слишком выходят за пределы нашей интуиции. Мы имеем дело с этим числом, убирая урожай, оценивая состояния богатейших людей мира или уровень национального долга. Однако на второй половине шахматной доски — там, где числа превращаются в триллионы, квадрильоны и квинтильоны, — мы перестаем улавливать их смысл. Мы теряем ощущение того, как быстро растут эти цифры по мере развития экспоненциального роста.

Отмеченное Курцвейлом различие между первой и второй половинами шахматной доски навело нас на мысль сделать один быстрый расчет. Бюро экономического анализа (BEA) отслеживает, помимо прочего, расходы американских компаний. Впервые BEA отметила «информационные технологии» в качестве отдельной категории корпоративных инвестиций в 1958 году. Мы взяли этот год в качестве отправной точки — в это же время деловой мир познакомился с законом Мура — и использовали в качестве периода удвоения 18 месяцев. После 32 удвоений американские компании перешли на «вторую половину шахматной доски» с точки зрения использования цифровых устройств. Это произошло в 2006 году.

Разумеется, эти расчеты — всего лишь забавное упражнение, а вовсе не серьезная попытка выявить точку, в которой изменилась реальность применения цифровых технологий в корпоративном мире. Можно поспорить и с выбором

1958 года как начальной точки, и с тем, что периодом удвоения выбраны 18 месяцев. Изменения в любом из этих предположений приведут к появлению другой точки перелома при переходе с первой на вторую половину шахматной доски. Кроме того, инновации в области бизнес-технологий происходили не только на второй половине доски; как мы обсудим позже, прорывы сегодняшнего и завтрашнего дня всецело основаны на достижениях прошлого и были бы просто невозможны без них.

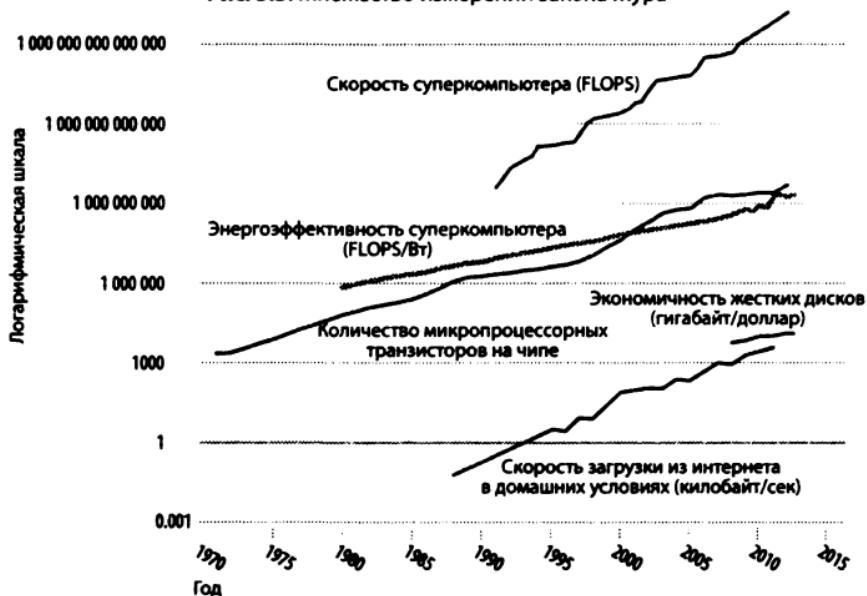
Но мы все же предлагаем вам эти расчеты, поскольку они иллюстрируют важную идею о том, что экспоненциальный рост со временем приводит к появлению невероятно больших чисел, совладать с которыми не способны ни наша интуиция, ни опыт. Иными словами, на второй половине шахматной доски начинают происходить загадочные вещи. И большинству из нас, словно императору из легенды, сложно с ними справиться.

Одна из особенностей, отличающих вторую эру машин, — это скорость, с которой мы оказываемся на второй половине шахматной доски. Мы не хотим сказать, что в прежние времена никакие другие технологии не развивались по экспоненте. К примеру, после однократного резкого усовершенствования парового двигателя в результате инновации Уатта дополнительные мелкие изобретения привели к экспоненциальному улучшению в следующие 200 лет. Однако величина экспоненты была сравнительно небольшой, поэтому за весь период произошло лишь 3–4 удвоения эффективности⁶³. С такими темпами нам потребовалось бы целое тысячелетие для того, чтобы добраться до второй половины шахматной доски. В условиях второй эры машин удвоение происходит значительно быстрее, а экспоненциальный рост оказывается более заметным.

Технологии второй половины доски

Наш быстрый расчет удвоений помогает понять, почему прогресс в области цифровых технологий все ускоряется и почему так много идей из области научной фантастики становятся реальностью бизнеса. Дело в том, что устойчивый и быстрый экспоненциальный рост закона Мура дошел до точки, с которой вычисления переходят в другой режим: мы теперь на второй половине шахматной доски. Инновации, описанные нами в предыдущей главе, — машины, способные самостоятельно передвигаться в дорожном потоке, суперкомпьютеры — чемпионы *Jeopardy!*, автоматически формируемые новости, дешевые и удобные фабричные роботы, а также недорогие потребительские устройства, представляющие собой одновременно коммуникаторы, «трикордеры» и компьютеры, — возникли после 2006 года, так же как и бесчисленное количество других диковин, совершенно непохожих на устройства прежних эпох.

Рис. 3.3. Множество измерений закона Мура



Одна из причин появления этих гаджетов состоит в том, что цифровой «движок», на котором они построены, наконец-то стал достаточно быстрым и при этом достаточно дешевым. Десять лет назад все было совсем иначе. Как выглядит цифровой прогресс на логарифмической шкале? Давайте посмотрим.

График на стр. 74 показывает, что закон Мура реализуется последовательно и широко; он действует в течение долгого времени (в некоторых случаях — десятилетия) и вполне применим к разным типам цифрового прогресса. Глядя на него, помните, что при использовании стандартной линейной шкалы на вертикальной оси все эти почти прямые линии напоминали бы первый график семейства трибллов Энди — они почти все время шли бы горизонтально, а затем, ближе к концу, взмывали бы вверх. И, конечно же, у вас не было бы никакой возможности изобразить их все вместе — все случаи описываются слишком разными по масштабу цифрами. Логарифмическая шкала принимает все это во внимание и позволяет нам получить более четкую общую картину изменений, связанных с цифровыми устройствами.

Вполне ясно, что многие существенно важные строительные блоки процесса вычислений: плотность микрочипов, скорость обработки, емкость запоминающего устройства, энергоэффективность, скорость загрузки и так далее — улучшались по экспоненте в течение долгого времени. Чтобы понять важность закона Мура для реального мира, давайте сравним возможности компьютеров, разделенных лишь несколькими периодами удвоений. Машина *ASCI Red* (1996), первый плод Ускоренной стратегической компьютерной инициативы (*Accelerated Strategic Computing Initiative*) правительства США, была на момент своего появления самым быстрым из когда-либо существовавших суперкомпьютеров. Для его создания потребовалось 55 миллионов долларов,

а сотня его серверных шкафов занимала площадь почти в 150 квадратных метров в Национальной лаборатории Сан-дия в штате Нью-Мексико⁶⁴. Этот компьютер, предназначенный для расчета ресурсоемких задач типа имитации ядерных испытаний, был первым устройством, которое показало скорость выше одного терафлопа — то есть триллиона операций с плавающей запятой* в секунду — в ходе стандартных тестов. Чтобы достичь такой скорости, компьютеру требовалось более 800 киловатт в час, что сопоставимо с мощностью, потребляемой 800 домами. К 1997 году скорость *ASCI Red* достигла 1,8 терафлопа.

Через девять лет этой же скорости достиг другой компьютер. Однако он был сконструирован не для имитации ядерных испытаний, а для создания сложной реалистичной трехмерной графики в режиме реального времени. И сделан он был не для физиков, а для игроков в видеоигры. Этим компьютером был *Sony PlayStation 3*, который был вполне сопоставим с *ASCI Red* с точки зрения результативности, однако стоил около 500 долларов, занимал площадь менее одной десятой квадратного метра и потреблял 200 ватт⁶⁵. Иными словами, за неполных 10 лет экспоненциальный цифровой прогресс дал нам возможность использовать мощные устройства, работавшие невероятно быстро, не только в единственной правительственной лаборатории, но и в гостиных и студенческих общежитиях по всему миру. Всего в мире было продано около 64 миллионов устройств *PlayStation 3*. А *ASCI Red* был демонтирован в 2006 году.

Экспоненциальный прогресс многое значил для достижений, которые мы обсуждали в предыдущей главе. Компьютер *Watson* производства *IBM* запускает массу умных

* Примером операции с плавающей запятой может служить умножение 62,34 на 24358,9274. Знак, отделяющий целую часть от дробной, в обоих числах может «плавать», а не оставаться в одной и той же позиции.

алгоритмов, однако он не смог бы быть конкурентоспособным без компьютерного «железа», в сто раз более мощного, чем у его предшественника, шахматного компьютера *Deep Blue*, победившего в 1997 году чемпиона мира Гарри Каспарова. Приложения для распознавания речи типа *Siri* требуют немалых вычислительных мощностей, которые стали доступными лишь на мобильных телефонах типа *iPhone 4S* производства *Apple* (первый телефон с установленной в нем программой *Siri*). Фактически по своей мощности *iPhone 4S* был вполне сопоставим со знаменитым ноутбуком *Powerbook G4*, выпущенным той же компанией всего десятью годами ранее. Как показывают все эти инновации, экспоненциальный прогресс позволяет технологиям стремиться вперед и превращать научную фантастику в реальность на второй половине шахматной доски.

Дело не ограничивается компьютерами, или Насколько широки пределы закона Мура

Еще одно сравнение между поколениями компьютеров позволяет выявить не только силу закона Мура, но и его масштабность. Как и в случае с *ASCI Red* и *PlayStation 3*, суперкомпьютер *Cray-2* (появившийся в 1985 году) и планшет *iPad 2* (появившийся в 2011-м) имели почти одинаковые характеристики. Однако в *iPad* также имелись динамик, микрофон и гнездо для наушников. У него было две камеры; первая, на лицевой стороне устройства, имела уровень качества *Video Graphics Array (VGA)*, а камера на задней стороне могла снимать видео в высоком разрешении. Обе камеры могли делать обычные фотографии, а задняя камера

имела к тому же пятикратный цифровой зум. Планшет способен подключаться и к мобильным телефонным, и к *Wi-Fi*-сетям, у него есть приемник *GPS*-сигнала, цифровой компас, акселерометр, гироскоп и сенсор, оценивающий степень освещенности. Вместо клавиатуры у планшета — тачскрин с высоким разрешением, который может одновременно обрабатывать до 11 прикосновений⁶⁶. И все эти опции содержит устройство, более тонкое и легкое, чем обычный глянцевый журнал, и стоящее при этом меньше тысячи долларов. По сравнению с этим гаджетом *Cray-2*, стоивший более 35 миллионов долларов (в ценах 2011 года), был совершенно глухим, немым и совсем немобильным⁶⁷.

Впихнуть весь этот функционал в *iPad 2* удалось благодаря значительным переменам, произошедшим в последние десятилетия: из аналогового мира в цифровой перекочевали такие сенсорные устройства, как микрофоны, камеры и акселерометры. По сути, они стали компьютерными чипами. И, соответственно, их развитие подчинилось закону Мура.

Цифровые устройства для записи звука использовались уже в 1960-е годы, а в 1975-м один инженер из компании *Eastman Kodak* сконструировал первую современную цифровую камеру⁶⁸. Первые устройства такого рода были дорогими и неуклюжими, однако их качество быстро улучшалось, а цены падали. Первая цифровая однообъективная зеркальная фотокамера компании *Kodak*, *DCS100* на момент выхода на рынок в 1991 году стоила около 13 000 долларов; она обладала максимальным разрешением в 1,3 мегапикселя и хранила изображения на отдельном диске весом около 4,5 кг, который пользователю приходилось носить в сумке на плече. Однако количество пикселей в расчете на доллар стоимости цифровой камеры удваивалось почти каждый год (это явление известно под названием «закона Хэнди» — в честь работника австралийского офиса *Kodak* Барри Хэнди), а сами камеры и аксессуары становились со временем,

в согласии с экспоненциальным законом, меньше, легче, дешевле и лучше⁶⁹. Цифровые сенсоры улучшились настолько, что *Apple* через 20 лет после появления *DCS100* добавила в *iPad 2* две крошечные камеры, способные снимать фото и видео. А когда компания на следующий же год представила новую модель *iPad*, разрешение задней камеры улучшилось более чем в 7 раз.

Глаза машины

Закон Мура работает для развития процессоров, памяти, сенсоров и многих других элементов компьютерного оборудования (заметным исключением являются батареи, рабочие показатели которых не улучшились по экспоненте, поскольку, в сущности, они представляют собой химические устройства, а не цифровые). Однако согласно этому закону вычислительные устройства становятся не только быстрее, дешевле, меньше по размеру и легче. Они также начинают делать прежде недоступные вещи.

Исследователи искусственного интеллекта уже давно увлекались (чтобы не сказать — были одержимы) проблемой одновременной локализации и картографирования (*simultaneous localization and mapping, SLAM*). Это процесс создания ментальной карты незнакомого здания непосредственно в момент, когда вы перемещаетесь по нему — где находятся двери? а лестницы? обо что тут можно споткнуться? — и отслеживания, в каком месте здания вы находитесь (что позволяет найти путь к выходу). У подавляющего большинства людей процессы *SLAM* происходят при минимальном участии сознания. Однако научить этому машину было значительно сложнее.

Исследователи много думали о том, какими сенсорами снабдить робота (камерами? лазерами? сонарами?) и каким образом интерпретировать массу данных, которые он передает, однако прогресс в этой работе был достаточно медленным. В одном из обзоров работы в этом направлении, сделанном в 2008 году, утверждалось, что *SLAM* «представляет собой одну из фундаментальных проблем робототехники... [однако] нам представляется, что почти все нынешние подходы неспособны привести к созданию достаточно точных карт для обширных территорий, в основном из-за увеличения стоимости вычислений и роста уровня погрешности, что в случае расширения сценария делает работу невозможной»⁷⁰. Если говорить коротко, то основные проблемы, мешавшие развитию машинного *SLAM*, заключались в том, что было невозможно быстро собрать данные о достаточно большой территории и немедленно обработать их. Точнее, было невозможно — до тех пор, пока всего через два года после публикации этого обзора на рынке не появился новый гаджет для видеоигр стоимостью 150 долларов.

В ноябре 2010 года *Microsoft* впервые предложила в качестве дополнения к игровой платформе *Xbox* сенсорное устройство *Kinect*, которое могло отслеживать движения двух активных игроков, сканируя при этом движения примерно 20 суставов. Если один игрок становился перед другим, устройство самостоятельно оценивало скрытые от него движения второго игрока и сразу же находило все его суставы, как только он вновь оказывался на виду. *Kinect* мог также распознавать лица, голоса и жесты в самых разных условиях освещенности и при разном уровне шума. Достигалось это с помощью цифровых сенсоров, внешнего микрофона (способного находить источник звука лучше, чем встроенный микрофон), стандартной видеокамеры и системы глубинного восприятия, умевшей одновременно и излучать, и принимать сигнал в инфракрасном спектре. Несколько

встроенных процессоров и огромное количество проприетарных программ позволяли конвертировать данные, поступавшие с этих сенсоров, в информацию, которую могли бы использовать разработчики игр⁷¹. На момент выхода продукта на рынок все эти возможности были упакованы в устройство высотой 10 см и шириной менее 30 см, которое продавалось в рознице за 149,99 доллара.

В течение 60 дней после выпуска продукта было продано более 8 миллионов устройств *Kinect* (намного больше, чем айфонов или айпадов). В настоящее время *Kinect* удерживает рекорд «Книги Гиннеса» как самое быстро продаваемое компьютерное устройство на потребительском рынке⁷². Поначалу семейство *Kinect* позволяло играть в дартс, заниматься физическими упражнениями, гулять по виртуальным улицам и производить заклинания на манер Гарри Поттера⁷³. Однако система была способна на большее. В августе 2011 года на конференции *SIGGRAPH* (специальной группы по графическим и интерактивным методам Ассоциации вычислительных устройств) в Ванкувере команда сотрудников *Microsoft* и научных использовала *Kinect*, чтобы наконец-то решить одну из самых сложных проблем в области роботехники.

SIGGRAPH — самый крупный и престижный конгресс в области теории и практики цифровой графики. Его посещают исследователи, разработчики игр, журналисты, предприниматели и другие профессионалы, интересующиеся этой темой. Словом, это самое подходящее место для того, чтобы компания *Microsoft* могла представить здесь то, что сайт *Creators Project* назвал «самовзломом, который может изменить буквально все»^{74*}. Речь идет о *Kinect Fusion*, проек-

* В данном контексте под словом «взлом» (*hack*) понимаются попытки проникновения внутрь какого-либо элемента программного обеспечения, чтобы использовать его для решения непредусмотренных задач. «Самовзлом» (*self-hack*) — это такая же попытка, предпринята по заказу компании-производителя для обнаружения уязвимостей в системе безопасности.

те, в котором *Kinect* использовался для решения проблемы *SLAM*.

В видеофильме, показанном на *SIGGRAPH-2011*, демонстратор поднимал *Kinect* и водил им вдоль стен типичного кабинета— со стульями, растением в горшке, настольным компьютером и монитором⁷⁵. В ходе этого процесса видео разделялось на несколько экранов, на которых было показано все, что способен почувствовать *Kinect*. Сразу же становится ясно, что если *Kinect* и не полностью решает проблему *SLAM* для комнаты, то достаточно близок к этому. В режиме реального времени *Kinect* создает трехмерную карту комнаты и всех объектов в ней, включая сотрудников. Он распознает слово *DELL*, выдавленное в пластике на задней панели компьютерного монитора, хотя эти буквы не раскрашены и имеют глубину всего 1 мм. Устройство знает, где именно в комнате оно находится, и даже способно рассчитать, как будут отскакивать виртуальные шарики для пинг-понга, если их бросить в комнату сверху. В статье технологического блога *Engadget*, написанной после проведения *SIGGRAPH*, говорилось: «*Kinect* сделал трехмерное восприятие достоянием мейнстрима и более того: из обычного потребительского продукта сотворили нечто такое, от чего просто крышу срывает»⁷⁶.

В июне 2011 года, незадолго до *SIGGRAPH*, *Microsoft* выпустила комплект разработки программного обеспечения для *Kinect*, дав разработчикам все необходимое, чтобы они могли писать программы под *PC*, с помощью которых можно было бы управлять устройством. После конференции возник огромный интерес к использованию *Kinect* для целей *SLAM*. Многие команды, занимавшиеся робототехникой и исследованиями искусственного интеллекта, загрузили себе *SDK* и принялись за работу.

Менее чем через год команда ирландских и американских исследователей во главе с нашим коллегой Джоном

Леонардом из лаборатории компьютерных наук и искусственного интеллекта МТИ анонсировала *Kintinuous* — «пространственно расширенную» версию *Kinect*. С помощью *Kintinuous* пользователи могли использовать *Kinect* для маппинга крупных объектов, например домов и даже улиц и площадей (которые команда сканировала, высовывая *Kinect* из открытого окна машины во время ночных поездок по городу). В конце статьи, описывающей их работу, создатели *Kintinuous* обещали: «В будущем мы расширим систему, чтобы она могла в полной мере осуществлять *SLAM*-подход»⁷⁷. Мы думаем, что нам не придется долго ждать очередного известия об успехе от этой группы. В руках способных инженеров экспоненциальная сила закона Мура со временем позволяет решать самые сложные проблемы.

Некоторые из технологий, которых мы касались в предыдущей главе, используют недорогие и мощные цифровые сенсоры. Так, у робота *Baxter* есть несколько цифровых камер и датчиков силы и положения. Совсем недавно все эти устройства были чудовищно дорогими, неуклюжими и неточными. Беспилотный автомобиль *Google* тоже использует несколько сенсорных технологий, однако самый важный из его «глаз» — устройство под названием *LIDAR* (от слов *light* («свет») и *radar*), размещенное на крыше машины. Этот прибор, разработанный компанией *Velodyne*, содержит 64 отдельных лазерных луча и такое же количество детекторов, заключенных в корпус, совершающий 10 оборотов в секунду. Устройство ежесекундно генерирует около 1,3 миллиона единиц данных, а бортовые компьютеры превращают их в трехмерную картинку в режиме реального времени, покрывающую до 100 метров во всех направлениях. Ранние коммерческие системы *LIDAR*, появившиеся на рынке около 2000 года, стоили до 35 миллионов долларов, однако в середине 2013 года появилось устройство *Velodyne* для беспилотной автомобильной навигации стоимостью около 80 000 долларов, и ожидается,

что цена будет снижаться и дальше. Дэвид Холл, основатель и исполнительный директор компании, полагает, что массовое производство позволит цене продукта «сократиться до цены видеокамеры — то есть нескольких сотен долларов»⁷⁸.

Все эти примеры иллюстрируют первое из трех звеньев нашего объяснения, почему мы находимся во второй эре машин: устойчивый экспоненциальный рост позволил нам оказаться на второй половине шахматной доски — в эпохе, когда происходившее в прошлом больше не может служить надежным предиктором того, что случится дальше. Накопленное удвоение, описанное законом Мура (и этот процесс пока продолжается), привело нас в мир, где мощностью очередного суперкомпьютера всего через несколько лет после его появления обладает игрушка, где постоянно дешевеющие сенсоры позволяют экономично решать еще вчера неразрешимые задачи и где научная фантастика продолжает претворяться в реальность.

Иногда разница в количестве (то есть большее количество того же самого) превращается в качественные различия (появляется нечто, чего не было раньше). История второй половины шахматной доски напоминает нам о том, что экспоненциальный прогресс может привести нас в удивительные места. А множество недавних примеров убеждает в том, что мы уже там.

Глава 4.

Дигитализация почти всего

Если вы можете измерить то, о чем говорите, и выразить это в числах — значит, вы что-то об этом знаете. Но если вы не можете выразить это в числах, ваши знания крайне ограничены и неудовлетворительны.

Лорд Кельвин

«Эй, а ты слышал о ...?»

«Тебе надо бы взглянуть на ...»

Вопросы и рекомендации такого рода часто встречаются в нашей повседневной жизни. Именно таким образом мы узнаем о чем-то новом от друзей, родных и коллег, и именно так мы рассказываем о вещах, которые чем-то нас заинтересовали. Обычно фразы, начинающиеся подобным образом, заканчиваются названием рок-группы, ресторана, достопримечательности, телевизионного шоу, книги или фильма.

В цифровую эру предложения такого рода часто завершаются названием веб-сайта или гаджета. А в последнее время — и названиями мобильных приложений. В общей сложности для двух основных технологических платформ на

рынке — *iOS (Apple)* и *Android (Google)* — имеется свыше 500 тысяч доступных приложений⁷⁹. В Сети можно найти множество различных рейтингов этих приложений, однако «сарафанное радио» по-прежнему остается мощным коммуникационным инструментом.

Не так давно совет такого рода дал нам Мэтт Бин, докторант бизнес-школы Слоуна при МТИ и участник нашей команды *Digital Frontier*. «Присмотритесь к *Waze*, это что-то потрясающее». Но когда мы обнаружили, что речь идет о *GPS*-приложении, умеющем прокладывать маршруты движения, то на нас это не произвело большого впечатления. В наших машинах и так уже есть навигационные системы, а наши айфоны тоже умеют прокладывать маршруты с помощью приложения *Maps*. Мы просто не понимали, зачем нужна еще одна технология, показывающая, как добраться до нужного места.

Мэтт терпеливо объяснил нам, что использовать *Waze* для навигации — это все равно что состязаться в скорости с воловьей упряжкой на гоночном байке *Ducati*. В отличие от традиционной *GPS*-навигации, *Waze* не говорит вам, какой путь к нужной точке будет лучшим в принципе; это приложение сообщает, какой маршрут будет лучшим *прямо сейчас*. На сайте компании рассказывается, что:

идея *Waze* возникла много лет назад, когда Эхуду Шабтаю подарили налаженный компьютер с внешним *GPS*-устройством и предустановленной навигационной программой. Воодушевление Эхуда быстро уступило место разочарованию — программа была не в состоянии отразить все динамические изменения, характерные для реальных дорожных условий... Эхуд быстро взял дело в свои руки... Чего он хотел? Он хотел, чтобы программа точно отражала систему дорог, состояние трафика и всю

прочую информацию, которая может потребоваться водителям в любой момент⁸⁰.

Разочарование Шабтая вполне понятно каждому, кто когда-либо пользовался привычной системой *GPS*. Да, программа знает ваше точное местоположение благодаря сети из 24 геосинхронных *GPS*-спутников, которые построены и управляются правительством США. Система многое знает и о дорогах — какие из них представляют собой автострады, по каким разрешено лишь одностороннее движение и так далее, — поскольку у нее есть доступ к базе данных с этой информацией. Однако этим все и ограничивается. В ней не хватает того, что действительно хочет знать водитель: где впереди пробки, аварии, перекрытые улицы и другие вещи, влияющие на реальное время путешествия. Например, когда мы просим программу рассчитать путь от дома Энди до дома Эрика, она просто берет начальную точку (текущее местоположение машины Энди) и конечную точку (дом Эрика), а затем обращается к своей базе данных, чтобы рассчитать теоретический «самый быстрый» маршрут между этими точками. Этот маршрут будет проложен по главным дорогам и автострадам, поскольку там самая высокая разрешенная скорость.

Однако в часы пик этот теоретически самый быстрый путь перестает им быть; когда тысячи машин оказываются на крупных дорогах и шоссе, скорость дорожного потока становится намного ниже максимально допустимой. В таких ситуациях Энди придется искать обходные пути, небольшие дороги-дублеры, о которых знают лишь опытные водители. Конечно, *GPS* Энди знает и об этих дорогах (современные устройства знают обо *всех* дорогах), однако он не знает, что именно по ним пролегает лучший маршрут в 8:45 утра во вторник. И даже если начать движение с дублера, навигатор будет постоянно перенаправлять Энди на автостраду.

Шабтай понял, что по-настоящему полезная система *GPS* должна знать намного больше, чем просто расположение автомобиля на дороге. Ей нужно было знать и то, где находятся *остальные* автомобили, и насколько быстро они двигаются. Когда появились первые смартфоны, он воспользовался случаем и вместе с Ури Левиным и Амиром Шинаром основал в 2008 году компанию *Waze*. Гениальность программы состоит в том, что она превращает все смартфоны, на которых установлена, в сенсоры, постоянно передающие на серверы компании информацию о собственном местоположении и скорости. Таким образом, чем больше смартфонов одновременно используют это приложение, тем более точное представление о трафике в определенной области получает *Waze*. Вместо статичной карты дорог в ее распоряжении появляется карта со всеми текущими изменениями ситуации на дорогах. Серверы используют карту, обновления и набор сложных алгоритмов для расчета указаний для водителей. Если Энди хочет приехать к Эрику в 8:45 утра во вторник, *Waze* не потащит его на автостраду. Приложение поведет его по боковым улицам, на которых в это время сравнительно слабое движение.

Waze становится все более полезным для всех владельцев приложения по мере добавления новых пользователей, и это классический пример того, что экономисты называют *сетевым эффектом* — ситуацией, в которой ценность ресурса для каждого из пользователей повышается с каждым дополнительным пользователем. И количество пользователей *Waze* быстро растет. В июле 2012 года компания сообщила, что ей удалось удвоить за предыдущие 6 месяцев базу своих пользователей до 20 млн человек⁸¹. Это сообщество в совокупности проехало более 5 млрд км и отправило компании десятки тысяч сообщений об авариях, внезапных пробках на дороге, полицейских радарах, закрытых дорогах, новых выходах с автострад, заправках с более дешевым бензином

и других вещах, которые могут быть полезны другим водителям.

Waze превращает *GPS* в сервис, по-настоящему нужный водителю: теперь система позволяет вам попасть туда, куда вы хотите, максимально быстро и просто, вне зависимости от того, насколько хорошо вы знаете местные дороги и условия. Система мгновенно превращает вас в самого опытного водителя в городе.

Экономика битов

В значительной степени появление *Waze* стало возможно благодаря закону Мура и экспоненциальному технологическому прогрессу, о которых мы говорили в предыдущей главе. В основе этого сервиса — множество мощных, но дешевых гаджетов (смартфонов, принадлежащих пользователям), каждый из которых оснащен немалым числом процессоров, сенсоров и передающих устройств. Подобной технологии не существовало еще десять лет назад, как и самого *Waze*. Она стала возможной лишь в последние несколько лет из-за того, что совокупная цифровая мощность повышается, а издержки постоянно снижаются. Как и говорится в третьей главе, экспоненциальное улучшение компьютерных устройств — одна из трех фундаментальных сил, движущих вторую эру машин.

Waze в огромной степени зависит от второй из этих трех сил — дигитализации. В своей знаковой книге 1998 года *Information Rules* («Правила информации») экономисты Карл Шапиро и Хэл Вариан называют это явление «преобразованием информации в поток битов»⁸². Иными словами, дигитализация представляет собой перевод всех видов информации и медиа: текста, звуков, фотографий, видео, данных, полу-

чаемых от приборов и сенсоров, и так далее — в единицы и нули, то есть на родной язык компьютеров и родственных им устройств. К примеру, *Waze* использует несколько потоков информации: цифровые карты дорог, координаты автомобиля, которые передаются через приложение, предупреждения о пробках и многое другое. Именно способность *Waze* объединить эти потоки и в ясном виде предоставить их пользователям и объясняет популярность этого сервиса.

Мы думали, что достаточно хорошо понимаем суть дигитализации благодаря работам Шапиро, Вариана и других, а также тому, что мы почти постоянно погружены в онлайн-контент, однако за последние несколько лет этот феномен стал развиваться в неожиданных направлениях. Взрывным образом изменились его объем, скорость и разнообразие. Этот прорыв в дигитализации имел два значительных последствия: появились новые способы обретения знания (то есть новые способы заниматься наукой) и резко повысилась частота возникновения инноваций. В этой главе и пойдет речь о захватывающей новейшей истории дигитализации.

Как и многие другие современные онлайн-сервисы, *Waze* использует в своих интересах два хорошо понятных и уникальных экономических свойства цифровой информации — эта информация *неконкурентна*, а *предельные издержки воспроизводства* этой информации близки к нулю. На бытовом языке это означает, что цифровая информация не «расходуется» и не «истощается» при использовании, а производство цифровой копии какого-либо дигитализированного элемента информации стоит крайне дешево. Давайте детально рассмотрим каждое из этих свойств.

Так называемые «конкурентные продукты», с которыми мы имеем дело каждый день, могут потребляться лишь одним человеком или устройством в единицу времени. Когда мы, двое соавторов этой книги, отправляемся из Бостона в Калифорнию, то самолет, взлетающий вслед за нами, не может

использовать топливо нашего лайнера. Энди не может занять кресло, в котором уже сидит Эрик (и даже если бы мы этого очень захотели, это запрещено авиационными правилами), и не может использовать наушники, которые Эрик уже надел, чтобы послушать музыку на своем смартфоне. Однако музыка сама по себе не является конкурентной. Ее могут слушать и другие люди как одновременно с Эриком, так и в любое другое время.

Если Энди покупает и читает старую бумажную книгу, например научно-фантастический роман Жюля Верна, он не «расходует» книгу. Закончив чтение, он может передать ее Эрику. Однако если бы мы оба одновременно захотели нырнуть в «20 000 лье под водой», нам пришлось бы либо найти еще один экземпляр, либо Энди нужно было бы изготовить копию имеющейся у него книги. С юридической точки зрения он вправе это сделать, поскольку книга не защищена авторским правом, однако ему придется провести немало времени у копировального аппарата или заплатить за работу кому-то еще. В любом случае создание такой копии обойдется недешево⁸³. Кроме того, копия копии копии наверняка будет довольно неразборчивой.

Однако если у Энди есть цифровая копия книги, он может парой ударов по клавишам или кликов мыши создать дубликат, сохранить его на физический диск, а затем дать копию Эрику. В отличие от фотокопий, биты — копии других битов, обычно точно такие же, как и изначальные. Копирование битов — это чрезвычайно дешевое, быстрое и легкое занятие. Если создание оригинала книги или кинофильма требует определенных затрат, то производство последующих копий не стоит почти ничего. Именно это называется *нулевыми предельными издержками воспроизведения*.

Конечно, в наши дни, вместо того чтобы выдать Эрику диск, Энди скорее прицепит файл к электронному письму или поделится им через «облачный» сервис, например *Dropbox*.

Так или иначе, Энди будет использовать для этого интернет. И он воспользуется этим способом, потому что он быстрый, удобный и, что крайне важно, почти бесплатный. Как и большинство других людей, мы платим фиксированную сумму за доступ в интернет дома и на мобильных устройствах (за доступ авторов в рабочее время платит МТИ). Если мы превысим определенный объем трафика, наш провайдер может взять с нас дополнительные деньги, однако до этого момента мы не платим за каждый бит; мы платим одну и ту же сумму вне зависимости от того, сколько битов скачиваем или загружаем в Сеть. Таким образом, у нас не возникает дополнительных расходов, связанных с отправкой дополнительных объемов данных. В отличие от товаров, созданных из атомов, товары, состоящие из битов, можно идеально копировать и пересылать (в пределах одной комнаты или по всей планете) почти мгновенно и почти без затрат. Может показаться, что большинство остальных продуктов никогда не станут бесплатными, совершенными и мгновенно доступными и надеяться на это бессмысленно, но чем большее количество информации обретает цифровую форму, тем больше вещей становятся таковыми.

Бизнес-модели для ситуаций, в которых первая копия все еще слишком дорога

Шапиро и Вариан элегантно суммируют вышесказанное, говоря, что в эпоху компьютеров и сетей «информация — вещь, дорогая в производстве, но дешевая при воспроизведении»⁸⁴. Этой особенностью в полной мере пользуются сервисы онлайн-перевода — одна из тех технологий из мира научной фантастики, которые мы обсуждали во второй главе. Такие

сервисы используют пары документов, уже переведенные с одного языка на другой (зачастую со значительными затратами) переводчиком-человеком. Например, Европейский союз (как и все его предшественники, начиная с 1957 года) издает свои официальные документы на всех основных языках стран-участниц, и ООН также выпускает множество текстов на всех шести официальных языках организации.

Создание столь большого объема информации обошлось в немалую сумму, однако после его дигитализации процесс копирования, изменения и повсеместного распространения будет достаточно дешевым. Именно это и делают сервисы типа *Google Translate*. Получив предложение на английском языке и запрос перевода на немецкий, сервис сканирует все известные ему документы на английском и немецком, ищет точное совпадение (или несколько фрагментов с достаточно близким совпадением) и затем возвращает соответствующий текст на немецком языке. Иными словами, самые развитые автоматические системы перевода наших дней — это вовсе не результат тщательного обучения компьютеров всем правилам человеческого языка и его применения. Вместо этого компьютеры оценивают статистические закономерности в больших массивах ранее накопленного цифрового контента, создание которого потребовало больших затрат, но воспроизведение не стоит почти ничего.

Что будет, когда контент станет бесплатным?

Но что произошло бы с цифровым миром, если производство информации тоже стало бы дешевым? А если бы оно было бесплатным с самого начала? После выхода в свет книги

«Правила информации» мы стали искать ответы на эти вопросы — и звучат эти ответы достаточно вдохновляюще.

Старая поговорка гласит: «Время — деньги» — но одна из самых удивительных особенностей современного интернета состоит как раз в том, что множество людей готово тратить свое время на создание онлайн-контента, не ожидая никакого вознаграждения. К примеру, содержимое «Википедии» создается бесплатно силами добровольцев со всего мира. В настоящий момент это крупнейший и самый активно используемый информационный источник в мире, однако никто из авторов или редакторов «Вики» не получает за свою работу ни цента. То же самое справедливо в отношении множества сайтов, блогов, дискуссионных клубов, форумов и других источников онлайн-информации. Их создатели не ждут никакого финансового вознаграждения и генерируют контент совершенно бесплатно.

Когда Шапиро и Вариан опубликовали свои «Правила информации» в 1998 году, активное производство подобного бесплатного контента еще не началось. *Blogger*, один из первых сервисов для создания блогов, появился в августе 1999 года, «Википедия» — в январе 2001-го, а *Friendster*, одна из первых социальных сетей — в 2002 году. В 2004-м на смену *Friendster* пришел *Facebook*, скоро превратившийся в самый популярный интернет-сайт в мире⁸⁵. В сущности, на шести из десяти самых популярных интернет-сервисов мира контент создают пользователи, и на шести из десяти самых популярных сайтов США⁸⁶ — тоже.

Весь этот контент, создаваемый пользователями, не только помогает нам выражать себя и общаться друг с другом; он также способствует претворению в реальность технологий, ранее существовавших лишь в мире научной фантастики. К примеру, *Siri* постепенно совершенствуется, анализируя огромное количество звуковых файлов, создаваемых пользователями при взаимодействии с системой распознавания

голоса. База данных *Watson* состоит примерно из 200 миллионов страниц документов (в том числе полной копии содержимого «Википедии») и «весит» около четырех терабайт⁸⁷. В течение некоторого времени в лексикон *Watson* входил даже словарь современного сленга, однако эта часть пользовательского контента была удалена после того, как, к изрядному смущению инженеров, *Watson* стал включать в свои ответы ругательства⁸⁸.

Возможно, нам не стоит слишком сильно удивляться росту и популярности пользовательского контента: в конце концов, мы, люди, любим делиться и взаимодействовать. Куда более удивительным кажется то, что и машинам нравится общаться друг с другом.

Межмашинное взаимодействие (*machine-to-machine, M2M*) — универсальный термин для описания устройств, обменивающихся данными через интернет. На принципе *M2M* основана работа *Waze*, когда приложение активируется на смартфоне, оно начинает постоянно отправлять информацию на серверы *Waze* без какого-либо вмешательства со стороны человека. Подобным же образом, когда вы ищете недорогие авиабилеты на агрегаторе *Kayak*, сервис отправляет запросы на серверы различных авиакомпаний, а те отвечают в реальном времени, опять же без какого-либо вмешательства человека. Банкомат, прежде чем выдать нам наличные, уточняет у банка, сколько денег у вас есть на счету; цифровые термометры в фургонах-рефрижераторах постоянно демонстрируют супермаркетам, что товары в дороге не слишком сильно нагреваются; сенсоры на фабриках, где производят полупроводники, передают штаб-квартирам компаний сведения о каждом случае брака; кроме того, в реальном времени и без перерывов происходит бесчисленное количество других типов *M2M*-коммуникации. Согласно статье, опубликованной в июле 2012 года в газете *The New York Times*,

совокупный объем бесед между роботами в беспроводных сетях мира... может вскоре превысить объем всей голосовой коммуникации между людьми в этом канале⁸⁹.

Когда метрической системы не хватает: взрывной рост данных

Дигитализация практически всего: документов, новостей, музыки, фотографий, видео, карт, новостей в личной жизни, социальных сетей, запросов на получение информации и ответов на них, данных со всевозможных сенсоров и так далее — представляет собой одно из самых важных явлений последних лет. Чем дальше мы входим во вторую эру машин, тем сильнее расширяется и ускоряется дигитализация, и при взгляде на статистику, связанную с ней, у нас просто перехватывает дыхание. Согласно данным компании *Cisco Systems*, всемирный интернет-трафик увеличился в 12 раз всего за 5 лет с 2006 по 2011 год, достигнув объема в 23,9 экзабайт в месяц⁹⁰.

Экзабайт — огромное число, это примерно 200 тысяч баз данных компьютера *Watson*. Однако даже этого числа не хватает, чтобы описать общий объем нынешней и будущей дигитализации. Компания *IDC*, занимающаяся технологическими исследованиями, рассчитала, что в 2012 году в мире имелось 2,7 зеттабайт (2,7 сикстильона байтов) цифровых данных — почти вдвое больше, чем в 2011-м. И все эти данные не просто хранятся на жестких дисках наших компьютеров — они активно перемещаются. По прогнозам *Cisco*, глобальный трафик по межсоставному протоколу *Internet*

достигнет к 2016 году 1,3 зеттабайт⁹¹. Для сравнения: это больше 250 миллиардов DVD-дисков с информацией⁹².

Все эти цифры ясно дают понять, что дигитализация создает по-настоящему большие объемы данных. По сути, если такой же быстрый темп роста сохранится и в будущем, нам перестанет хватать метрической системы. Когда в 1991 году на XIX Конференции мер и весов был расширен список приставок для для числительных, самой большой из них была «йотта», обозначающая один септильон, или 10^{24} ⁹³. В нашей «эре зеттабайт» мы находимся всего в одном шаге от этого значения.

Бинарная наука

Взрывное расширение дигитализации, происходящее в последнее время, производит сильное впечатление, однако насколько оно важно? Действительно ли все эти экза- и зеттабайты цифровых данных полезны? Да, они невероятно полезны. Одна из главных причин, которые позволяют нам считать дигитализацию основной силой, формирующей вторую эру машин, состоит в том, что дигитализация улучшает процесс овладевания знанием. Она обеспечивает легкий доступ к огромным массивам данных, а данные — это источник жизненной силы науки. В данном случае под «наукой» мы понимаем работу над формулированием теорий и гипотез и их последующую проверку (говоря менее формально, мы делаем догадки о том, как что-то работает, а потом проверяем, верны ли они).

Некоторое время назад Эрик предположил, что данные поиска в интернете могут сигнализировать о будущих изменениях в ценах на недвижимость и объеме ее предложения

по всей стране. Он исходил из того, что если семейная пара собирается переехать в другой город и купить там дом, то супруги вряд ли надеются провернуть это за пару дней. Они начнут собирать нужную информацию заранее, за несколько месяцев до переезда. В наши дни поиск такой первоначальной информации в интернете происходит постоянно: вы начинаете с того, что вбиваете в поисковой строке «риелтор в Финиксе», «районы Финикса» или просто «цена дом две спальни Финикс».

Чтобы протестировать свою гипотезу, Эрик поинтересовался у *Google*, может ли он получить данные по статистике поиска. Ему ответили, что никакого специального разрешения здесь не требуется и что эти данные бесплатно доступны онлайн. Эрик и его аспирант Линн Ву (оба — совсем не специалисты в области экономики недвижимости) построили простую статистическую модель, чтобы изучить данные, использующие контент, создаваемый пользователями в ходе их поисковых запросов через *Google*. Их модель связывала изменения в количестве поисковых запросов определенного рода с последующими изменениями цен на недвижимость и предсказывала, что если количество запросов, подобных описанным выше, сегодня выросло, то цены на дома и объем предложения в Финиксе будут расти в ближайшие три месяца. Оказалось, что эта простая модель вполне работает: фактически она предсказывала уровень продаж на 23,6 % точнее, чем прогнозы, публикуемые экспертами Национальной ассоциации риэлторов.

Подобных же успехов при использовании доступных цифровых данных добиваются и исследователи в других областях. Команда под руководством Руми Чунара из Гарвардской медицинской школы исследовала пути распространения холеры после землетрясения 2010 года на Гаити и выяснила, что информация об эпидемии в «Твиттере» была не менее точной, чем данные официальных отчетов; кроме того,

эта информация появлялась как минимум на две недели раньше⁹⁴. Ситарам Асур и Бернардо Губерман из Лаборатории социальной инженерии компании *Hewlett Packard* обнаружили, что твиты могут также использоваться для прогнозирования дохода от проданных билетов в кинотеатры. По словам ученых, их исследование «наглядно продемонстрировало, как социальные сети отражают коллективную мудрость, которая, если ее направить в нужное русло, может чрезвычайно мощно и точно предсказывать, что произойдет в будущем»⁹⁵.

Дигитализация может также помочь нам лучше понимать прошлое. Так, по состоянию на март 2012 года компания *Google* отсканировала свыше 20 миллионов книг, опубликованных за несколько столетий⁹⁶. Этот огромный массив цифровых слов и фраз формирует основу для так называемой *культуromики*, или «применения техники сбора данных с высокой пропускной способностью и их анализа для изучения человеческой культуры»⁹⁷. Команда профессионалов из нескольких отраслей под руководством Жана-Батиста Мишеля и Эреца Либермана Эйдена проанализировала свыше 5 миллионов книг, опубликованных на английском языке начиная с 1800 года. Помимо прочего, они обнаружили, что количество слов в английском языке за период между 1950 и 2000 годами выросло более чем на 70%, что прославившись в наши дни можно быстрее и легче, чем в прошлом (но и проходит эта слава быстрее), и что в XX веке интерес к вопросам эволюции стабильно снижался до тех пор, пока Уотсон и Крик не открыли структуру ДНК⁹⁸.

Все это — примеры более ясного понимания и точного предсказания (или более качественной науки), возникшие благодаря дигитализации. Хэл Вариан, главный экономист *Google*, многие годы изучал это явление. Он также умеет отлично описывать то, что видит. Одно из наших любимых высказываний Вариана звучит так: «Я утверждаю и буду

утверждать, что самой модной и привлекательной профессией в следующие 10 лет будет статистика. И я не шучу»⁹⁹. Когда мы видим объемы постоянно создающихся цифровых данных и думаем о том, сколько еще открытий при их исследовании нас ожидает, то не можем не согласиться с ним.

Новые уровни приносят новые рецепты

Информация в цифровой форме — это не только питательная среда для новых видов науки; это вторая фундаментальная сила (после экспоненциального прогресса), которая стимулирует инновации и этим формирует вторую эру машин. Отличным примером может служить *Waze*. Этот сервис выстроен на множестве цифровых технологий разных уровней и разных поколений, и ни одна из этих технологий не стала дефицитной и не истощилась, поскольку все цифровые продукты неконкурентны.

Первый и самый старый уровень — это цифровые карты, появившиеся как минимум одновременно с персональными компьютерами¹⁰⁰. Второй — это *GPS*-информация о местоположении, ставшая намного более полезной для водителей после того, как правительство США повысило точность *GPS*-позиционирования в 2000 году¹⁰¹. Третий — это пользовательские данные; пользователи *Waze* помогают друг другу, предоставляя информацию обо всем, начиная с аварий и полицейских радаров, замеряющих скорость, и заканчивая более дешевыми заправками; они даже могут использовать приложение для общения между собой. И, наконец, *Waze* активно использует сенсорные данные; по сути, программа превращает каждый автомобиль в сенсор, оценивающий ско-

рость дорожного потока, и использует эти данные для расчета оптимальных маршрутов.

Встроенные автомобильные навигационные системы, которые используют лишь первые два уровня данных — карты и *GPS*-позиционирование, — появились в нашей жизни уже некоторое время назад. Они могут быть чрезвычайно полезны, особенно в незнакомом городе, однако, как мы уже видим, обладают и серьезными недостатками. Создатели *Waze* поняли, что по мере развития и распространения дигитализации им удастся преодолеть недостатки традиционной *GPS*-навигации. Эти инноваторы сделали шаг вперед, добавив в уже существовавшую систему пользовательские и сенсорные данные, что значительно повысило мощность и полезность сервиса. Как мы увидим в следующей главе, такой стиль инноваций — отличительный признак именно нашего времени. И он настолько важен, что мы считаем его третьей и последней из сил, формирующих вторую эру машин. Следующая глава объясняет, почему это так.

Глава 5.

Иновации: закат или рекомбинация?

Если вам нужна хорошая идея, у вас должно быть много разных идей.

Лайнус Полинг

Думаем, что каждый из вас согласится: если бы количество и скорость появления инноваций в США снизились, в этом не было бы ничего хорошего. Однако, судя по всему, мы никак не можем понять, действительно ли эта скорость снижается или нет.

Мы беспокоимся об этом не только потому, что нам нравится новое (хотя оно нам действительно нравится). Как заметил писатель Уильям Мейкпис Теккерей, «новизна обладает прелестью, с которой еле-еле справляется наш ум»¹⁰². Некоторые из нас с трудом противостоят соблазну купить новый гаджет; другие очарованы новинками моды или жаждут побывать в новых местах. С точки зрения экономиста, удовлетворение подобных желаний есть великое благо, и внимание к подобным запросам потребителей обычно считается весьма положительным качеством бизнеса. Однако помимо этого инновации — это еще и самая важная сила из тех, что делают наше общество богаче.

Почему инновация — это (почти) всё

Пол Кругман говорит от имени многих, если не всех экономистов, утверждая, что «производительность — это еще не всё, однако в долгосрочной перспективе это почти все». Почему? Кругман поясняет: «Способность страны улучшить в долгосрочной перспективе свой уровень жизни почти полностью зависит от способности повысить эффективность каждого работника» — иными словами, от количества часов труда, необходимых для производства чего угодно, начиная с автомобилей и заканчивая застежками-молниями¹⁰³.

Большинство стран не обладают значительными запасами минерального сырья (например нефти) и, соответственно, не могут разбогатеть за счет их экспорта*. Поэтому для них единственный реальный способ стать богаче — то есть поднять уровень жизни своих граждан — это сделать так, чтобы компании и их работники производили больше продукции на тот же объем вложений. То есть, другими словами, чтобы то же число людей производило больше товаров и услуг.

Инновации — вот как достигается этот рост производительности. Экономисты обожают спорить друг с другом, но между ними воцаряется полный консенсус, когда речь идет о первостепенной важности инноваций для роста и процветания. Большинство представителей данной профессии, вероятно, согласится с Йозефом Шумпетером, великим исследователем этого вопроса, который писал, что «инновации — это выдающийся факт в экономической истории капиталистического общества... именно они в значительной степени отвечают за то, что мы на первый взгляд ошибочно

* В реальности страны, обладающие большими запасами минерального сырья и других сходных богатств, часто страдают от двух последствий «ресурсного проклятия» — низких темпов роста и высокого уровня бедности.

можем приписать другим факторам»¹⁰⁴. Но на этом консенсус заканчивается. То, в какой степени этот «выдающийся факт» проявляется в настоящее время и демонстрирует ли процесс инноваций тенденцию к повышению или понижению, является предметом горячих споров.

Почему нам стоит беспокоиться: инновации истощаются

Экономист Боб Гордон, один из самых вдумчивых, внимательных и уважаемых исследователей вопросов производительности и экономического роста, не так давно завершил обширное исследование изменений, произошедших в уровне жизни в Америке за последние 150 лет. В результате он пришел к выводу, что процесс инноваций замедляется.

Гордон — как и мы — подчеркивает важность новых технологий в обеспечении роста экономики. Он, как и мы, впечатлен продуктивной силой, которую высвободили паровая машина и другие технологии промышленной революции. Согласно Гордону, это было первым по-настоящему важным событием в экономической истории мира. По его словам, «на протяжении четырех столетий, а возможно, и предыдущего тысячелетия не наблюдалось почти никакого экономического роста» вплоть до 1750 года — примерного начала промышленной революции¹⁰⁵. Как мы видели в первой главе, кривая роста населения планеты и социальных достижений почти не ползла вверх до появления парового двигателя. Неудивительно, что не происходило и экономического роста.

Однако, как показывает Гордон, как только этот рост начался, он сохранял достаточно высокие темпы в течение последующих 200 лет. Это было связано не только с тех-

нологиями первой промышленной революции, но и с достижениями второй, которая тоже покоялась на технологических инновациях (вторая промышленная революция привела к появлению трех главных новшеств: электричества, двигателя внутреннего сгорания и внутренних санитарно-технических систем (водопровода и канализации) с проточной водой. Все это было внедрено в период между 1870 и 1900 годами).

По оценкам Гордона, «великие изобретения этой второй промышленной революции были настолько важными и перспективными, что основной их эффект проявился через 100 лет». Однако после того как этот эффект сказался в полной мере, возникла новая проблема. Сначала замедлился рост, а потом началось снижение. Когда паровой двигатель достиг пределов своего развития, ему на смену пришел двигатель внутреннего сгорания. А когда этот двигатель в свою очередь достиг своих пределов развития, ему не нашлось более перспективной замены. Говоря словами Гордона,

рост производительности (объема выпуска в час) заметно замедлился после 1970 года. В то время это казалось необъяснимым, но теперь становится все более ясно, что одноразовый эффект великих изобретений и их побочных продуктов больше не может повториться... Все, что происходило после 1970 года, представляло собой второстепенные улучшения: разработка ближнемагистральных региональных лайнеров, дополнение сети федеральных автострад объездными трассами вокруг городов и переход жилых домов Америки от индивидуальных кондиционеров, вставленных в оконный проем, к центральному кондиционированию¹⁰⁶.

Гордон не одинок в своей точке зрения. В книге 2011 года «Великая стагнация» (*The Great Stagnation*) экономист Тайлер

Коуэн достаточно определенно говорит об источнике экономических проблем Америки:

Мы постоянно проваливаемся в попытках понять свои провалы. Но у всех этих проблем имеется единственная и малозаметная первопричина: мы на протяжении 300 лет срывали только те фрукты, которые висят низко... однако в последние 40 лет плодов на нижних ветках уже не осталось, а мы продолжали притворяться, что они там есть. Мы не смогли признать, что технологический рост привел нас на технологическое плато, где фруктовые деревья встречаются намного реже, чем нам хочется думать¹⁰⁷.

Технологии общего назначения: вот что действительно важно

Очевидно, что Гордон и Коуэн считают возникновение мощных технологий основным условием экономического прогресса. Историки экономики в целом соглашаются с тем, что некоторые технологии достаточно значительны для того, чтобы ускорить нормальный темп экономического прогресса. Для этого они должны распространиться на многие, если не на все отрасли производства; они не могут ограничиться одной. К примеру, коттон-джин (хлопкоочистительная машина) был, несомненно, важен для текстильного сектора в начале XIX века, однако за пределами этой отрасли не играл совершенно никакой роли*.

* Некоторые исследователи считают, что изобретение коттон-джина увеличило спрос на рабский труд на Юге США и тем самым привело к Гражданской войне, однако прямой экономический эффект от появления этой машины за пределами текстильной отрасли был минимальным.

Напротив, пар и электричество распространились практически везде. Паровая машина не просто во много раз увеличила количество энергии, которая теперь стала доступна для фабрик; она не просто избавила промышленников от необходимости строить фабрики исключительно на берегах рек (поскольку пар пришел на смену приводу от водяного колеса) — паровая машина привела также к революции в области водного и наземного транспорта: появились паровозы и пароходы. Электричество тоже, в свою очередь, подстегнуло развитие производства, поскольку появилась возможность строить станки с автономным электромотором (прежде они приводились в движение от общего приводного вала). Кроме того, на фабриках, в офисах и на складах засиял электрический свет, а вскоре стали появляться другие инновации — например система кондиционирования воздуха, которая принципиально улучшила условия работы в некогда темных и душных цехах.

Экономисты называют такие изобретения, как паровая машина и электричество, технологиями общего назначения (*general purpose technologies, GPT*). Историк экономики Гэвин Райт предлагает лаконичное определение этого термина: «Новые идеи или методы, потенциально способные оказать важное влияние на многие сектора экономики сразу»¹⁰⁸. В данном случае под «влиянием» подразумевается значительный прирост объемов производства в результате повышения производительности. *GPT* крайне важны с экономической точки зрения — они вмешиваются в нормальный темп экономического прогресса и ускоряют его.

Придя к согласию относительно важности технологий общего назначения, ученые также достигли консенсуса относительно критерия, который делает технологию *GPT*: она должны быть повсеместной, обладать способностью улучшаться со временем, а также порождать новые инновации¹⁰⁹. В предыдущих главах мы уже показали, что цифровые технологии

соответствуют всем этим требованиям. Они улучшаются по траектории, описанной законом Мура, применяются в каждой отрасли в мире и приводят к инновациям вроде беспилотных автомобилей или компьютеров, побеждающих в «Своей игре». Но разве авторы этой книги — единственные, кому кажется, что информационно-коммуникационные технологии (*information and communication technology, ICT*) принадлежат к той же категории, что паровая машина или электричество? Иными словами, только ли мы считаем, что *ICT* можно отнести к технологиям общего назначения?

Разумеется, нет. Большинство историков экономики сходятся во мнении, что *ICT* соответствуют всем описанным критериям и потому должны быть допущены в клуб *GPT*. Более того, в списке кандидатов в этот клуб, составленном экономистом Александром Филдом, лишь паровая машина получила больше голосов, чем *ICT*, а последние, в свою очередь, уверенно делят второе место с электричеством¹¹⁰.

Но если мы все придерживаемся этого мнения, то почему вообще возникают споры о том, насколько важны информационно-коммуникационные технологии в новый золотой век инноваций и роста? Дело в том, что некоторые исследователи полагают, будто экономические преимущества этих технологий уже исчерпаны и что большинство «инноваций» последнего времени связаны исключительно с возможностями недорогих развлечений в Сети. Согласно Роберту Гордону,

первый промышленный робот был представлен компанией *General Motors* в 1961 году. Телефонистки исчезли в 1960-е... В 1970-е годы появились системы резервации авиабилетов, а к 1980 году в розничной торговле и банковских учреждениях начали активно распространяться сканеры штрих-кодов и банкоматы... В начале 1980-х годов появились

первые персональные компьютеры с текстовыми редакторами и электронными таблицами... более новая и, следовательно, лучше знакомая нам инновация — быстрое развитие Сети и электронной коммерции начиная с 1995 года, однако этот процесс в целом завершился к 2005 году¹¹¹.

В настоящее время, по словам Коуэна, «заслуги интернета вполне реальны, и я могу лишь превозносить его, а не проклинать... Тем не менее общая картина выглядит так: мы стали больше развлекаться, отчасти благодаря интернету. Кроме того, мы стали развлекаться задешево. Однако наши доходы растут сравнительно медленно, и всем нам — и частным лицам, и компаниям, и правительствам — становится все сложнее платить по счетам»¹¹². Короче говоря, информационно-коммуникационные технологии XXI века проваливают экзамен на экономическую значимость.

Почему нам не стоит беспокоиться: инновации не истощаются

Разумеется, для любого хорошего ученого лишь факты представляют собой конечное и решающее подтверждение любой гипотезы. Так что же говорят нам факты? Действительно ли показатели производительности подкрепляют эту пессимистичную оценку реальной важности дигитализации? Мы вернемся к фактам в главе 7. Однако прежде всего мы хотим показать вам иную точку зрения на то, как работают инновации, — альтернативу мнению о том, что инновации «истощаются».

Гордон пишет, что «полезно представлять себе инновационный процесс как набор отдельных изобретений, которые оказывают все более и более благотворный эффект, постепенно используя весь потенциал изначального изобретения»¹¹³. Это кажется достаточно разумным. После появления паровой машины или компьютера мы лишь постепенно начали пожинать экономические плоды этих изобретений. Преимущества новых технологий начинаются с малого, пока технология еще не созрела и не стала применяться достаточно широко, затем усиливаются по мере совершенствования и распространения универсальных технологий, а затем начинают вновь сокращаться по мере того, как технология исчерпывает себя и перестает улучшаться и распространяться. Когда множество технологий общего назначения появляется в одно и то же время или в виде устойчивой последовательности, мы сохраняем высокие темпы роста в течение длительного времени. Однако в случае больших перерывов в появлении значимых инноваций экономический рост со временем прекращается. В честь прекрасного образа свисающих с нижних веток сочных фруктов, созданного Тайлером Коуэном, мы будем называть такую концепцию «инновация — это фрукт». Продолжая это сравнение, создание инновации напоминает выращивание фрукта, а ее эксплуатация — поедание этого фрукта.

Впрочем, другая точка зрения утверждает, что подлинная суть инноваций состоит не в изобретении чего-то большого и абсолютно нового, а в создании новых комбинаций уже имеющегося. И чем пристальнее мы вглядываемся в то, как были совершены самые значительные шаги в развитии наших знаний и нашей способности решать задачи, тем более убедительной нам кажется эта точка зрения. К примеру, именно так появилась по крайней мере одна инновация из тех, что принесли своим создателям Нобелевскую премию.

Кэри Муллис получил в 1993 году «нобелевку» по химии за разработку метода полимеразной цепной реакции — обще-принятой в наши дни техники исследования последовательностей ДНК. Когда идея впервые пришла ему в голову (Муллис в это время вел машину по ночной дороге где-то в Калифорнии), ученый почти не обратил на нее внимания. Как он вспоминал в своей нобелевской лекции, «Я подумал, что мне это лишь кажется... Все было слишком просто... В схеме не было ни одного неизвестного. Каждый шаг уже был сделан прежде». По сути, Муллис просто рекомбинировал методы, давно и хорошо известные в биохимии, чтобы создать новый метод. Тем не менее, эта новая комбинация оказалась чрезвычайно ценной»¹¹⁴.

Изучив множество изобретений и технологических инноваций, ученый Брайан Артур убедился в том, что истории, подобные изобретению полимеразной цепной реакции, представляют собой правило, а не исключение. В своей книге «Природа технологий» (*The Nature of Technology*) он формулирует этот вывод так: «Изобрести что-либо означает найти новое в том, что уже существовало ранее»¹¹⁵. Экономист Пол Ромер яростно защищает эту точку зрения в своей новой теории экономического роста (*new growth theory*) и критикует позицию Гордона. Оптимистическая по своей природе теория Ромера подчеркивает важность рекомбинационных инноваций. Он пишет:

Экономический рост начинается каждый раз, когда люди берут ресурсы и перераспределяют их так, что они становятся более ценными... каждое поколение осознавало, что конечные ресурсы и нежелательные побочные эффекты могут положить пределы росту, если не появится никаких новых идей. И каждое поколение недооценивало потенциал этого поиска новых идей. Мы никак не можем

понять, что множество вещей еще только предстоит открыть... Возможности не просто суммируются; они умножаются¹¹⁶.

Также Ромер делает важное замечание об одной особенно значимой категории идей, которую он называет «метаидеями»:

Возможно, самые важные идеи — метаидеи, идеи о том, как стимулировать возникновение и распространение других идей... Без особого риска можно выдвинуть два прогноза. Первый состоит в том, что страной, которая займет лидирующие позиции в XXI веке, будет страна, способная заметить и внедрить метаидеи, стимулирующие возникновение новых идей, в частном секторе. А второй прогноз состоит в том, что эти новые метаидеи обязательно появятся¹¹⁷.

Цифровые технологии и наибольшая степень универсальности

Следующая великая метаидея из тех, о которых говорит Ромер, уже найдена: она воплощается в виде новых сообществ, объединяющих человеческий и машинный интеллект. Эти сообщества появились благодаря сетевым цифровым устройствам, использующим удивительное разнообразие программ. Уникальный характер информационно-коммуникационных технологий обеспечил рождение радикально новых способов комбинирования и рекомбинирования идей. Подобно языку, печатному прессу, библиотекам или всеобщему

образованию, глобальная цифровая сеть культивирует инновации, основанные на рекомбинации. Мы можем смешивать и заново перемешивать идеи, как новые, так и старые, невиданными ранее способами. Давайте рассмотрим несколько примеров.

Проект *Google Chauffeur** позволяет обрести новую жизнь уже существующей уникальной инновации — двигателю внутреннего сгорания. Когда обычный автомобиль оснащен быстрым компьютером и кучей сенсоров (которые постоянно становятся дешевле в соответствии с законом Мура), а также огромным количеством карт и другой информации о дорогах (доступной благодаря дигитализации всего), он превращается в автомобиль на автопилоте, выехавший прямо со страниц научно-фантастического романа. И хотя мы, люди, как и прежде, сидим на водительском месте, такие инновации, как *Waze*, помогают нам быстрее добираться до нужного места и избегать пробок. Технология *Waze* — это рекомбинация датчиков позиционирования, устройства передачи данных (то есть телефона), системы *GPS* и социальной сети. Команда *Waze* не изобрела ни одну из этих технологий; она просто по-новому совместила их. Закон Мура значительно удешевил все используемые устройства, а дигитализация сделала доступной всю информацию, необходимую для работы *Waze*.

Сама по себе Всемирная сеть представляет собой довольно прямолинейную комбинацию различных более старых элементов интернета — протокола передачи данных *TCP/IP*, особого языка разметки *HTML*, определяющего, как будут выглядеть на экране тексты и изображения; а также простого приложения под названием «браузер», позволяющего ото-

* Сегодня этот проект называется *Waymo*: его развитием с декабря 2016 года занимается одноименная компания, дочерняя структура корпорации *Alphabet*. — Примеч. ред.

брожать результаты всех этих процессов. Ни один из этих элементов не был чем-то новым. Революционной была их комбинация.

Facebook тоже построен на сетевой инфраструктуре, позволяющей пользователям дигитализировать свои социальные связи и выкладывать свои медиаматериалы онлайн без необходимости изучать *HTML*. Вне зависимости от того, была ли эта комбинация технологических возможностей достаточно продвинутой в интеллектуальном смысле, она оказалась востребованной и весьма ценной в экономическом смысле — к июлю 2013 года компания стоила более 60 миллиардов долларов¹¹⁸. Когда выяснилось, что одно из самых популярных занятий в *Facebook* — это делиться своими фото, Кевин Систром и Майк Кригер решили сделать мобильное приложение, позволяющее, помимо прочего, редактировать фотографии с помощью цифровых фильтров. Может показаться, что это незначительная инновация, особенно с учетом того, что в 2010 году, когда Систром и Кригер запустили свой проект, *Facebook* уже позволял демонстрировать фотографии на мобильных устройствах. Однако созданное ими приложение под названием *Instagram* к весне 2012 года насчитывало более 30 миллионов пользователей, которые в совокупности загрузили в Сеть более 100 миллионов фотографий. В апреле 2012 года *Facebook* купил *Instagram* примерно за миллиард долларов.

Такая последовательность событий заставляет нас прийти к мысли о том, что цифровые инновации в самом чистом виде представляют собой изобретения, основанные на рекомбинации. Каждое достижение становится строительным материалом для будущих инноваций. Прогресс не иссякает — он накапливается. При этом цифровой мир не уважает никаких границ, он вторгается в мир физический, и в результате автомобили и самолеты начинают управлять сами собой, принтеры сами печатают детали и запасные части

и так далее. Закон Мура все более снижает цену на вычислительные устройства и сенсоры, что позволяет встраивать их во все большее количество гаджетов, начиная от дверных ручек и заканчивая поздравительными открытками. Дигитализация открывает доступ к огромным базам данных, которые всегда под рукой в самых разных ситуациях, и содержащаяся в них информация может бесконечно воспроизводиться и использоваться в силу своего неконкурентного характера. В результате действия этих двух сил количество потенциально ценных строительных блоков стремительно расширяется по всему миру, а возможности умножаются как никогда прежде. Мы бы назвали такую концепцию «инновации — это кирпичики», и мы полностью разделяем точку зрения Артура и Ромера: в отличие от фруктов, строительные блоки не съедаются и не иссякают. Напротив, они создают новые возможности для будущих рекомбинаций.

Ограничения роста, основанного на рекомбинации

Если подобная точка зрения (инновация — это прежде всего новая рекомбинация) верна, то у нас проблема: поскольку количество «кирпичиков» нарастает лавинообразно, нам все сложнее понять, какая из комбинаций окажется ценной. В своей статье «Рекомбинационный рост» (*Recombinant Growth*) экономист Мартин Вейцман предложил математическую модель новой теории роста, в которой «фиксированные факторы» экономики — машины, инструменты, лаборатории и так далее — со временем дополняются элементами знания, которые Вейцман называет «идей-зерна» (*seed ideas*). А объем самого знания увеличивается по мере того, как уже сущес-

ствующие «зерна» рекомбинируются по-новому¹¹⁹. Это вполне внятное изложение концепции «инновации — это кирпичики», согласно которой и элементы знания, и идеи-зерна могут со временем комбинироваться и рекомбинироваться.

Эта модель демонстрирует потрясающий результат: поскольку комбинаторные возможности возникают и развиваются крайне быстро, вскоре у нас появится практически неограниченное количество потенциально ценных новых рекомбинаций существующих элементов знания*. Соответственно, рост экономики будет зависеть лишь от способности перебирать все эти потенциальные рекомбинации и находить по-настоящему ценные.

Вейцман пишет:

В таком мире экономическая жизнь могла бы все чаще сосредоточиваться на все более интенсивной обработке все большего количества новых идей-зерен и их превращения в работоспособные инновации... На ранних стадиях прогресса рост ограничивается недостаточным количеством потенциальных новых идей, но затем он зависит лишь от нашей способности их обработать¹²⁰.

Гордон задает провокационный вопрос: «Завершился ли рост?» Мы ответим на него от имени Вейцмана, Ромера и других теоретиков роста: «Ни в коем случае. Он всего лишь замедлился из-за нашей неспособности обрабатывать новые идеи достаточно быстро».

* Стоит помнить, что, даже если количество идей-зерен в экономике равно всего 52, количество их потенциальных комбинаций больше числа атомов в Солнечной системе.

Для решения этой проблемы нужно больше глаз (и больше мощных компьютеров)

Если этот наш ответ хотя бы отчасти верен — если он хоть в какой-то степени объясняет, как работают инновации и экономический рост в реальном мире, — то лучший способ ускорить прогресс состоит в том, чтобы улучшить нашу способность тестировать новые комбинации идей. Один из путей решения этой задачи следующий: вовлечь в процесс тестирования как можно больше участников, ведь цифровые технологии прекрасно способствуют этому. Мы все связаны глобальными информационно-коммуникационными технологиями, и нам вполне доступны огромные массивы информации и значительные вычислительные мощности. Короче говоря, нынешняя цифровая среда представляет собой отличную площадку для широкомасштабной рекомбинации. Идеолог движения за программное обеспечение с открытым исходным кодом Эрик Рэймонд смотрит на дело с оптимизмом: «При достаточном количестве глаз баги выплываются на поверхность»¹²¹. Если приложить эту формулу к инновациям, получится: «При достаточном количестве глаз мы найдем больше сильных комбинаций».

Специалисты *NASA* стали свидетелями этого эффекта, когда пытались улучшить качество прогнозов о солнечных вспышках (взрывных выбросах энергии в атмосфере нашей звезды). В данном случае важно, чтобы прогноз был и точным, и своевременным, поскольку всплески солнечной активности способны повысить уровень радиации до опасного для незащищенной техники и людей в космосе. Несмотря на 35 лет исследований и массу собранных данных, *NASA* признала, что у нее по-прежнему «нет метода для прогнози-

рования точного места, интенсивности или продолжительности вспышки»¹²².

В конце концов агентство опубликовало собранные данные и описание проблемы прогнозирования на сайте краудсорсинговой компании *InnoCentive*, которая привлекает всех желающих к решению сложных научных задач. Принцип работы *InnoCentive* крайне демократичный; для того чтобы принять участие в изучении той или иной проблемы, скачать с сайта какие-либо данные или, наоборот, выгрузить на него свое решение, вам совершенно не обязательно иметь научную степень или быть сотрудником какой-либо лаборатории. Каждый может заниматься задачами в любой области; к примеру, физикам ничто не мешает погрузиться в проблемы биологии.

Оказалось, что человек, достаточно проницательный и достаточно знающий для того, чтобы улучшить прогнозы солнечной активности, вовсе не принадлежал к астрофизическому сообществу. Его звали Брюс Крейгин, он был радиоинженером на пенсии и жил в небольшом городке в Нью-Гемпшире. «Хотя я почти не занимался физикой Солнца как таковой, — рассказал Крейгин, — я много размышлял о теории магнитного перезамыкания»¹²³. Эта теория в данном случае явно оказалась уместной, поскольку решение Крейгина позволило прогнозировать вспышки за восемь часов с точностью 85 %, и за 24 часа — с точностью 75 %. Рекомбинация теории и данных, найденная этим ученым-любителем, была вознаграждена премией космического агентства в размере 30 000 долларов.

В последние годы многие организации приняли на вооружение стратегию *NASA*: использовать технологии, чтобы поделиться с людьми своими проблемами и привлечь «достаточное количество глаз» к их решению. Этот подход называется по-разному, например «открытыми инновация-

ми» или «краудсорсингом», и может оказаться очень эффективным. Исследователи инноваций Ларс Бо Йеппенсен и Карим Лакхани изучили 166 научных проблем, опубликованных на *InnoCentive*, — все они поставили в тупик организации, которые пытались их решить. Исследователи обнаружили, что пользователи *InnoCentive* смогли решить 49 задачи, то есть добиться почти 30-процентного успеха. Также выяснилось, что люди, опыт которых лежал довольно далеко от области, в которой возникла проблема, гораздо чаще предлагали успешные решения. Иными словами, оказался полезным своего рода «маргинальный» опыт — то есть образование, знание и опыт в областях, связь которых с областью решаемой задачи была неочевидна. Йеппенсен и Лакхани приводят ряд живых примеров этого:

В одном случае несколько решений одной и той же научной задачи, связанной с идентификацией системы доставки пищевых полимеров, были предложены астрофизиком, владельцем небольшого агробизнеса, специалистом в области трансдермальной доставки лекарственных средств и ученым-технологом... Все четыре варианта позволяли успешно решить задачу, при этом использовались самые разные научные механизмы...

В другом случае сотрудники опытно-конструкторской лаборатории даже после консультаций с собственными и привлеченными специалистами не могли оценить токсикологическую важность определенной патологии, наблюдавшейся в ходе текущего исследования... В конце концов проблема была решена доктором наук в области кристаллографии белков, причем именно с помощью методов, принятых в этой специальности. Нужно отметить, что

до этого она обычно не занималась вопросами токсикологии или решением проблем такого рода на регулярной основе¹²⁴.

Подобно *InnoCentive*, онлайн-стартап *Kaggle* также мобилизует «толпу» (*crowd*) — группу людей с совершенно разным опытом со всего мира, — чтобы работать над сложными проблемами, с которыми сталкиваются различные организации. *Kaggle* специализируется не на решении научных задач, а на проблемах, требующих обработки огромных массивов данных. Цель здесь состоит в том, чтобы улучшить качество прогнозов относительно базового уровня, уже достигнутого организацией. И здесь результаты замечательны в двух отношениях. Во-первых, этой цели обычно удается достичь. В одном случае страховая компания *Allstate* выложила набор данных по характеристикам автомобилей и попросила «толпу» *Kaggle* спрогнозировать, против каких из этих автомобилей будет подано больше исков о возмещении личной ответственности¹²⁵. Исследование продолжалось примерно три месяца и привлекло более 100 участников. Прогноз-победитель оказался на 270 процентов лучше, чем базовый прогноз страховой компании.

Во-вторых, большинство конкурсов в рамках *Kaggle* выигрывают люди, маргинальные с точки зрения области обсуждения, — к примеру, лучшие прогнозы по заполняемости больниц делают участники, не имеющие опыта в области здравоохранения. То есть с этими людьми вряд ли кто-то стал бы советоваться в рамках традиционного поиска решений. В большинстве случаев эти безусловно способные и успешные исследователи данных приобрели свой опыт новыми, определенно цифровыми способами.

С февраля по сентябрь 2012 года в рамках *Kaggle* при поддержке *Hewlett Foundation* было проведено два

конкурса на тему компьютерной оценки студенческих эссе*.

В процессе подготовки конкурса *Kaggle* и *Hewlett* привлекли множество экспертов в области образования, и накануне запуска многие из чувствовали себя весьма неуверенно.

Дело в том, что конкурсы должны были состоять из двух раундов. В первом раунде между собой соревновались одиннадцать известных и уважаемых компаний в области образовательного тестирования, а во втором — участники «толпы» *Kaggle*, профессиональные *data scientists* — «ученые в области данных» (индивидуально или в составе команд). Эксперты беспокоились как раз о том, что, по результатам второго раунда команда *Kaggle* окажется совершенно неконкурентоспособной. Каждая из 11 уважаемых компаний работала над системами автоматической оценки уже много времени и выделяла на решение этой задачи значительные ресурсы. Сотни человеко-лет накопленного опыта казались весомым преимуществом профессионалов перед кучкой любителей.

Но беспокоиться было не о чем. Многие из новичков, привлеченных к участию в соревновании, показали значительно более высокие результаты, чем профессионалы в области тестирования. Сюрпризы продолжились, когда в *Kaggle* решили посмотреть, кто же показал самые высокие результаты. Выяснилось, что первые три места и в первом, и во втором раунде первого конкурса заняли участники, не имевшие в прошлом значительного опыта ни в оценке эссе, ни в обработке естественного языка. А во втором конкурсе ни один человек из тройки победителей не имел никакого формального обра-

* Прогресс в этой области очень важен, поскольку эссе (сочинение) позволяет гораздо более точно оценить степень усвоения материала, чем стандартный тест, где надо выбрать один из готовых вариантов ответа. С другой стороны, оценка сочинений более затратна, поскольку для этого пока что необходим человек. Автоматизация оценки могла бы и улучшить качество образования, и снизить затраты.

зования в сфере искусственного интеллекта, если не считать бесплатного онлайн-курса в этой области, который предлагает стэнфордский факультет искусственного интеллекта и который доступен для всех желающих в мире. Желающих оказалось много, и они явно многому научились. Трое победителей оказались из США, Словении и Сингапура.

Quirky, еще один интернет-стартап, приглашает к участию в обеих фазах вейцмановской рекомбинации — сначала генерирование новых идей, а затем их отбор. То есть этот проект использует потенциал «достаточного количества глаз» не только для создания инноваций, но и для их подготовки к выводу на рынок. *Quirky* принимает от участников идеи новых потребительских продуктов и проводит голосование по поводу этих идей. Участники могут вести исследования, предлагать улучшения, придумывать варианты названий и брэндинга для продуктов, а также высказывать предложения по улучшению продаж. *Quirky* самостоятельно принимает окончательное решение относительно того, какие продукты выводить на рынок, и в дальнейшем управляет процессами проектирования, производства и дистрибуции. Стартап забирает себе 70% всех доходов, полученных в результате работы на сайте, и распределяет остающиеся 30% между теми участниками, кто принимал участие в разработке продукта; инноватор, предложивший изначальную идею, получает 42% из этих тридцати, участники, помогавшие определить цену на продукт, делят между собой еще 10%, те, кто работал над неймингом, — еще 5%, и так далее. К осени 2012 года *Quirky* привлек свыше 90 миллионов долларов в виде венчурного финансирования и заключил соглашения о продаже своей продукции с несколькими крупными ритейлерами, в том числе *Target* и *Bed Bath & Beyond*. Один из самых успешных продуктов компании, гибкий электрический удлинитель *Pivot Power*, был продан в количестве 373 тысяч штук меньше чем за два года и принес группе своих разработчиков более 400 000 долларов.

Affinova, еще одна молодая компания, поддерживающая рекомбинационные инновации, помогает своим клиентам в проведении второй из двух фаз Вейцмана — перебора всех возможных комбинаций строительных «кирпичиков» с тем, чтобы найти самые ценные. Это делается путем совмещения краудсорсинга с алгоритмами, уже удостоенными Нобелевской премии. Когда пивоваренная компания *Carlsberg* решила изменить форму бутылки и этикетку для бельгийского пива *Grimbergen*, одного из самых старых сортов, который до сих пор варится в одноименном аббатстве, она понимала, что действовать надо с максимальной осторожностью. Компания хотела обновить один из своих брендов, но при этом не повредить своей отличной репутации и не перечеркнуть 900 лет истории. Кроме того, в *Carlsberg* понимали, что редизайн предполагает наличие нескольких вариантов для каждого элемента бренда — формы бутылки, рельефного изображения на стекле, цвета и расположения этикетки, дизайна крышки и так далее, — а затем подбор оптимальной комбинации из этих вариантов. Но понятно, что, когда количество возможных комбинаций измеряется тысячами, найти «оптимальную» не так-то просто.

Стандартный подход к проблемам такого рода выглядит так. Дизайнерская команда создает несколько комбинаций, которые считает достаточно хорошими, а затем с помощью фокус-групп или других мелкомасштабных методов выбирает лучшую из них. *Affinova* предлагает совершенно иной подход. Она использует математическое моделирование выбора — метод достаточно продвинутый для того, чтобы его интеллектуальный крестный отец, экономист Даниэль Макфадден, смог получить за его создание Нобелевскую премию. Моделирование выбора позволяет быстро выявлять предпочтения потребителей: нравится ли им больше коричневая бутылка с рельефным узором и небольшой этикеткой, или зеленая бутылка без рельефа и с этикеткой большего

размера? Исследователи несколько раз предлагают испытуемым ограниченный набор вариантов и просят выбрать наиболее интересный. *Affinova* предоставляет доступ к этим вариантам через Сеть, а после того как своими оценками поделятся несколько сот человек, компания может определить математически оптимальный набор вариантов (или, как минимум, приблизиться к нему). В случае с брендом *Grimbergen* новый дизайн бутылки, появившийся в результате этого процесса, явно основанного на рекомбинации, имел рейтинг одобрения в 3,5 раза выше, чем первоначальный¹²⁶.

Приняв точку зрения новых теоретиков роста и сопоставив ее с тем, что мы видим в деятельности *Waze*, *InnovenCentive*, *Kaggle*, *Quirky*, *Affinova* и множества других компаний, мы с большим оптимизмом оцениваем сегодняшний день и будущее инноваций. И нужно добавить, что достижения рекомбинационного метода не ограничиваются высокотехнологичным сектором — то есть они не только о том, чтобы сделать компьютеры и сети лучше и быстрее. Эти достижения помогают нам лучше водить наши машины (а скоро, может быть, и вовсе избавят нас от необходимости это делать), позволяют нам точнее прогнозировать вспышки на Солнце и решать задачи в области науки о питании и в токсикологии. Наконец, рекомбинация обеспечивает нас отличными удлинителями и бутылками. Эти и бесчисленное множество других инноваций будут лишь накапливаться со временем и помогать друг другу в развитии. В отличие от некоторых наших коллег, мы уверены в том, что инновационный процесс и рост производительности продолжатся и в будущем, причем в хорошем темпе. У нас имеется достаточное количество «кирпичиков», и они будут постоянно рекомбинироваться все более и более эффективным образом.

Глава 6.

Искусственный и человеческий интеллект во второй эре машин

И вот я думаю об этих удивительных электронных машинах... которые усиливают и умножают нашу ментальную способность вычислять и комбинировать в такой степени, что это сулит нам невероятные прорывы.

Пьер Тейяр де Шарден

Предыдущие пять глав рассказывали об уникальных свойствах второй эры машин: устойчивом экспоненциальном улучшении большинства аспектов вычислительного процесса, гигантских объемах оцифрованной информации и инновациях, основанных на рекомбинации. Эти три силы стимулируют прорывы, которые превращают научную фантастику в повседневную реальность и превосходят все наши прогнозы и теории. Что еще более важно, конца этому процессу не видно.

Достижения, которые мы видели в последние несколько лет и которые описали выше — автомобили, которые управляют собой сами, полезные роботы-гуманоиды, системы распознавания и синтеза речи, 3D-принтеры, компьютеры,

умеющие побеждать в игре *Jeopardy!*, — это не самые примечательные достижения компьютерной эры. Можно сказать, что это — всего лишь разогрев. Продвигаясь все дальше во вторую эру машин, мы увидим все больше и больше таких чудес, и они будут поражать нас все сильнее.

Почему мы так в этом уверены? Дело в том, что силы, действующие во второй эре машин — экспоненциальные, цифровые и основанные на рекомбинации, — дали человечеству возможность изобрести, может быть, две самые важные вещи в новейшей истории. Это, во-первых, появление вполне работающего и пригодного к использованию искусственного интеллекта (*artificial intelligence, AI*), а во-вторых, объединение большинства жителей планеты с помощью глобальной цифровой сети.

Каждое из этих достижений способно фундаментальным образом изменить наши перспективы роста. Вместе они становятся важнейшим событием со времен промышленной революции, которая навсегда изменила принципы физического труда.

Думающие машины. Есть в наличии

Машины, способные решать когнитивные задачи, намного более важны, чем машины, которые занимаются физическим трудом. И теперь, благодаря современному искусственному интеллекту, они у нас есть. Наши компьютеры смогли преодолеть прежние узкие пределы возможного и стали демонстрировать обширные способности в распознавании закономерностей, комплексной коммуникации и в других областях, которые в прежние времена были исключительным уделом человека.

Кроме того, недавно появилось немало примеров значительного прогресса в обработке естественного языка, машинном обучении (то есть способности компьютера автоматически совершенствовать своим методы и улучшать результаты по мере поступления дополнительных данных), компьютерном зрении и *SLAM* (процессе одновременной локализации и картографирования).

Мы будем сталкиваться с искусственным интеллектом (далее — *AI*) все чаще и чаще, и в ходе этого процесса издержки будут постоянно снижаться, а результаты — становиться все лучше, как и качество нашей жизни в целом. Совсем скоро бесчисленные элементы *AI* будут работать от нашего имени, причем зачастую в фоновом режиме. Они будут помогать нам в решении множества задач, от самых тривиальных до самых важных, способных изменить всю нашу жизнь. К простым примерам использования *AI* можно отнести распознавание лиц наших друзей на фотографиях и рекомендации тех или иных товаров. Более сложные системы управляют автомобилями на дорогах и роботами на складах, а также помогают сопоставить рабочие места и кандидатов на эти вакансии. Однако все эти замечательные достижения меркнут в сравнении с мощным потенциалом *AI*, который со временем сможет полностью нашу жизнь.

Возьмем пример из недавнего прошлого. Инноваторы из израильской компании *OrCam* объединили небольшой, но мощный компьютер с цифровыми сенсорами и снабдили этот гибрид великолепными алгоритмами; в результате получилось устройство, которое может имитировать некоторые зрительные функции для тех, кто частично или полностью лишен зрения (численность таких людей превышает 20 миллионов в одних только США). Пользователь системы *OrCam*, представленной на рынке в 2013 году, надевает на свои очки комбинацию крошечной цифровой камеры и динамика, который передает звуковые волны через кости черепа¹²⁷. Когда

человек подносит палец к какому-либо тексту — рекламному объявлению, упаковке еды или газетной статье компьютер мгновенно анализирует изображение, переданное камерой, а затем зачитывает пользователю текст через динамик.

Распознавание текста «в естественных условиях» — то есть со множеством шрифтов разного размера, с самыми разными поверхностями, на которых он может быть написан, и при разном освещении — исторически считалось одной из областей, в которых человек превосходит самые развитые компьютеры и программы. *OrCam* и подобные инновации показывают, что сегодня это уже не совсем так и что технологии сделали целый ряд серьезных шагов вперед. Это изобретение поможет миллионам людей жить более полноценной жизнью. Устройство *OrCam* стоит около 2500 долларов — это примерно стоимость хорошего слухового аппарата, — и очевидно, что со временем цена упадет.

Также цифровые технологии помогают в восстановлении слуха благодаря кохлеарным имплантатам. Возможно, они смогут также вернуть зрение людям, у которых оно полностью отсутствует; не так давно Управление по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов (*FDA*) одобрило имплантат первого поколения для сетчатки глаза¹²⁸. Возможности *AI* приближают решение проблем парализованных людей, поскольку в наши дни инвалидные кресла уже можно контролировать силой мысли¹²⁹. Говоря объективно, эти новинки уже похожи на чудо — но это лишь начало.

AI позволит не только повысить уровень жизни, но и спасти ее. К примеру, после победы в *Jeopardy!* суперкомпьютер *Watson*, образно говоря, поступил в медицинское училище. Иными словами, *IBM* применяет те же технологии, которые позволили *Watson* правильно отвечать на сложные вопросы, чтобы помочь врачам в более точной диагностике пациентов. Вместо изучения множества томов, содержащих

самые разные общие знания, суперкомпьютер теперь сконцентрировался на самых качественных медицинских публикациях в мире: он сопоставляет усвоенную информацию с симптомами пациентов, другими диагнозами и результатами анализов, после чего формулирует текущий диагноз и составляет план лечения. Огромные объемы информации, с которыми имеет дело современная медицина, делают способности суперкомпьютера особенно цennыми. По расчетам *IBM*, врачу сегодня потребовалось бы читать не менее 160 часов в неделю, чтобы успеть познакомиться со всей новой и релевантной профессиональной литературой¹³⁰. *IBM* и ее партнеры, включая Мемориальный онкологический центр Слоан-Кеттеринг и Кливлендскую клинику, совместно работают над созданием «доктора Ватсона». Организации, участвующие в проекте, осторожно уточняют, что технологии *AI* призваны дополнить опыт и суждения врача-человека, а не заменить их. Тем не менее не исключено, что в один прекрасный день «доктор Ватсон» сможет стать лучшим диагностом в мире.

Мы уже сегодня видим, как *AI* помогает ставить диагнозы в некоторых областях медицины. Команда под руководством патологоанатома Эндрю Бека разработала систему *C-Path* (*computational pathologist*, «вычисляющий патолог»), которая умеет автоматически диагностировать рак груди и прогнозировать развитие болезни, изучая изображения тканей, то есть делает то же, что врач-патолог¹³¹. Начиная с 1920-х годов врачей учат распознавать определенный, один и тот же, небольшой набор признаков, характерных для раковых клеток¹³². Команда *C-Path*, напротив, заставила свою программу взглянуть на изображения по-новому — без каких-либо заложенных предубеждений относительно того, какие именно черты ассоциируются с раком и каков должен быть прогноз в отношении конкретного пациента. Программа не только продемонстрировала уровень точности, по мень-

шай мере не уступающий уровню опытного врача, но и смогла выявить три особенности раковых тканей груди, которые оказались отличными предикторами уровня излечимости. Патологов такому не учат.

По мере своего дальнейшего развития искусственный интеллект может создать нам определенные проблемы, которые мы обсудим в заключении к этой книге. Однако в фундаментальном смысле разработка мыслящих машин — это позитивное движение вперед.

Миллиарды инноваторов уже на подходе

В дополнение к мощному и полезному *AI* имеется и еще одно недавнее изобретение, обещающее ускорить прогресс во второй эре машин. Речь идет о цифровой коммуникации, которая готова связать всех людей на Земле. Нет более эффективного ресурса для улучшения качества жизни человечества, чем сами люди — все 7,1 миллиарда жителей нашей планеты.

Наши лучшие идеи и инновации должны фокусироваться на решении проблем, возникающих на этом пути. Эти инновации помогут нам лучше заботиться друг о друге. Примечательный и неотменимый факт прогресса состоит в том, что (если исключить климатические изменения) практически все социальные, экологические и прочие индикаторы здоровья продолжают со временем улучшаться, даже несмотря на рост мирового населения.

Параллельный рост населения и качества жизни — это не совпадение, это причина и следствие. Качество жизни улучшается именно потому, что появилось значительно больше людей, способных выдвигать идеи, которые улучшают

общее благополучие планеты. Экономист Джюлиан Саймон был одним из первых, кто выступил с этой оптимистической точкой зрения, и на протяжении всей своей карьеры он многократно и убедительно защищал ее. Саймон писал:

В экономическом плане ваш мозг значит ничуть не меньше, чем ваш рот или ваши руки. В долгосрочной перспективе самый важный экономический эффект от прироста населения будет связан именно с тем, что эти «дополнительные» люди внесут свой вклад в нашу общую копилку полезного знания. И этот вклад окажется достаточно велик для того, чтобы компенсировать все издержки роста населения¹³³.

И теория, и факты подтверждают это глубокое наблюдение Саймона. Теория инновационной рекомбинации постоянно подчеркивает, как важно иметь «достаточное количество глаз», нацеленных на решение всевозможных проблем, и как можно больше умов, думающих о том, как использовать для решения этих проблем уже имеющиеся строительные блоки. Эта теория также утверждает, что именно люди играют жизненно важную роль в отборе и совершенствовании инноваций, предложенных другими людьми. И факты практически из всех областей — начиная от качества воздуха и заканчивая ценами на недвижимость и уровнем преступности — со временем демонстрируют определенное улучшение. Иными словами, эти факты подтверждают, что у человечества есть прекрасная способность справляться со своими проблемами.

Впрочем, кое в чем мы с Саймоном не согласны. Он писал, что «основным источником топлива для ускорения прогресса в мире является наша копилка знаний, а основным тормозом — нехватка воображения»¹³⁴. С тем, что касается

топлива, мы согласны, но со второй частью утверждения — нет. Основная проблема прогресса всегда состояла в том, что у значительной части людей в мире до совсем недавнего времени просто не было эффективного способа ни оценить эту «копилку знаний», ни внести в нее свой вклад.

Мы, жители индустриализированного Запада, уже давно привыкли к тому, что библиотеки, телефоны и компьютеры всегда к нашим услугам, однако для жителей развивающегося мира все это — немыслимая роскошь. Но эта ситуация быстро меняется. Например, в 2000 году в мире было около 700 миллионов абонентов мобильной связи, и менее 30% из них приходились на долю развивающихся стран¹³⁵. К 2012 году число абонентов превысило шесть миллиардов, и 75% процентов из них живут в развивающемся мире. По подсчетам Всемирного банка, три четверти людей на планете имеют доступ к мобильному телефону, а в некоторых странах мобильная связь более доступна, чем электричество или чистая вода.

С помощью первых мобильных телефонов, оказавшихся в развивающемся мире, можно было звонить и обмениваться текстовыми сообщениями, однако даже столь простые устройства привели к значительным изменениям. В 1997–2001 годах экономист Роберт Йенсен занимался изучением прибрежных деревень в индийском штате Керала, где основным промыслом было рыболовство¹³⁶. Йенсен собрал данные за период до и после появления в регионе мобильных телефонов, и зафиксировал в высшей степени примечательные изменения. Цены на рыбу стабилизировались сразу же после появления мобильной связи, и, хотя они в среднем снизились, прибыль рыбаков выросла, поскольку они смогли избавиться от лишних расходов (в прежние времена им приходилось выбрасывать рыбу, которую они по незнанию привозили уже на полностью забитый продуктом рынок). Экономическое благосостояние и покупателей, и продавцов улучшилось,

а Йенсену удалось связать этот результат именно с появлением телефонов.

Разумеется, в наши дни даже самые простые телефоны, продающиеся в развивающихся странах, обладают большей мощностью, чем те, которые использовали рыбаки в Керале десять лет назад. Примерно 70% всех телефонов, проданных по всему миру в 2012 году, — обычные телефоны, у них намного меньше опций, чем у *Apple iPhone* или *Samsung Galaxy*, популярных в богатом мире, однако с их помощью все равно можно делать фотографии (а часто и снимать видео), выходить в Сеть и работать как минимум с некоторыми приложениями¹³⁷. Дешевые мобильные устройства продолжают постоянно улучшаться. Компания *IDC*, занимающаяся технологическим анализом, предсказывает, что в ближайшем будущем продажи смартфонов превысят продажи обычных мобильных телефонов, а к 2017 году их доля в общих продажах мобильников составит приблизительно две трети¹³⁸.

Эта перемена — следствие одновременно двух тенденций: улучшения производительности и снижения издержек производства мобильных телефонов и развития Сети. У нее, в свою очередь, тоже имеется важное следствие: прогресс в этой области позволит привлечь миллиарды людей в сообщество потенциальных создателей знания, инноваторов и специалистов-профессионалов.

В наши дни человек со смартфоном или планшетом и доступом к интернету может находиться где угодно, но все равно иметь доступ ко множеству (если не большинству) тех же коммуникационных ресурсов и информации, которые доступны нам, когда мы сидим в наших кабинетах в МТИ. Владелец смартфона может искать информацию в Сети и читать статьи в «Википедии». Он может слушать онлайн-курсы, которые читают светила научного мира. Он может делиться своими наблюдениями в блогах, *Facebook*, *Twitter* и многих других сервисах, большинство из которых бесплатны.

Он может даже производить сложный анализ данных через «облачные» ресурсы типа *Amazon Web Services* и *R* (открытое приложение для статистической работы)¹³⁹. Короче говоря, человек с телефоном способен вносить полноценный вклад в развитие инноваций и создание знания, в полной мере пользуясь преимуществами того, что руководитель *Autodesk* Карл Басс называет «безграничными вычислениями» (*infinite computing*)¹⁴⁰.

До недавних времен быстрая коммуникация, доступ к информации и обмен знаниями, особенно на больших расстояниях, были доступны лишь элите нашей планеты. Теперь же эти процессы намного более демократичны, эгалитарны, и они развиваются в этом же направлении и дальше. Журналист Эй-Джей Либлинг когда-то сказал: «Свобода СМИ существует лишь для тех, кто ими владеет». Не будет большим преувеличением сказать, что миллиарды людей вскоре получат доступ к печатному прессу, справочной библиотеке, школе и компьютеру — причем все это будет помещаться на ладони¹⁴¹.

Те, кто верит в силу инноваций, основанных на рекомбинации, верят и в то, что эти достижения ускорят движение человеческого прогресса. Мы не можем в точности предсказать, какие новые озарения, продукты и решения ждут нас в будущем, однако мы убеждены, что они ошеломят нас. Вторая эра машин даст нам бесчисленные примеры взаимодействия машинного интеллекта и миллиардов человеческих интеллектов, которые будут работать вместе, чтобы познать и улучшить наш мир. И то новое, свидетелями чего мы окажемся, будет куда масштабнее, чем все, что мы видели до сих пор.

Глава 7.

Как рассчитать величину Дара

Большинство экономических заблуждений проистекает из-за нашей склонности считать, что у пирога есть какой-то определенный размер и что одна сторона может выиграть, только урвав кусок у другой.

Милтон Фридман

Каждый день правительственные учреждения, мозговые центры, неправительственные организации и ученые генерируют больше статистических данных, чем может хотя бы прочитать один человек (не говоря уже о том, чтобы их обработать). Целый хор аналитиков в телевизионных программах, на страницах деловой прессы и в блогосфере спорят и выдвигают свои предположения относительно изменений в процентных ставках, уровне безработицы, ценах акций, величине дефицита бюджета и массы других показателей. Но если вы меняете масштаб и изучаете тенденции последнего столетия, вы не можете не заметить важнейшего факта: общий уровень благосостояния чрезвычайно вырос как в США, так во всем

остальном мире. В США темпы роста ВВП на душу населения составляли в среднем 1,9% в год с начала XIX века¹⁴². Применив «правило 70» (срок удвоения той или иной величины приблизительно равен частному от деления числа 70 на годовой процент роста), мы увидим, что этого времени было достаточно для того чтобы удваивать уровень благосостояния каждые 36 лет и увеличивать этот показатель в четыре раза в течение срока жизни среднего человека*.

Это очень важно, поскольку экономический рост способен помочь в решении массы других проблем. Если бы ежегодный ВВП Соединенных Штатов Америки рос всего на 1% быстрее прогнозов, то к 2033 году американцы стали бы богаче на пять триллионов долларов¹⁴³. Если бы ВВП рос всего на 0,5 процента быстрее, то проблемы с бюджетным дефицитом в США были бы решены без каких-либо изменений в политике¹⁴⁴. Разумеется, более медленный рост значительно осложнил бы проблему покрытия бюджетного дефицита (понятно, что увеличение бюджетных расходов на любые новые инициативы или снижение налогов подействовали бы так же).

Рост производительности

За счет чего происходит рост ВВП на душу населения? Отчасти это связано с использованием большего объема ресурсов. Однако в основном это связано с улучшением на-

* «Правило 70» (или, точнее, «правило 69,3%») основано на следующем уравнении: $(1 + x)^y = 2$, где x обозначает темп роста, а y — количество лет. Взяв логарифм из двух сторон уравнения, мы получаем $y \ln(1 + x) = \ln 2$. Значение $\ln(2)$ равно 0,693, а для небольших значений x $\ln(1 + x)$ примерно равно самому x , вследствие чего уравнение упрощается до $xy = 70\%$.

шей способности получать больше «на выходе» (*output*) с сохранением прежнего объема «входа» (*input*) — иными словами, повышением производительности (часто этот термин используется вместо более полной версии «производительность труда», представляющей собой объем выпуска за час работы [или в расчете на работника])* . В свою очередь, рост производительности возникает как следствие инноваций в области технологии и техник производства.

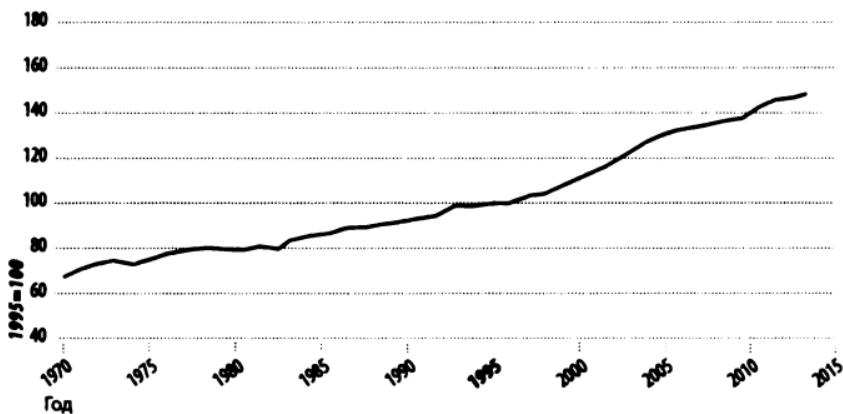
Увеличение количества часов работы не повышает производительности. Когда-то для американцев было вполне нормальным работать по 50, 60 или даже 70 часов в неделю. И хотя некоторые продолжают это делать, средняя продолжительность рабочей недели в настоящее время сократилась (до 35 часов в неделю), а уровень благосостояния при этом вырос. Роберт Солоу получил свою Нобелевскую премию по экономике как раз за демонстрацию того, что повышение величины входных параметров (труда и капитала) не может объяснить основную часть прироста результатов в экономике** . Среднему американцу в наше время может потребоваться всего 11 часов труда в неделю для

* Можно измерить также производительность капитала (*capital productivity*) — объем продукции на единицу капитала — или совокупную производительность факторов производства (*multifactor productivity*, объем продукции на средневзвешенную единицу и капитала, и труда одновременно). Экономисты иногда используют для описания последней термин «остаток Солоу» (*Solow residual*), который гораздо лучше отражает тот факт, что мы на самом деле не понимаем причин происходящего. Сам Роберт Солоу говорил, что этот показатель измеряет вовсе не технологический прогресс, а «лишь наше собственное невежество».

** И это хорошо, поскольку имеются естественные пределы увеличения вложений, особенно трудовых затрат. Здесь действует закон убывающей доходности: никто не способен работать больше 24 часов в сутки или использовать больше 100% своей силы. Напротив, рост производительности отражает способность к инновациям — он ограничен лишь нашим воображением.

производства того же результата, который в 1950 году требовал 40 часов. Похожие темпы улучшения наблюдаются у работников в Европе и Японии, а в некоторых развивающихся странах они даже выше*.

Рис. 7.1. Производительность труда



Производительность достаточно быстро росла в середине XX века, особенно в 1940-е, 1950-е и 1960-е годы, по мере того как технологии первой эры машин, от электричества до двигателей внутреннего сгорания, научились работать в полную силу. Однако в 1973 году рост производительности замедлился (см. рис. 7.1).

* Отношение объема продукции ко всем входящим факторам (а не только к вложенному труду и капиталу) иногда называют общей факторной производительностью (*total factor productivity*). Например, компания может провести масштабные инвестиции в организационный капитал (то есть в улучшение собственной системной организованности). Чем больше факторов на входе (вложений) мы измеряем, тем точнее мы сможем оценить рост общей производительности на выходе. В результате реальный рост (без учета увеличившихся затрат) окажется меньше.

В 1987 году сам Боб Солоу заметил, что замедление совпало с ранними днями компьютерной революции, и выступил со знаменитым заявлением: «Мы наблюдаем наступление компьютерной эры повсюду, за исключением статистики производительности»¹⁴⁵. В 1993 году Эрик опубликовал статью с оценкой «парадокса производительности», в которой отметил, что компьютеры все еще занимают небольшую долю экономики и что перед тем, как информационные технологии, которые являются универсальными, начнут оказывать реальное влияние, свою роль, как обычно, должны будут сыграть вспомогательные инновации¹⁴⁶. В следующей своей научной работе он изучил более детально данные о производительности и использовании информационных технологий в отдельных компаниях и обнаружил довольно сильную и знаменательную корреляцию: производительность наиболее активных пользователей информационных технологий была значительно выше производительности их конкурентов¹⁴⁷. К середине 1990-х годов эти преимущества были уже слишком очевидно заметны в целом в экономике США, пережившей скачок производительности. И хотя у этого роста было несколько причин, экономисты считают, что в значительной степени он произошел именно из-за активного развития информационных технологий¹⁴⁸.

Замедление производительности в 1890-е годы и последовавшее через 20 лет ускорение имели интересный аналог в прошлом. В конце 1890-х годов на американских фабриках появилось электричество. Однако «парадокс производительности» той эпохи состоял в том, что рост производительности труда не начинался еще в течение 20 лет. Хотя технологии, которые привлекались к процессу, были совершенно иными, лежащая в их основе динамика была в значительной части практически такой же.

Экономист Чэд Сайверсон из Чикагского университета внимательно посмотрел на данные о производительности

и продемонстрировал зловещие сходства¹⁴⁹. Как показано на рис. 7.2, медленный старт и последовавшее за ним ускорение роста производительности в эпоху электричества хорошо соотносятся с ускорением, начавшимся в 1990-е годы. Ключом к этой закономерности служит понимание того, что (как говорилось в главе 5) универсальные инновации всегда требуют вспомогательных. Их развитие может занимать годы или даже десятилетия, что приводит к возникновению разрыва между периодами появления технологии и возникающего вследствие нее роста производительности. Это отчетливо заметно на обоих примерах — электрификации и компьютеризации.

Рис. 7.2. Производительность труда в двух эрах



Возможно, самыми важными вспомогательными инновациями выступают изменения в бизнес-процессах и организационные нововведения, появившиеся благодаря новым технологиям. Пол Дэвид, историк экономики из Стэнфордского и Оксфордского университетов, изучил данные по американским фабрикам после проведения на них электрификации и обнаружил, что планировка и организация работы оставались теми же, что и при использовании паровых

двигателей¹⁵⁰. На заводе, где станки приводились в движение паровым двигателем, энергия передавалась через мощный центральный вал, который, в свою очередь, управлял набором шкивов и коленчатых валов. Если вал был слишком длинным, то при вращении он мог сломаться, поэтому механизмы приходилось располагать неподалеку от основного источника питания: чем больше энергии требовалось станку, тем ближе к двигателю он должен был стоять. Промышленные инженеры пытались, используя все три измерения, размещать оборудование на этажах выше и ниже паровых двигателей, чтобы минимизировать расстояние.

По прошествии многих лет, когда на смену паровому двигателю пришло электричество, инженеры просто покупали самые мощные электрические моторы, которые только могли найти, и ставили их на место паровых двигателей. Даже когда фабрики выстраивались с нуля, они строились по прежней планировке. По этой причине не приходится удивляться тому, что, согласно исторической статистике, электрические моторы не приводили к значительному улучшению производительности. Конечно, на фабриках было меньше дыма и шума, зато новая технология не всегда была надежной. Производительность в целом практически не изменилась.

Лишь через 30 лет — срок, достаточный для того, чтобы старое поколение менеджеров ушло в отставку и сменилось новым, — планировка фабрик изменилась. Новые фабрики значительно больше напоминали те, которые мы видим в наши дни: любой цех мог простираться на несколько десятков метров. Вместо одной огромной машины каждый станок имел свой собственный небольшой электрический мотор. Машины, требующие максимальной энергии, больше не ставились ближе к источнику, новый дизайн фабрик был основан на простом и сильном новом принципе: естественном технологическом процессе. Производительность не просто повысила результаты работы на сборочных линиях — они выросли в два,

а то и в три раза. Более того, на протяжении большей части последовавшего столетия сопутствующие инновации, от принципов экономичности производства и металлургических мини- заводов до философии всеобщего управления качеством и методики оценки «Шесть сигм», продолжали поддерживать рост производительности.

Как и в случае прошлых прорывных инноваций, для эффективного использования всех преимуществ технологий второй эры машин требуются значительные перемены в организации рабочего процесса. Возьмем достаточно очевидный пример. Всемирная паутина, изобретенная Тимом Бернерсом-Ли в 1989 году, поначалу пригодилась лишь небольшой группе исследователей, занимающихся физикой элементарных частиц. Однако, отчасти благодаря дигитализации и сетям, ускорившим распространение идей, вспомогательные инновации сейчас возникают намного быстрее, чем в первую эру машин. Менее чем через 10 лет после появления Сети предприниматели уже придумали, как ее использовать для полного реформирования издательской деятельности и розничной торговли.

Менее заметные на первый взгляд крупные промышленные ИТ-системы, которые компании внедрили в 1990-е годы, оказали еще большее влияние на производительность¹⁵¹. В основном это произошло благодаря нахлынувшей волне перестройки бизнес-процессов. Например, компания *Walmart* смогла значительно повысить эффективность розничной торговли, внедрив системы, передававшие поставщикам данные о продажах. Ключевым моментом стало появление инноваций во вспомогательных процессах: запасы, управляемые поставщиком, кросс-докинг и гибкая система отклика на потребительский спрос. Все эти инновации со временем стали хрестоматийными примерами в учебниках для бизнес-школ. Нововведения позволили не только повысить продажи с 1 миллиарда долларов в неделю в 1993 году до 1 миллиарда долларов

каждые 36 часов в 2001 году, но и привели к бурному развитию всей розничной торговли и дистрибуции, а это, в свою очередь, — к росту производительности по всей стране¹⁵².

Инвестиции в ИТ резко выросли в 1990-е годы и достигли пика в последней половине десятилетия после того, как множество компаний обновило свое оборудование, чтобы воспользоваться преимуществами интернета, внедрило крупные промышленные системы и избежало последствий широко разрекламированной «проблемы 2000». В то же самое время инновации в области полупроводников позволили сделать гигантский скачок вперед, а рост расходов на ИТ обеспечил еще более быстрое повышение уровня компьютерной мощности. Через десять лет после того, как мы узнали о парадоксе компьютерной производительности, Дейл Йоргенсон из Гарварда, работавший вместе с Кевином Стироу в Федеральном резервном банке Нью-Йорка, провел тщательный анализ роста и пришел к заключению о том, что «возник определенный консенсус относительно того, что ускорение в 2000-е годы, вероятно, в значительной степени было связано с секторами экономики, производящими информационные технологии или наиболее интенсивно использующими ИТ-оборудование и программы»¹⁵³. Однако дела идут хорошо не только в компьютерной области. Кевин Стироу из Федерального резервного банка Нью-Йорка обнаружил, что в течение 1990-х годов наиболее продуктивными оказались отрасли, активнее других использовавшие ИТ. Эта закономерность стала еще более очевидной в недавние годы, судя по данным тщательного исследования Дейла Йоргенсона из Гарварда и двух его соавторов. Они обнаружили, что между 1990-ми и 2000-ми годами произошел резкий рост производительности в отраслях, активно использовавших ИТ, в то время как в отраслях экономики, где использование ИТ не было столь же обширным, производительность сократилась.

Важно отметить, что корреляция между компьютерами и производительностью была очевидна не только на уровне отраслей, но и на уровне отдельных компаний. В работе, которую Эрик написал вместе с Лорин Хитт из бизнес-школы Уортон (Пенсильванский университет), было обнаружено, что для компаний, активнее использующих ИТ, характерен более высокий уровень и рост производительности, чем для их конкурентов в отрасли¹⁵⁶.

В первые пять лет XXI века была заметна новая волна инноваций и инвестиций, которая на этот раз была связана не с компьютерным оборудованием, а с широким набором приложений и инноваций в бизнес-процессах. К примеру, как описывал Энди в кейсе, подготовленном для Гарвардской школы бизнеса, компания *CVS* обнаружила, что принятый в компании процесс заказа рецептурных средств казался клиентам довольно неудобным, поэтому компания перестроила и упростила его¹⁵⁶. Добавив несколько шагов в общеорганизационную систему программного обеспечения, компания смогла внедрить процесс заказа лекарств на более чем 4000 торговых точек, что привело к значительному росту удовлетворенности потребителей и, в конечном итоге, прибыли. Пример *CVS* довольно типичен. В статистическом анализе более чем 600 фирм, проведенном Эриком вместе с Лорин Хитт, было показано, что эффективность компьютеров с точки зрения производительности достигает заметного с точки зрения инвесторов уровня в среднем за 5–7 лет. Столько времени и усилий требуется, чтобы разработать вспомогательные инновации, обеспечивающие успех компьютеризации. На каждый доллар инвестиций в компьютерное оборудование компаниям нужно инвестировать еще до девяти долларов в программное обеспечение, обучение и перенастройку бизнес-процессов¹⁵⁷.

Эффекты организационных изменений такого рода стали особенно заметны в статистике производительности на

уровне отрасли¹⁵⁸. Резкий рост производительности в 1990-е годы был наиболее заметен в компьютерных отраслях, однако в первые годы XXI века общая производительность стала расти еще быстрее, когда повысилась продуктивность в других индустриях. Как и в случае других универсальных инноваций, значение компьютеров проявилось в их способности влиять на производительность далеко за пределами «домашней» отрасли.

В целом рост производительности в Америке в нулевые годы превысил даже стремительные темпы роста бурных 1990-х, которые, в свою очередь, были выше, чем рост в 1970-е или 1980-е годы¹⁵⁹.

В наши дни продуктивность американских рабочих выше, чем когда-либо в истории, однако, если пристальнее взглянуть на недавнюю статистику, можно увидеть немало интересных нюансов. Хорошие результаты были особенно заметны в первые годы десятилетия. Начиная с 2005 года рост производительности был уже не таким сильным. Как мы отмечали в пятой главе, это привело к новой волне беспокойства относительно «прекращения роста» у экономистов, журналистов и блогеров. Но пессимисты нас не убедили. Затишье в росте производительности после введения в употребление электричества совершенно не возвещало окончание экономического роста, как, впрочем, и затишье в 1970-е.

Отчасти нынешнее замедление отражает Великую рецессию и ее последствия. Времена рецессий всегда наполнены вполне понятным пессимизмом, а пессимизм неизбежно распространяется на наши представления о технологии и будущем. Финансовый кризис и лопнувший пузырь на рынке жилья привели к утрате доверия потребителей и негативно сказались на их достатке, что привело, в свою очередь, к резкому снижению спроса и величины ВВП. Хотя рецессия технически завершилась в июне 2009 года (а мы пишем эти строки в 2013 году), экономика США все еще

работает на уровне ниже своего потенциала, безработица составляет 7,6 процента, а производственные мощности загружены на 78 процентов. В такие кризисные времена любой показатель, числитель которого содержит уровень производительности труда, будет снижаться, по крайней мере некоторое время. Глядя на историю, вы видите, что в первые годы Великой депрессии, в 1930-е, производительность не просто замедлилась, но падала два года подряд, — однако в нынешние времена ничего подобного не наблюдается. Пессимизм в отношении роста в 1930-е годы был намного выше, однако следующие три десятилетия оказались чуть ли не самыми успешными в XX веке. Давайте вернемся к рис. 7.2 и внимательнее посмотрим на заштрихованный участок линии, соответствующий периоду после падения производительности в начале 1930-х. Вы увидите самую огромную волну роста и благоденствия за всю первую эру машин.

Объяснение такого скачка производительности связано с запаздыванием, возникающим после внедрения универсальных инноваций. Последствия электрификации растянулись почти на целый век, по мере того как на предприятиях внедрялись все новые вспомогательные инновации. Еще более сильное воздействие оказывают цифровые универсальные инновации второй эры машин. Даже если действие закона Мура приостановится в наши дни, можно ожидать, что вспомогательные инновации будут развиваться и усиливать производительность еще в течение нескольких десятилетий. Однако в отличие от парового двигателя или электричества, технологии второй эры машин продолжают улучшаться в невероятно быстром экспоненциальном темпе, открывая еще больше возможностей для комбинаторных инноваций. На этой дороге не все будет гладко — хотя бы потому, что никто не отменял типичной для бизнеса цикличности, — однако мы уже смогли заложить фундамент для того, чтобы воспользоваться полученным Даром, размер которого значительно превышает все, что нам доводилось видеть прежде.

Глава 8.

Шаг в сторону от ВВП

ВВП не учитывает красоту нашей поэзии или интеллектуальный уровень наших политических споров.

ВВП не служит мерой нашего ума или отваги, нашей мудрости или нашей учености, нашего сострадания или нашей преданности. Короче говоря, ВВП измеряет все, кроме того, что придает жизни смысл.

Роберт Ф. Кеннеди

Когда президент США Герберт Гувер в начале Великой депрессии пытался понять, что происходит, и разработать программу по борьбе с ней, комплексной системы национальных отчетов еще не существовало. Ему пришлось полагаться на разрозненные наборы данных о загрузке грузовых автомобилей, потребительских цен и фондовых индексов, которые представляли лишь неполную и часто ненадежную картину экономической деятельности. Первая оценка национального дохода была представлена Конгрессу в 1937 году. В основе этого проекта лежал новаторский труд лауреата Нобелевской премии Саймона Кузнецца, работавшего вместе с исследователями Национального бюро экономического анализа и командой министерства торговли США. В результате был сформулирован набор показателей, послуживших своего

рода маяками, которые осветили множество важнейших изменений, трансформировавших экономику страны в течение XX века.

Однако по мере изменения экономики должны были измениться и показатели ее оценки. Во второй эре машин мы все больше заботимся об идеях и меньше — о вещах; о мыслях, а не о материи; о битах, а не об атомах; о взаимодействии, а не о единичных сделках. Огромная ирония информационной эпохи состоит в том, что мы зачастую знаем об источниках ценности в экономике меньше, чем 50 лет назад. В сущности, значительная часть изменений оставалась незамеченной в течение долгого времени просто потому, что мы не знали, куда нужно смотреть. Огромный слой экономической деятельности просто не виден в официальных данных, и он не учитывается в отчетах о прибылях, убытках и балансе большинства компаний. Бесплатные цифровые товары, экономика совместного потребления (*sharing economy*), нематериальные активы и перемены в том, как мы строим свои отношения, уже оказали огромное влияние на наше благосостояние. Но они также требуют новых организационных структур, новых навыков, новых учреждений, а возможно, и пересмотра нашей системы ценностей.

Музыка для ваших ушей

История о перемещении музыки с физических носителей в компьютерные файлы рассказывалась уже многократно и со множеством деталей, однако зачастую самые интересные аспекты этого процесса упускаются из вида. Музыка прячется от нашей традиционной экономической статистики. Продажи музыки на физических носителях снизились

с 800 миллионов единиц в 2004 году до менее чем 400 миллионов в 2008-м. В то же самое время общее количество проданных единиц музыки росло, причем наиболее активный рост шел в области цифровых покупок. Активно начали развиваться такие сервисы, как *iTunes*, *Spotify* и *Pandora*, предлагавшие потоковое аудио, и, конечно же, данные о продажах не отражали огромного количества песен, которые копировались, воспроизводились в виде потоков или загружались совершенно бесплатно, часто через пиратские сайты. До начала активного развития формата *MP3* даже у самого прожженного меломана, подвал которого до крыши набит пластинками, кассетами и компакт-дисками, не было и минимальной доли от тех 20 миллионов песен, которые может в наши дни прослушать на своем смартфоне любой ребенок с помощью сервисов типа *Spotify* или *Rhapsody*. Кроме того, хорошее исследование, проведенное Джоэлом Вальдфогелем из Университета штата Миннесота, содержит количественные свидетельства того, что общее качество музыки ничуть не снизилось в последние десятилетия, и, более того, сейчас оно выше в сравнении с любым периодом из прошлого¹⁶⁰. И если вы похожи на большинство других людей, то вы слушаете больше музыки (причем более качественно воспроизведенной), чем когда-либо прежде.

Так что же исчезло в мире музыки? Ее ценность не изменилась, изменилась лишь цена. За период с 2004 по 2008 год совокупные доходы от продаж музыки упали с 12,3 до 7,4 миллиарда долларов — то есть снизились на 40 процентов. Даже если мы подсчитаем все цифровые продажи рингтонов для мобильных телефонов, все равно окажется, что общие доходы для звукозаписывающих компаний снизились на 30 процентов.

Похожие в экономическом отношении вещи происходят, когда вы читаете сетевые версии *New York Times*, *Bloomberg Business Week* или *MIT Sloan Management Review* по сниженной цене или вообще бесплатно, а не покупаете газету

в киоске, или когда вы используете *Craigslist* вместо платных объявлений, или же когда вы делитесь фотографиями через *Facebook* вместо того, чтобы отправлять распечатанные на фотобумаге карточки друзьям и родственникам. Аналоговые доллары превращаются в цифровые центы.

К настоящему моменту количество страниц цифрового текста и изображений в Сети, по некоторым расчетам, превысило один триллион¹⁶¹. Как и говорилось в главе 4, биты создаются практически с нулевыми издержками и способны почти мгновенно передаваться по всему миру. Более того, копия цифрового товара полностью идентична оригиналу. Это ведет нас к появлению совершенно другой экономики и возникновению некоторых проблем с измерениями. Когда человек, уехавший в командировку, звонит домой и общается со своими детьми через *Skype*, это не повышает ВВП, но нельзя сказать, что это действие не обладает вообще никакой ценностью. Даже самый богатый барон-разбойник не смог бы купить этот сервис. Каким же образом нам измерять прибыль от бесплатных товаров или услуг, недоступных в прежние времена?

Чего не учитывает ВВП

Несмотря на все внимание экономистов, научных мыслителей, журналистов и политиков, которое притягивает к себе ВВП, этот показатель неспособен (даже при идеальной методике измерения) оценить уровень нашего благосостояния. Конечно, тенденции в области повышения ВВП и производительности, описанные нами в главе 7, важны, однако их вряд ли можно считать удовлетворительными параметрами оценки нашего общего или даже экономического благосостояния.

Роберт Кеннеди поэтично высказался по этому поводу, и мы решили вынести его высказывание в начало данной главы.

И хотя присваивать финансовую ценность словам самого Кеннеди кажется нам не особенно логичным, мы можем значительно лучше понять основы экономического прогресса, рассматривая некоторые изменения в товарах и услугах, которые мы можем потреблять. Довольно быстро нам становится ясно, что цифры официальной статистики не только не позволяют оценить в полной мере всю величину врученному нам Дара, но и начинают все чаще вводить нас в заблуждение.

Помимо музыки, сегодняшний ребенок со смартфоном в каждый данный момент имеет доступ к большему объему информации, чем президент США 20 лет назад. «Википедия» утверждает, что в ней содержится в 50 раз больше информации, чем в Британской энциклопедии, основной компиляции знаний на протяжении большей части XX века¹⁶². Как и в «Википедии», но в отличие от Британской энциклопедии, значительная часть информации и развлекательного контента в наши дни бесплатна, как и свыше миллиона приложений для смартфонов¹⁶³.

Поскольку они бесплатны, эти сервисы практически незаметны в официальной статистике. Они обогащают экономику, но не добавляют долларов показателю ВВП. А поскольку наши данные о производительности, в свою очередь, основаны на показателях ВВП, рост доступности бесплатных товаров никак не отражается в статистике производительности. Тем не менее не приходится сомневаться в том, что эти товары все же обладают реальной ценностью. Если девушка смотрит фильм на *YouTube* вместо того, чтобы пойти в кинотеатр, она извлекает больше чистой стоимости из *YouTube*, чем из традиционного кинотеатра. А когда ее брат, вместо того чтобы купить новую видеогру, скачивает бесплатное игровое приложение на свой *iPad*, то делает, по сути, то же самое.

Бесплатное: хорошо для нашего благосостояния, плохо для ВВП

В некоторых случаях распространение бесплатных продуктов способно даже снизить ВВП. Если затраты по созданию и доставке энциклопедии, которая может разместиться на вашем компьютере, составляют несколько центов, а не тысячи долларов, то понятно, что это идет вам на пользу. Однако такое снижение затрат не только повышает ваше личное благосостояние, но и снижает величину ВВП. Иными словами, показатель ВВП сдвигается в направлении, обратном нашему истинному благосостоянию. Довольно простой переход от СМС к бесплатным текстовым сервисам типа *Apple's iChat*, бесплатные доски объявлений типа *Craigslist* вместо рекламы в газетах или бесплатные звонки по *Skype* вместо традиционного телефонного сервиса стирают миллиарды долларов из выручки компаний и статистики по ВВП¹⁶⁴.

Как показывают все эти примеры, наше экономическое благосостояние слабо связано с ВВП. К сожалению, многие экономисты, журналисты и общество в целом продолжают использовать термин «рост ВВП» как синоним «экономического роста». В течение большей части XX века подобное сравнение было вполне справедливым. Если мы полагаем, что каждая дополнительная единица производства приводит к пропорциональному увеличению благосостояния, то при подсчете количества таких единиц (как в случае статистики по ВПП) мы сможем получить довольно точную картину благосостояния. В стране, которая продает много автомобилей, зерна и стали, жители, скорее всего, живут лучше других.

Однако с учетом того, что год от года появляется все больше цифровых товаров, не имеющих цены, выраженной в денежных единицах, подобная традиционная для расчета ВВП эвристика становится все менее полезной. Как мы обсуждали в главе 4, применительно ко второй эре машин

часто используется термин «информационная экономика», и для этого есть свои веские причины. В наши дни больше людей, чем когда-либо в истории, пользуются «Википедией», *Facebook*, *Craigslist*, *Pandora*, *Hulu* и *Google*, и каждый год возникают тысячи новых цифровых товаров.

Бюро экономического анализа США определяет вклад информационного сектора в экономику в виде суммы от продаж программ, публикаций, фильмов, звукозаписей, трансляций, а также телекоммуникационных услуг и услуг по обработке данных. Судя по официальным показателям, все это составляет лишь 4 процента текущего ВВП, то есть та же доля ВВП, что и в конце 1980-х годов, еще до изобретения Всемирной паутины. Понятно, что это неправильно. Официальной статистике не хватает методики расчета реальной ценности, создаваемой в нашей экономике.

Измерение роста с помощью машины времени: что бы вы предпочли?

Способны ли мы усовершенствовать такой показатель нашего благосостояния, как ВВП? Экономисты зачастую используют необычный подход, напоминающий детскую игру «Что бы вы выбрали...?». В каталоге компании *Sears* за 1912 год были перечислены тысячи позиций, начиная с автомобиля «Сирз» за 335 долларов до десятков пар женских туфель, и некоторые из них стоили всего лишь полтора доллара. Давайте предположим, что я дал вам расширенную версию этого каталога, в котором перечислены *все* товары и услуги, доступные в 1912 году, — не только от *Sears*, а от всех продавцов, имевшихся на рынке в том году¹⁶⁵. Что бы вы предпочли — заняться шопингом, руководствуясь только

старым каталогом, причем по ценам 1912 года? Или же заплатить за полный набор сегодняшних товаров и услуг по сегодняшним ценам?

Или, для упрощения сравнения, давайте возьмем два более свежих каталога, например за 1993 и 2013 годы. Если бы вы могли потратить 50 тысяч долларов, то что бы вы предпочли — купить любой автомобиль 1993 года (совершенно новый) по цене 1993 года или автомобиль 2013 года по ценам 2013 года? Захотели бы вы покупать по ценам 1993 года бананы, контактные линзы, куриные крылышки, рубашки, стулья, банковские услуги, авиабилеты и билеты в кино, телефонные услуги, услуги здравоохранения и коммунальные услуги, электрические лампочки, компьютеры, бензин и другие товары и услуги, которые были доступны в 1993 году? Или же вы предпочли бы покупать эквивалент всего этого на 2013 год по ценам 2013 года?

Сами по себе бананы или литр бензина не особенно изменились с 1993 года, поэтому единственная разница состоит в их цене. И если бы это было единственным отличием, нам было бы достаточно рассчитать уровень инфляции, и сравнение оказалось бы очень простым. Однако ряд товаров и услуг, появившихся во второй эре машин, например мобильный телефон с возможностью выхода в интернет, сильно изменились за прошедшие 20 лет, поэтому реальная, соответствующая качеству цена могла снизиться, даже если номинальная розничная цена товара или услуги повысилась. Кроме того, появилось множество товаров, особенно цифровых, которых в 1993 году просто не существовало. А некоторые старые товары и услуги перестали производиться или вышли из употребления. В наши дни довольно сложно найти хороший ремень для правки опасной бритвы¹⁶⁶, персональный компьютер выпуска 1993 года или автомобильную заправку, работник которой бесплатно вымоет вам ветровое стекло, как в добрые старые времена.

После того как вы выберете каталог, который нравится вам больше, предстоит определить, какую сумму нужно заплатить вам для того, чтобы вы перестали видеть разницу между двумя каталогами. Если я должен заплатить вам на 20 процентов больше для того, чтобы покупки по новому каталогу доставили вам такое же удовлетворение, что и покупки по старому, значит, что общий ценовой индекс повысился на 20 процентов. А если ваш доход за последние 20 лет не изменился, то снижение вашей покупательной способности приведет к эквивалентному снижению вашего уровня жизни. Аналогичным образом, если ваш доход растет быстрее, чем ценовой индекс, то это приводит к повышению ваших стандартов жизни.

Этот подход имеет смысл с концептуальной точки зрения. И именно он лежит в основе метода, с помощью которого большинство современных правительств рассчитывают изменения в стандарте жизни. К примеру, на анализе такого рода основаны расчеты корректировок, использующиеся для индексирования платежей по социальному страхованию¹⁶⁷. Однако данные для этих расчетов, по вполне понятным причинам, почти всегда основаны на рыночных транзакциях, при которых деньги переходят из рук в руки. Экономика бесплатного просто не принимается во внимание.

Потребительская выгода: сколько вам пришлось бы заплатить при необходимости?

Альтернативный подход предполагает измерение потребительского излишка, создаваемого товарами и услугами. Показатель потребительского излишка сравнивает сумму, которую

хотел бы заплатить потребитель, с суммой, которую ему *приходится* платить в реальности. Если вы готовы с радостью заплатить один доллар за возможность прочитать утреннюю газету, но получаете ее бесплатно, то величина вашего потребительского излишка равняется одному доллару. Однако, как было отмечено выше, замена газеты бесплатным новым эквивалентом приведет к *снижению* ВВП, хотя и *увеличит* потребительский излишек¹⁶⁸. В данном случае он может счи-таться более качественным показателем нашего экономиче-ского благосостояния. Но, несмотря на всю привлекательность концепции потребительской выгоды, измерить этот показатель невероятно сложно.

Впрочем, это не помешало множеству исследователей произвести кое-какие расчеты. В 1993 году Эрик написал работу, в которой рассчитал, что быстро растущий из-за снижения цены на компьютеры потребительский излишек повышал экономическое благосостояние примерно на 50 миллиардов долларов каждый год^{169*}.

* С тех пор исследователи смогли найти ряд сходных тенденций. В 2012 году экономисты Джереми Гринвуд и Карен Копецки, используя тот же подход, обнаружили аналогичную тенденцию роста для одних только персональных компьютеров. Еще одна пара экономистов, Шейн Гринстайн и Райан Макдевитт, попытались выяснить величину потребительского излишка, создаваемого распространением широкополосного доступа в интернет. Они изучили постепенное снижение реальной цены на широкополосный интернет и рост использования этой услуги. Затем они смогли рассчитать, какую сумму хотели бы платить пользователи, и сравнили ее с реально выплаченной суммой, тем самым рассчитав величину потребительского излишка.

Исследовательская команда из компании *McKinley* использовала более прямой подход. Она опросила 3360 потребителей о том, какую сумму они хотели бы заплатить за 16 конкретных услуг, доступных через интернет. В среднем потребители были готовы платить по 50 долларов в месяц. На основании этих данных команда рассчитала, что благодаря бесплатному интернету американцы получили потребительский излишек в размере свыше 35 млрд долларов. Наиболее важной кате-горией для пользователей оказалась электронная почта, от которой совсем немного отставали социальные сети типа *Facebook*.

Разумеется, когда изучаемый продукт уже доступен бесплатно, изучение снижения цен не поможет. Недавние исследования, проведенные Эриком вместе с Чжу Хи-О, аспиранткой из МТИ, были основаны на ином подходе. Исследователи начали с наблюдения, что, даже когда люди не расплачиваются деньгами, они все равно отдают кое-что в процессе использования интернета — а именно свое время¹⁷⁰. Неважно, насколько мы богаты или бедны; у каждого из нас в сутках есть 24 часа. За использование *YouTube*, *Facebook* или электронной почты мы должны «платить» своим вниманием. За период между 2000 и 2011 годами американцы начали тратить почти в два раза больше свободного времени на интернет. Получается, они ценят такое времяпрепровождение больше, чем какое-либо другое. Изучив ценность времени пользователей и сравнив время отдыха, проведенное в интернете, с другими способами отдыха, Эрик и Чжу Хи-О рассчитали, что интернет ежегодно создавал около 2600 долларов потребительского излишка в расчете на пользователя. Это никоим образом не проявилось в статистике по ВВП, но если бы это было иначе, рост ВВП — а следовательно, и рост производительности — составлял бы на 0,3 процента больше каждый год. Иными словами, вместо официального роста производительности на 1,2 процента на 2012 год он должен был бы составлять 1,5 процента.

В противовес отдыху, когда чем больше времени — тем лучше, на работе важна экономия времени. Хэл Вариан, главный экономист *Google*, занимался изучением экономии времени, возникающей благодаря организации поиска через *Google*¹⁷¹. Вместе со своей командой он собрал случайную выборку запросов к *Google* типа «Влияет ли использование масла или маргарина в качестве ингредиента печенья на его размер?». Затем исследователи попытались как можно быстрее найти ответы на эти вопросы без помощи *Google* — например, пользуясь библиотекой. Среднее время на поиск ответа без

Google составило 22 минуты (не считая времени путешествия до библиотеки!), а при использовании *Google* время составило всего 7 минут. В среднем *Google* позволял экономить до 15 минут в расчете на запрос. Если вы умножите эту разницу во времени по всем запросам, которые делает средний американец, на его среднечасовую зарплату (22 доллара), то получите около 500 долларов на одного работника в год.

Однако любой человек, знакомый с соблазнами путешествия по интернету (например, с целью «собирать материал» для книги), может подтвердить, что зачастую довольно сложно четко разграничить работу и игру или определить баланс затрат и количества произведенной продукции, который подсчитывают экономисты. Миллиарды часов, которые люди тратят на закачку контента, проставление тегов и комментирование фотографий в таких социальных медиа, как *Facebook*, вне всякого сомнения, создают определенную ценность для их друзей, родственников и даже совершенно чужих людей. Однако в то же самое время эти часы ничем не компенсируются, поэтому можно предположить, что люди, занимающиеся такой «работой», считают ее чем-то более приятным и полезным, чем другой вид досуга. Чтобы оценить масштаб предпринимаемых ими усилий, достаточно знать, что в прошлом году пользователи *Facebook* в совокупности проводили на этом сайте около 200 миллионов часов каждый день, в основном создавая контент для потребления другими пользователями¹⁷². Это больше человеко-часов, чем потребовалось для строительства Панамского канала¹⁷³. Ничто из этого не было учтено в нашей статистике ВВП ни в качестве затрат, ни в качестве готового продукта, однако подобные виды деятельности с нулевой зарплатой и нулевой ценой продукта все равно вносят вклад в наше благосостояние. Исследователи, такие как Луис фон Ах из Карнеги—Меллон, работают над способами мотивации и организации миллионов людей, чтобы извлекать выгоду из коллективных проектов в интернете¹⁷⁴.

Новые товары и услуги

В начале 1990-х, во времена интернет-бума, венчурные капиталисты шутили, что в новой экономике есть только два числа: бесконечность и ноль. Разумеется, значительная часть ценности в новой экономике была связана со снижением цены многих товаров до нуля. Но что насчет другого конца этого спектра, когда цена падает от бесконечности до какого-то конечного числа? Предположим, что компания *Warner Bros.* делает новый фильм, а вы можете посмотреть его за девять долларов. Повысилась ли величина вашего благосостояния? До того как фильм задуман, отснят и смонтирован, вы не можете купить его ни по какой, даже по самой высокой цене. В определенном смысле девять долларов представляют собой достаточно крупное снижение цен от уровня бесконечности или любой другой максимальной цены, которую вы захотели бы заплатить. Кроме того, теперь у нас есть доступ ко всем тем новым услугам, которые прежде не существовали и о которых мы рассказывали в предыдущих главах. В значительной степени повышение уровня нашего благосостояния в течение прошлого века происходило не только из-за снижения цены существовавших товаров, но и из-за расширения диапазона доступных товаров и услуг.

Не менее 77 % компаний — разработчиков программ ежегодно сообщают о выводе на рынок новых продуктов, а розничная торговля в интернете позволила значительно расширить диапазон товаров, доступных для большинства потребителей¹⁷⁵. С помощью всего нескольких кликов мыши вы можете найти и купить более двух миллионов книг на сайте *Amazon.com*. Для сравнения: в типичном «физическом» книжном магазине имеется около 40 000 наименований, а в крупнейшем магазине сети *Barnes & Noble* в Нью-Йорке имеется всего 250 000. Как было показано в исследовательской работе, которую Эрик написал вместе с Майклом

Смитом и Джеком Ху, аналогичное расширение предложения в онлайн-подборках наблюдалось и в других категориях, таких как видео, музыка, электроника и предметы коллекционирования. Каждый раз, когда на рынке появляется новый доступный продукт, он повышает потребительскую выгоду.

В ходе размышлений о создаваемой ценности мы можем представить себе, что новый продукт существовал всегда, но по столь высокой цене, что никто просто не мог себе его позволить. Повышение доступности в этом смысле эквивалентно снижению цены до более разумного уровня. Произошло значительное повышение количества ассортиментных единиц (*SKU*) в большинстве физических магазинов, поскольку компьютеризированные системы управления складами, цепочками поставок и производством стали более эффективными и гибкими. Но с точки зрения экономики в целом официальные данные по ВВП не включают в себя ценность новых товаров и услуг, которые, согласно данным экономиста Роберта Гордона*, обеспечивают еще около 0,4 % дополнительного роста каждый год.

Помните, что рост производительности в течение почти всего прошлого века составлял около двух процентов в год, так что вклад новых товаров довольно-таки значителен.

Репутация и рекомендации

Кроме того, дигитализация создает еще одно, не всегда заметное на первый взгляд преимущество для огромного диапазона товаров и услуг, которые уже существуют в эконо-

* Да, это тот наш давний друг Роберт Дж. Гордон, о котором мы рассказывали в главе 6. См. http://faculty-web.at.northwestern.edu/economics/gordon/p376_ipm_final_060313.pdf.

мике. Снижение издержек поиска и транзакционных расходов приводит к ускорению и упрощению доступа, а также повышает эффективность и удобство. Например, рейтинговый сайт *Yelp* собирает миллионы клиентских отзывов, позволяющих другим клиентам находить заведения питания определенного качества и ценового уровня даже в незнакомых городах. А резервационный сервис *OpenTable* позволяет им забронировать столик в нужном ресторане всего за несколько кликов.

В совокупности цифровые инструменты такого рода приводят к значительным изменениям. В прошлом общий уровень незнания защищал неэффективных или некачественных продавцов от разоблачения ничего не подозревающими потребителями, а географические ограничения сужали степень конкуренции с другими продавцами. С появлением структурированных сайтов, проводящих сравнения, таких как *FindTheBest.com* и *Kayak*, авиапутешествия, банковские и страховые услуги, продажи автомобилей, киноиндустрия и многие другие отрасли вынуждены трансформироваться, поскольку у потребителей появилась возможность быстро находить и сравнивать между собой конкурирующих продавцов. Продавцам услуг, уровень которых ниже стандартного, больше не стоит рассчитывать на наивных или плохо информированных потребителей. Никакой продавец больше не может считать себя защищенным от конкурентов из других регионов, которые способны оказать более качественную услугу за меньшие деньги. Исследование, проведенное Майклом Лукой из Гарвардской школы бизнеса, показало, что повышение степени прозрачности помогло небольшим независимым ресторанам успешно конкурировать с большими сетями, поскольку потребители могут быстрее найти качественные блюда с помощью рейтинговых сервисов типа *Yelp* и меньше верят теперь в дорогостоящие маркетинговые кампании раскрученных брендов¹⁷⁶.

Нематериальные преимущества, возникающие благодаря росту распределенной экономики — улучшение соответствия между ожиданиями и предложением, своевременность, качество обслуживания клиентов и более высокая степень удобства, — представляют собой именно те преимущества, которые, по заключению Комиссии Боскина, сделанному в 1996 году, хуже всего отражались в нашей официальной статистике цен и ВВП¹⁷⁷. И это еще раз подтверждает тот факт, что подлинный рост значительнее, чем нам обычно показывает статистика.

Нематериальные активы

Мы потребляем все больше бесплатных товаров, а в экономике все большую долю основных фондов занимают нематериальные активы. Производство во второй эре машин меньше зависит от физического оборудования и структур и значительно больше — от четырех категорий нематериальных активов: интеллектуальной собственности, организационного капитала, контента, создаваемого пользователями, и человеческого капитала.

Интеллектуальная собственность включает в себя патенты и копирайты. Начиная с 1980-х годов частота получения патентов американскими изобретателями быстро растет¹⁷⁸. Растут и масштабы других типов интеллектуальных активов¹⁷⁹. Кроме того, значительное количество результатов исследовательских проектов никогда не оформлялось как интеллектуальная собственность, что не снижает их ценности.

Вторая, еще более крупная категория нематериальных активов — это организационный капитал, представляющий

собой новые бизнес-процессы, техники производства, организационные формы и модели бизнеса. Эффективное использование новых технологий второй эры машин почти всегда требует изменений в организации работы. К примеру, если уж компания тратит миллионы долларов на компьютерное оборудование и программы для новой системы планирования ресурсов предприятия, то она обычно меняет также и сами рабочие процессы, а это обходится в 3–5 раз дороже, чем первоначальные инвестиции в компьютерное оборудование и программы. Но если затраты на оборудование и программы включаются в расчеты величины капитала, то с новыми бизнес-процессами этого не происходит, хотя они долговечнее, чем любое оборудование. Согласно нашему исследованию, точный учет нематериальных активов, связанных с компьютерами, позволил бы добавить более двух триллионов долларов к официальному показателю величины основных фондов в экономике США¹⁸⁰.

Контент, создаваемый пользователями, — это третья, меньшая по размеру, однако не менее быстро растущая категория нематериальных активов. Пользователи *Facebook*, *YouTube*, *Twitter*, *Instagram*, *Pinterest* и других площадок не только потребляют бесплатный контент и извлекают потребительскую выгоду, о которой мы писали выше, но и создают основную часть этого контента. Каждый день в *YouTube* добавляется 43 200 часов новых видеоматериалов¹⁸¹, а в *Facebook* ежедневно загружается около 250 миллионов новых фотографий¹⁸². Помимо этого, пользователи создают важный, но сложно поддающийся оценке контент в форме обзоров на сайтах типа *Amazon*, *TripAdvisor* и *Yelp*. Кроме этого, пользовательский контент включает в себя простую бинарную информацию, которая позволяет сортировать обзоры и предлагать сначала лучшие продукты (вот зачем *Amazon* спрашивает: «Был ли этот обзор полезен для вас?»). Сейчас многие компании, которые специализируются на

производстве компьютеров и программ, занимаются усовершенствованием операций, связанных с пользовательским контентом. К примеру, смартфоны и приложения для смартфонов включают простые или автоматические инструменты для размещения фотографий в *Facebook*. Этот контент обладает ценностью для других пользователей и может представлять собой еще один тип нематериальных капитальных активов, вносящих свой вклад в рост нашего коллективного богатства.

Четвертая и самая большая категория — это ценность человеческого капитала. Множество лет, которые все мы проводим в школах за изучением навыков типа чтения, письма и арифметических вычислений, а также дополнительное обучение и самообучение повышают нашу продуктивность и в некоторых случаях приносят замечательные плоды. Но эти занятия также делают свой вклад в запас капитала страны. Согласно расчетам Дейла Йоргенсена и Барбары Фраумени, ценность человеческого капитала в США в 5–10 раз больше, чем ценность всего физического капитала¹⁸³. Человеческий капитал не всегда был важен для экономики. Великий экономист Адам Смит понимал, что одним из важнейших недостатков первой эры было то, что она заставляла рабочих заниматься одним и тем же. В 1776 году он заметил: «Человек, вся жизнь которого проходит в выполнении немногих простых операций, приводящих к одному и тому же результату, не имеет случая упражнять свою сообразительность»¹⁸⁴. Чуть ниже мы обсудим, что инвестиции в человеческий капитал будут обретать все большую важность, так как рутинные задачи автоматизируются и потребность в человеческой креативности повышается.

Несмотря на всю важность этих нематериальных активов, официальный показатель ВВП их игнорирует. Например, контент, создаваемый пользователями, предполагает неизмеренный объем труда, создающий неизмеренный

актив, который потребляется неизмеренными способами и создает неизмеренную потребительскую выгоду. Однако в последние годы начали предприниматься некоторые попытки создать экспериментальные «сателлитные счета», отслеживающие некоторые из категорий нематериальных активов в экономике США. К примеру, новые сателлитные счета, созданные Бюро экономического анализа, показывают, что инвестиции в капитал, связанный с научно-исследовательской деятельностью, составили около 2,9 % ВВП и позволили повысить экономический рост примерно на 0,2 % в год в период между 1995 и 2004 годами¹⁸⁵.

Сложно сказать, насколько именно велико искажение, вызванное отсутствием правильного учета всех типов нематериальных активов, однако мы имеем все основания считать, что официальные данные недооценивают их вклад*.

* В отличие от неизмеримых и нематериальных потребительских товаров, плохие показатели, оценивающие нематериальные товары производственного назначения, не приводят к автоматическому искажению официальной статистики производительности. С одной стороны, нематериальные товары производственного назначения, как и любые другие нематериальные активы, повышают показатели выпуска. Однако в то же самое время они используются на производстве и тем самым увеличивают затраты. В стабильном состоянии, когда показатели на входе и выходе растут в одном и том же темпе, эти два эффекта отменяют друг друга, так что в итоговых показателях нет искажения. Стабильный рост наблюдается для некоторых типов нематериальных активов, таких как активы в области человеческого капитала, создаваемые образованием. Однако в других категориях, таких как организационный капитал, связанный с компьютерами, или создаваемый пользователями капитал на сайтах с цифровым контентом, заметен быстрый рост. Эти категории нематериальных активов недооценены в официальных данных по производительности.

Вторая эра машин требует новых показателей

Один из фундаментальных принципов менеджмента — делается только то, что может быть измерено. Современный расчет ВВП был, вне всякого сомнения, большим шагом вперед для экономического прогресса. Пол Самуэльсон и Билл Нордхауз говорят об этом так: «Хотя ВВП и другие подсчеты национального дохода могут казаться плодом довольно загадочных концепций, их смело можно считать одними из великих изобретений XX века»¹⁸⁶.

Но инновации в области цифрового бизнеса требуют инноваций и в области экономических показателей. Если в нашем распоряжении имеются лишь неправильные средства измерения, мы будем принимать неверные решения и получать неверные результаты. Если мы ограничиваемся измерениями лишь материальных активов, то просто не заметим нематериальные активы, улучшающие наше благосостояние. Если мы не замеряем уровни загрязнения или инноваций, то в итоге уровень загрязнения будет слишком большим, а уровень инноваций — недостаточным. Но невозможно подсчитать все важное, и не все, что мы подсчитываем, важно.

По словам лауреата Нобелевской премии Джо Стиглица,

мы уже давно признали, что ВВП — это довольно плохой показатель оценки благосостояния или даже рыночной активности. Изменения в обществе и экономике усилили проблему, но развитие методов экономической науки и статистики, возможно, даст нам возможность усовершенствовать показатели¹⁸⁷.

Новые показатели будут отличаться от прежних с концептуальной и практической точек зрения. Мы можем и дальше опираться на опросы и другие техники, используемые

исследователями. К примеру, индекс человеческих достижений использует статистику в областях здравоохранения и образования для заполнения пробелов в официальной статистике по ВВП¹⁸⁸; многомерный индекс бедности использует 10 различных индикаторов — таких как питание, санитарные условия и доступ к воде, — для оценки благосостояния в развивающихся странах¹⁸⁹. В периодических демографических и медико-санитарных исследованиях используются показатели детской смертности и другие индикаторы, связанные с темой здоровья¹⁹⁰.

В этой области уже развивается несколько многообещающих проектов. Джо Стиглиц, Амартия Сен и Жан-Поль Фитусси создали детальное руководство на тему серьезной перестройки нашей экономической статистики¹⁹¹.

Еще один интересный проект — это индекс социального прогресса, разработкой которого занимаются Майкл Портер, Скотт Стерн, Роберто Лория и их коллеги¹⁹². Они начали измерять значения индекса «валового национального счастья» в Бутане. В основе индекса благосостояния *Gallup Healthways* также лежат долгосрочные опросы¹⁹³.

Все это — важные улучшения, и мы от всей души поддерживаем их. Однако самая главная возможность связана с использованием того, что присуще именно второй эре машин, — огромного объема, разнообразия и своевременности данных, доступных в цифровом виде. Интернет, мобильные телефоны, встроенные в оборудование сенсоры и множество других источников поставляют нам непрекращающийся поток данных. К примеру, Роберто Ригобон и Альберто Кавальо ежедневно измеряют цены онлайн-магазинов по всему миру, что позволяет им создавать новый индекс инфляции — более быстрый и во многих случаях более надежный, чем официальные данные, собираемые через ежемесячные опросы на значительно меньших по размеру выборках¹⁹⁴. Другие экономисты используют спутниковые карты ночного освещения

городов для оценки экономического роста в различных частях мира или частоту запросов в *Google* для оценки изменений в уровнях безработицы и обеспеченности жильем¹⁹⁵. Использование этой информации позволит нам совершить квантовый скачок в понимании экономики, подобно тому как эта информация уже изменила маркетинг, производство, финансы, розничную торговлю и буквально все аспекты принятия решений в мире бизнеса.

По мере того как доступным становится все больший объем данных, а экономика продолжает меняться, способность задавать правильные вопросы станет жизненно необходимой. Неважно, насколько ярко светит фонарь — вы не сможете найти под ним ключи, если потеряли их в другом месте. Мы должны серьезно подумать о том, что мы действительно ценим, что еще нам нужно и от чего нам стоит отказаться. ВВП и рост производительности важны, однако они представляют собой лишь средство, а не самоцель. Хотим ли мы увеличивать потребительскую выгоду? В этом случае знаками нашего прогресса будут более низкие цены или больше возможностей для отдыха, даже если все это в конечном итоге приводит к снижению ВВП. И, конечно же, многие из наших целей носят неденежный характер. Нам не следует игнорировать экономические показатели, однако мы не должны позволить им заменять другие ценности только потому, что эти показатели лучше поддаются измерениям.

В то же самое время нам следует помнить о том, что статистика по ВВП и производительности не позволяет обратить достаточно внимания на то, что мы ценим, даже при детальном изучении. Более того, разрыв между тем, что мы измеряем, и тем, что ценим на самом деле, растет каждый раз, когда мы обретаем доступ к новому товару или услуге, не существовавшим ранее, или когда существующие товары становятся бесплатными (что довольно часто возникает при их дигитализации).

Глава 9.

Неравенство

Поскольку неравенство между бедными и богатыми дошло тогда до высшей точки, государство находилось в чрезвычайно опасном положении.

Плутарх

Из всех 3,5 триллиона фотографий, сделанных с 1838 года, когда появилась первая фотография наполненной людьми парижской улицы, не менее 10 процентов было снято в прошлом году¹⁹⁶. До недавних пор большинство фотографий были аналоговыми и создавались с помощью галогенида серебра и других химикатов. Однако аналоговая фотография достигла пика своего развития в 2000 году¹⁹⁷. В наши дни более 2,5 миллиарда людей имеют цифровые камеры, а подавляющее большинство фотографий создается в цифровой форме¹⁹⁸. Это приводит к потрясающим результатам: по некоторым расчетам, каждые две минуты в мире делается больше фотографий, чем за весь XIX век¹⁹⁹. Теперь мы можем фиксировать события нашей жизни с беспрецедентными частотой

и детализацией и делиться фотографиями, причем сделать это очень просто.

И хотя дигитализация очевидным образом повысила количество фото и удобство фотографического процесса, она также значительно изменила экономику производства и распространения фотографий. Команда *Instagram*, состоявшая всего из 15 человек, создала простое приложение, которым теперь пользуется свыше 130 миллионов потребителей для демонстрации своих 16 миллиардов фотографий (и эта цифра продолжает расти)²⁰⁰. Через 15 месяцев после ее основания компанию за миллиард с лишним долларов купил *Facebook*, который, в свою очередь, достиг отметки в миллиард пользователей еще в 2012 году. В *Facebook* работали около 4600 человек²⁰¹, причем разработчиков из них было меньше тысячи²⁰².

Стоит сопоставить эти цифры с показателями компании-монстра *Kodak* в доцифровую эпоху. Компания также обеспечивала потребителям доступ к миллиардам фотографий. В какой-то момент на *Kodak* работало 145 300 человек, причем треть из них — в Рочестере, штат Нью-Йорк, а еще тысячи косвенно работали на компанию в широчайшей сети поставок и каналах розничной дистрибуции, которые требовались компаниям в первой эре машин. *Kodak* сделал богачом своего основателя Джорджа Истмена, также создал рабочие места для нескольких поколений представителей среднего класса и приносил городу Рочестеру с момента основания компании в 1880 году значительную прибыль. Однако через 132 года, за несколько месяцев до того, как *Instagram* был продан *Facebook*, компания *Kodak* заявила о своем банкротстве²⁰³.

Фотография еще никогда не была столь популярным занятием. Сейчас в *Facebook* ежегодно загружается 70 миллиардов фотографий, а еще больше — через другие цифровые сервисы типа *Flickr*, причем затраты пользователя при

этом близки к нулю. Все эти фотографии созданы в цифровой форме, поэтому сотни тысяч работников, которые раньше занимались производством фотографических химикатов и фотобумаги, больше не нужны. И в условиях цифровой эры им нужно найти какой-то иной способ выживания.

Эволюция фотографии иллюстрирует понятие Дара (*bounty*), связанного со второй эрой машин, — первого значительного экономического последствия экспоненциального, цифрового и комбинаторного прогресса, происходящего в настоящее время. Второе понятие, распределение (*spread*) этого Дара, означает возникновение и рост различий между людьми с точки зрения доходов, богатства и других важных жизненных обстоятельств. Мы создали рог изобилия, из которого ежегодно проливается около 400 миллиардов тех самых «особых моментов» нашей жизни, которые раньше позволяли запечатлеть *Kodak*, и мы обмениваемся ими с помощью нескольких щелчков мыши или касаний экрана. Однако на компании типа *Instagram* и *Facebook* работает в разы меньше людей, чем было нужно для *Kodak*. При этом рыночная ценность *Facebook* в несколько раз выше, чем была у *Kodak* в лучшие времена. Благодаря *Facebook* появилось уже как минимум семь миллиардеров, и капитал каждого из них в десять раз превышает капитал Джорджа Истмена. Переход от аналоговых технологий к цифровым не только подарил нам цифровую фотографию и другие новые продукты, но и привел к совершенно иному механизму распределения доходов.

Фотографический бизнес — не единственный пример такого перехода. Аналогичные истории происходят и будут происходить в мире музыки и СМИ; в финансах и издательской деятельности; в розничной торговле, дистрибуции, услугах и производстве. Почти в каждой отрасли технологический прогресс приносит нам невиданные дары. Отныне все больше богатства будет создаваться за счет меньшего объема

работы. Однако как минимум в нашей нынешней экономической системе этот прогресс будет оказывать огромное влияние на процессы распределения доходов и богатства. Если работу, которую человек может сделать за час, можно будет сделать с помощью машины, потратив на это один доллар, то работодатель, стремящийся получить как можно больше прибыли, не предложит человеку за эту работу более одного доллара. В системе свободного рынка работник должен либо согласиться на такую зарплату, либо найти какой-то другой способ заработка. И наоборот, если какой-то человек найдет новый способ донести свои наблюдения, таланты или навыки до миллиона новых потребителей с помощью цифровых технологий, то в условиях цифровой экономики он или она сможет заработать в миллион раз больше, чем это было возможно раньше. И теория, и данные показывают нам, что такое соотношение Дара и его распределения совсем не случайно. Развитие технологий, особенно цифровых, приводит к беспримерному перераспределению богатства и доходов. Цифровые технологии могут копировать ценные идеи, глубокие наблюдения и инновации при очень небольших затратах. Они вручают обществу Дар и обогащают инвесторов, снижая при этом спрос на прежде важные профессии, то есть лишая многих людей прежних доходов.

Соотношение Дара и его распределения ставит под сомнение две широко распространенные, хотя и противоречащие друг другу точки зрения на мир. Согласно первой, развитие технологий всегда приводит к повышению доходов. А согласно второй, автоматизация негативно влияет на зарплату работников, поскольку люди заменяются машинами. В обеих точках зрения есть зерно правды, однако в реальности все сложнее. Быстрое развитие цифровых инструментов приносит небывалые доходы, однако при этом никакой экономический закон не говорит, что всем работникам или даже их большинству это принесет какую-либо выгоду.

На протяжении почти 200 лет зарплаты повышались параллельно с производительностью. Это создавало ощущение, что технология помогает всем или почти всем. Однако в последнее время средняя зарплата перестала соответствовать темпам развития производительности, переведя, таким образом, теоретическую возможность в эмпирический факт нашей нынешней экономики.

Как дела у среднего работника?

Давайте рассмотрим несколько простых фактов.

И начнем мы с медианного дохода — дохода человека, находящегося в 50-м перцентиле всей выборки работников. 1999 год был пиковым годом для реального (скорректированного по уровню инфляции) дохода медианного американского домохозяйства. В том году он достиг отметки в 54 932 доллара, однако затем начал снижаться. К 2011 году он упал почти на 10%, до 50 054 долларов, хотя общее значение ВВП достигло рекордного результата. В частности, зарплата неквалифицированных работников в США и других развитых странах начала стабильно снижаться.

Тем временем в 2012 году, впервые со времен Великой депрессии, свыше половины общего дохода в США пришлись на верхние 10% американцев. Верхний 1% получил свыше 22% дохода, более чем удвоив свою долю с начала 1980-х годов. Доля дохода, отошедшая верхней одной сотой от одного процента американцев — то есть нескольким тысячам человек с годовым доходом свыше 11 миллионов долларов, — составляет 5,5%, при этом в период между 2011 и 2012 годами эта доля росла быстрее, чем в другие годы, начиная с 1927–1928-го²⁰⁴.

Рост неравенства проявился и в некоторых других показателях. К примеру, несмотря на рост общей ожидаемой продолжительности жизни, для некоторых групп этот показатель начинает снижаться. Согласно исследованию С. Джей Ольшански и его коллег, опубликованному в журнале *Health Affairs*, ожидаемая продолжительность жизни средней белой американки без аттестата об окончании школы составляла в 2008 году 73,5 года (по сравнению с 78,5 года в 1990-м). За этот же период ожидаемая продолжительность жизни белого мужчины с незаконченным средним образованием сократилась на три года²⁰⁵.

Не приходится удивляться тому, что по всей Америке, начинавшей оправляться после Великой рецессии, прокатилась буря протестов. Движение чаепития (*Tea Party movement*) на правом фланге и движение *Оссипу* на левом выражали гнев миллионов американцев, которые чувствовали, что экономика не работает им во благо. Первая группа много говорила об ошибках правительства, а вторая — о злоупотреблениях в секторе финансовых услуг.

Как технология меняет экономику

Но хотя обе эти проблемы, вне всякого сомнения, важны, фундаментальная проблема более глубока и носит более структурный характер. Она представляет собой результат диффузии технологий второй эры машин, направляющих развитие экономики.

Не так давно мы подслушали разговор одного бизнесмена, который громко говорил в свой мобильный телефон следующее: «Нет, я больше не пользуюсь услугами компании

по подготовке налоговой декларации. Я переключился на программу *TurboTax*. Она стоит всего 49 долларов и при этом работает намного быстрее и точнее. Я ее просто обожаю!» Бизнесмен сделал все правильно — он выбрал более качественную услугу по меньшей цене. Программа *TurboTax*, которую поддержали миллионы пользователей, создала для них огромную ценность, которая совсем не отразилась в статистике ВВП. У создателей *TurboTax* все тоже очень хорошо — один из них стал миллиардером. Однако в это же время десятки тысяч людей, занимающихся подготовкой деклараций для своих клиентов, видят здесь реальную угрозу и своей работе, и своим доходам.

Опыт бизнесмена помогает ясно увидеть масштабные изменения в экономике. Потребители преуспевают, и доходы растут, однако зачастую сравнительно небольшая группа людей получает основную часть дохода от новых продуктов или услуг. Подобно химикам, которые в 1990-е продолжали разрабатывать новые виды фотопленки, специалистам по заполнению налоговых деклараций нелегко конкурировать с машинами. Развитие технологий может сделать их беднее по сравнению не только с теми, кто больше всех выигрывает в новых условиях, но и с их собственными стандартами дохода в прежние времена.

Жесткая экономическая правда состоит в том, что для создания и обновления программы типа *TurboTax* требуется довольно мало дизайнеров и программистов. Как мы уже видели в главе 4, после того как алгоритмы обретают цифровую форму, их можно легко копировать и доставлять миллионам пользователей практически с нулевыми издержками. По мере того как программы завоевывают все более важное место в каждой отрасли, эти типы производственного процесса и такие типы компаний становятся все более распространенными в экономике.

Меньший кусок большего пирога

Что, если, оттолкнувшись от этих примеров, взглянуть на экономику в целом? Происходит ли там что-то значительное? Данные позволяют нам ответить на этот вопрос положительно.

За период с 1983 по 2009 год американцы в целом стали значительно богаче, поскольку увеличилась общая ценность их активов. Однако, как было отмечено экономистами Эдом Вольфом и Сильвией Аллегретто, нижние 80% выборки по распределению доходов отметили чистое *снижение* своего благосостояния²⁰⁶. А верхние 20% стали богаче даже не вдвое, а намного больше. Они не только заполучили триллионы долларов, только что образовавшихся в новой экономике, — к ним также перешла часть благосостояния нижних 80%. Распределение было неравномерным даже среди сравнительно богатых людей. Верхние 5% получили 80% прироста общего богатства страны; верхний 1% получил более половины этого прироста, и примерно такая же ситуация с распределением богатства была заметна даже при разделении на меньшие подгруппы. Так, согласно одному часто цитируемому примеру, к 2010 году состояние шести наследников Сэма Уолтона, основателя *Walmart*, было намного больше, чем состояние нижних 40% жителей Америки²⁰⁷. Отчасти это отражает тот факт, что 13 миллионов семей в то время имели негативную чистую стоимость (то есть их финансовые обязательства превышали размер активов).

Помимо размеров благосостояния, изменилась и картина распределения доходов. Верхний 1% населения за период с 1979 по 2007 год увеличил свой доход на 278%; при этом у семей со средним уровнем дохода он вырос всего на 35 процентов. В тот же период верхний 1% населения получил более 65 процентов всего дохода в США.

Согласно данным *Forbes*, совокупная чистая стоимость активов 400 самых богатых американцев достигла рекордных двух триллионов долларов в 2013 году, то есть более чем удвоилась с 2003 года²⁰⁸.

Медианный доход почти не вырос с 1979 года и даже начал падать с 1999-го. Однако это не было связано с остановкой роста общего дохода или производительности в Америке; как мы уже видели в главе 7, ВВП и производительность демонстрировали впечатляющий рост. Скорее, эта тенденция отражает значительные перемены в распределении выгоды от этого роста.

Возможно, это лучше всего видно при сравнении *среднего дохода* с *медианным*. В нормальных условиях изменения среднего дохода (общей величины дохода, поделенного на общее число участников исследования) не слишком отличаются от изменений медианного дохода (дохода человека, находящегося точно в центре распределения доходов, где одна половина получает больше него, а вторая — меньше). Однако в недавние годы эта тенденция сильно изменилась, как показано на рис. 9.1.

Как это получилось? Вот простой пример. Десять сотрудников банка пьют пиво в баре. Каждый из них зарабатывает 30 000 долларов в год, соответственно, и средний, и медианный доход этой группы равен 30 000 долларов. В бар заходит генеральный директор банка и заказывает себе пиво. Теперь величина среднего дохода в группе взлетела до небес, однако медианное значение не изменилось. В целом, чем больше неравенство в доходах, тем сильнее среднее значение будет отклоняться от медианного. И это происходит не только в нашем гипотетическом баре, но и в Америке в целом.

В период 1973–2011 годов медианное значение почасовой заработной платы почти не изменилось — оно росло всего на 0,1 процента в год. Однако, как сказано в главе 7,

Рис. 9.1. Реальный ВВП и медианный доход на душу населения



производительность в течение этого периода росла в среднем на 1,56 процента в год, понемногу ускоряясь до 1,88 процента с 2000-го по 2011 годы. Основная доля роста производительности вызывает сопоставимый рост величины среднего дохода. Причина, по которой медианный доход рос настолько медленнее, связана в основном с повышением неравенства²⁰⁹.

Три пары победителей и проигравших

За последнюю пару десятилетий мы были свидетелями изменений в налоговой политике, роста международной конкуренции, очевидно неэффективных действий правительства и махинаций на Уолл-стрит. Но, глядя на результаты исследований, мы приходим к заключению, что ничто из этого не

может считаться основным драйвером роста неравенства. Скорее, этим драйвером становятся экспоненциальные, цифровые и комбинаторные изменения в технологиях, пронизывающих всю нашу экономическую систему. Это подтверждается и тем фактом, что одни и те же тенденции проявляются в большинстве развитых стран. К примеру, в Швеции, Финляндии и Германии неравенство с точки зрения доходовросло в последние 20–30 лет быстрее, чем в США²¹⁰. Поскольку изначально в этих странах уровень неравенства был значительно ниже, то сейчас доходы там все равно распределены более равномерно, чем в США, однако эта тенденция проявляется во всем мире, невзирая на различия в государственных системах, правительственной политике и культуре.

Как мы и утверждали в нашей предыдущей книге «Наперегонки с машиной» (*Race Against the Machine*), эти структурные экономические изменения привели к созданию трех пересекающихся пар победителей и проигравших. В результате доля в экономическом «пироге» растет не у всех. Первые две группы победителей — это те, кто смог накопить в значительных объемах правильные основные фонды, представляющие собой обычный капитал (оборудование, строения, интеллектуальную собственность или финансовые активы) или же человеческий капитал (обучение, образование, опыт и навыки). Подобно другим формам капитала, человеческий капитал представляет собой актив, способный создавать поток дохода. Хорошо обученный водопроводчик может ежегодно зарабатывать больше, чем неквалифицированный рабочий, даже при одном и том же количестве часов работы. А третья группа победителей состоит из суперзвезд, обладающих талантом — или удачей.

В каждой группе цифровые технологии повышают экономическую отдачу для победителей, а остальные участники начинают играть меньшую роль и, соответственно, получают

меньшее вознаграждение. Величина общего выигрыша победителей оказалась выше, чем потери всех остальных. Это отражает факт, который мы уже обсуждали ранее: в целом в экономике выросли и производительность, и общий доход. Но даже такие хорошие новости вряд ли способны утешить отстающих. В некоторых случаях доходы, какими бы высокими они ни были, концентрировались в руках сравнительно небольшой группы победителей, ухудшая положение большинства других людей.

Влияние навыков на технические изменения

Самая простая модель, которую используют экономисты для объяснения влияния технологий, рассматривает их как простой мультипликатор всего остального, повышающий общую производительность для всех в равной степени²¹¹. Эта модель может быть описана математическими уравнениями. Она используется в большинстве вводных курсов по экономике и закладывает основу для распространенного — и до недавних пор казавшегося довольно разумным — представления о том, что прилив в форме технического прогресса поднимает все лодки, то есть повышает производительность всех работников, и, следовательно, они становятся более ценными. Если технология является таким мультипликатором, экономика может ежегодно повышать результаты, сохраняя прежний объем входящих ресурсов, включая труд. В рамках этой базовой модели технология оказывает равное влияние на все виды труда, что означает, что любой отработанный час приносит больше дохода, чем прежде.

Чуть более сложная модель позволяет нам увидеть, что технологии неодинаково влияют на все входящие факторы, отдавая предпочтение одним за счет других. В частности, в недавние годы активное распространение получили такие технологии, как программы расчета зарплат, системы автоматизации фабрик, машины, контролируемые компьютерами, автоматический контроль складских запасов и системы обработки текстов. По сути, они *заменили* людей, выполнивших простые технические задачи и стандартную обработку информации.

Напротив, такие технологии, как управление и анализ «больших данных», высокоскоростная коммуникация и быстрое создание прототипов, *дополнили* процессы, основанные на более абстрактном способе мышления, тем самым повысив ценность людей с нужными инженерными, творческими или дизайнерскими навыками. В итоге снижается спрос на менее квалифицированный труд и растет спрос на более квалифицированный. Такие экономисты, как Дэвид Оттор (*Autor*), Лоренс Кац и Алан Крюгер, Фрэнк Леви и Ричард Марнейн, Дарон Аджемоглу и многие другие, задокументировали эту тенденцию в десятках скрупулезных исследований²¹². Они называют происходящее «квалификационно-несимметричными техническими изменениями» (*skill-biased technical change*). По определению, такие перемены благоприятствуют людям, обладающим большим человеческим капиталом.

Эффект этих изменений наглядно показан на рис. 9.2 (с. 182), основанном на данных научной работы экономистов из МТИ Дарона Аджемоглу и Дэвида Оттора²¹³. Линии рассказывают нам историю о том, как разошлись в последние годы пути миллионов работников, представителей нескольких недавних поколений. До 1973 года практически все американские работники пользовались выгодами постоянного роста зарплат. Экономический подъем, вызванный ростом производительности, повышал доходы всех независимо от уровня

Рис. 9.2. Зарплаты при полной круглогодичной занятости, работники-мужчины в США, 1963–2008 годы



образования. Затем, вследствие нефтяного кризиса и рецессии 1970-х годов, доходы всех групп упали. Однако после этого стал все более заметен рост неравенства в доходах. К началу 1980-х доходы людей, закончивших колледж, вновь начали расти. Неплохо обстояли дела и у работников, имевших законченное среднее образование. Другие же были вынуждены жить в условиях значительно менее привлекательного рынка труда. Их зарплаты перестали расти, а у лиц, не получивших полноценного школьного образования, даже начали падать. И совсем не случайно, что революция персональных компьютеров началась именно с приходом 1980-х (журнал *Time* назвал персональный компьютер «машиной года» в 1982 году).

Экономическая часть этой истории становится еще более поразительной, если мы рассмотрим, насколько быстроросло в течение этого периода количество выпускников колледжей. Так, за период с 1960 по 1980 год число молодых людей, поступивших в колледж, более чем удвоилось, увеличившись с 758 000 до 1 589 000 человек²¹⁴. Иными словами, предложение квалифицированного труда возросло. В нормальных условиях рост предложения приводит к снижению цены. В данном случае поток выпускников колледжей и университетов должен был привести к снижению их средней зарплаты, однако этого не произошло.

Это было вызвано тем, что сравнительный *спрос на квалифицированный труд* рос еще быстрее, чем предложение. И в то же самое время спрос на задачи, которые могли выполняться людьми с незаконченным образованием, падал настолько быстро, что, несмотря на абсолютное уменьшение размера этой группы, рынок неквалифицированной рабочей силы все равно был перенасыщен. Отсутствие спроса на неквалифицированный труд означало дальнейшее снижение зарплат для тех, кто продолжал искать работу, не требовавшую особых навыков. А поскольку основная доля людей с более низким уровнем образования и так уже имела самые низкие зарплаты, это изменение привело к дальнейшему росту неравенства по доходам.

Соавторство в организациях

Хотя время от времени в экономике и происходит резкий процесс замены людей на машины, изменения, связанные с уровнем навыков, зачастую идут по другому пути — масштабной реорганизации бизнес-культуры. В ходе исследования, которым Эрик занимался с Тимом Бреснееном из

Стэнфорда, Лорин Хитт из Уортона и Синки Ян из МТИ, обнаружилось, что компании активно используют цифровые технологии для реорганизации систем принятия решений, программ стимулирования и вознаграждения, потоков информации, систем найма на работу и других аспектов своих управленческих и организационных процессов²¹⁵. Такое совместное изобретение нового, совмещающее в себе организацию и технологии, не только значительно повышает производительность, но и требует больше образованных работников и меньше — неквалифицированных. Подобная реорганизация производственного процесса напрямую влияет и на тех, кто работает с компьютерами, и на тех, кто на первый взгляд далек от технологий. К примеру, дизайнер с хорошим чувством стиля будет по-прежнему весьма востребован компаниями с гибкой структурой производства, которую можно быстро адаптировать к последним тенденциям моды, а вот агента по продаже билетов в аэропорту заменит интернет-сайт, о существовании которого агент даже не подозревал (не говоря уже о том, чтобы на нем работать).

В изученных отраслях каждый доллар капитала, связанного с инвестициями в компьютеры, влек за собой более 10 долларов дополнительных инвестиций в «организационный капитал» или вложение в обучение и наем сотрудников, а также в перестройку бизнес-процессов²¹⁶. Реорганизация часто делает ненужной массу рутинной работы, например ввод заказов с одними и теми же данными. В результате компания избавляется от задач, требующих меньше способности к суждению, меньше навыков и меньше обучения.

Компании с самыми большими инвестициями в ИТ обычно проводят и самые масштабные организационные изменения, результат которых обычно проявляется в полной мере лишь через 5–7 лет²¹⁷. Именно у этих компаний наиболее

востребован квалифицированный труд²¹⁸. Пять-семь лет — это именно то время, которое требуется менеджерам и работникам для того, чтобы разобраться с новыми способами использования технологии. Как мы уже видели на примерах электрификации и планировки фабрик, компании редко получают пользу от частичных и несистемных изменений. Куда важнее для них осмысление того, каким образом можно перестроить бизнес, чтобы в полной мере воспользоваться преимуществами новых технологий²¹⁹. Креативность и перестройка организации крайне важны для инвестиций в цифровые отрасли*.

Очевидно, что лучший способ использования новых технологий состоит не в буквальной замене человека-работника машиной, а в реструктуризации процесса. Тем не менее некоторые работники (обычно менее обученные) все равно исключаются из производственного процесса, а другие (обычно имеющие образование и прошедшие обучение) включаются в него. Это оказывает вполне предсказуемое влияние на структуру зарплат. В сравнении с простой автоматизацией существующих задач такой тип организационного соавторства требует творческого подхода со стороны предпринимателей, менеджеров и работников. Именно по этой причине компаниям требуется время для внедрения изменений после изобретения и введения новых технологий. Однако, как только изменения происходят, они становятся решающим фактором роста производительности.

* Здесь есть несколько общих черт с эффектом производительности, связанным с развитием электричества, о чем мы говорили выше. Как и в случае с цифровыми технологиями, основной прирост не происходил до тех пор, пока не произошло перепланирование фабрик и нововведения не затронули даже тех работников, которые не работали с новыми машинами напрямую.

Развитие навыков, вызванное компьютеризацией

Если мы внимательнее посмотрим на то, какие именно виды работ упраздняются в процессе реорганизации компаний, то термин «квалификационно-несимметричные технические изменения» может ввести нас в некоторое заблуждение. В частности, неправильно предполагать, что все «задачи уровня колледжа» автоматизировать сложно, а «задачи уровня детского сада» — просто. В последние годы автоматизировались не те задачи, которые требуют наименьшей квалификации работника, а задачи, с которыми машины справляются лучше людей. Конечно, здесь есть некоторая тавтология, но это полезная тавтология. Автоматизировать однообразную работу на сборочной линии проще, чем работу уборщика. Рутинную офисную работу типа проведения платежей автоматизировать проще, чем работу с жалобами и обращениями клиентов. В настоящее время машины еще не умеют быстро карабкаться по лестницам, поднимать с пола упавшую скрепку или читать эмоциональные письма расстроенных потребителей.

Для должного описания этих различий наши коллеги из МТИ Дарон Аджемоглу и Дэвид Отор предложили классифицировать труд с помощью двух пар оппозиций — когнитивный vs. ручной и рутинный vs. нерутинный²²⁰. Исследователи обнаружили, что спрос на работников сильнее всего падал, когда речь шла о рутинных задачах, вне зависимости от того, были ли они когнитивными или ручными. В результате труд поляризуется: рабочие места со средним уровнем заработной платы практически исчезают, в то время как работники, занятые не-рутинным когнитивным трудом (например финансовые аналитики) и не-рутинным ручным тру-

дом (например парикмахеры) чувствуют себя значительно лучше.

Основываясь на выводах Аджемоглу и Отора, экономисты Нир Хаймович из университета Дьюка и Генри Сиу из университета Британской Колумбии обнаружили связь между поляризацией труда и структурой безработицы, определявшими три последние рецессии. На протяжении большей части XIX и XX веков уровень занятости восстанавливался после каждой рецессии, однако начиная с 1990-х годов ситуация изменилась. Опять же, не стоит считать простым совпадением то, что эти закономерности менялись параллельно с компьютеризацией экономики. Когда Хаймович и Сиу сравнили данные за 1980-е, 1990-е и 2000-е годы, они обнаружили, что спрос на рутинный когнитивный труд (такой, например, как работа кассира, почтового или банковского служащего) и рутинный ручной труд (рабочий у станка, бетонщик, швея) не просто снижался, а падал все ускоряющимися темпами. В течение 1980-х годов этот спрос упал на 5,6%, с 1991 по 2001 год — на 6,6% и в 2001–2011 годах — на 11%²²¹. Напротив, спрос на не-рутинную когнитивную ручную работу рос в течение всех трех десятилетий.

Объяснить эту закономерность помогает общение с высшими руководителями компаний. Несколько лет назад у нас состоялся довольно откровенный разговор с одним *CEO*, и, по его словам, он уже в течение 10 лет знал, что благодаря развитию информационных технологий множество работ по рутинной обработке информации становятся просто не нужны. Однако во времена, когда растут прибыли и доходы, отказаться от лишних рабочих мест бывает сложно. С наступлением рецессии вести бизнес прежними методами уже было невозможно, и это позволило ему провести ряд довольно болезненных процедур по увольнению и оптимизации численности персонала. Когда же рецессия завершилась, а показатели прибыли и спроса вернулись на

прежнее место, рабочие места, связанные с рутинной работой, не возродились. Как и многие другие компании в недавние годы, его организация нашла способ использовать технологии и развиваться, не нанимая для этого новых людей.

Как мы уже видели в главе 2, важное наблюдение о том, что сенсорные и моторные навыки, которые мы используем в своей повседневной жизни, требуют невероятно большого объема расчетов, отражается в парадоксе Моравека²²². На протяжении миллионов лет эволюция снабжала нас миллиардами нейронов, позволяющих нам узнавать лица друзей и слышать различные типы звуков. Напротив, навыки абстрактных рассуждений, которые мы связываем с «мыслями высокого порядка» и занятиями типа арифметики или логики, — довольно свежие навыки, возникшие всего несколько тысяч лет назад. И для того чтобы сымитировать или даже превзойти человеческие возможности при выполнении этих типов задач, нам требуются более простые программы и меньшие объемы вычислительной мощности.

Конечно же, как мы неоднократно видели на примерах из этой книги, набор задач, которые способны выполнить машины, не установлен раз и навсегда. Он постоянно меняется и расширяется, подобно тому как слово «компьютер», раньше обозначавшее профессию человека, теперь обозначает элемент оборудования.

В начале 1950-х годов мы научили машины играть в шашки, и довольно быстро они начали обыгрывать даже опытных любителей²²³. В январе 1956 года Герберт Саймон вернулся после новогодних праздников к своим студентам и объявил: «На Рождество мы с Элом Ньюеллом изобрели думающую машину!» Три года спустя эти ученые создали компьютерную программу со скромным названием *General Problem Solver*, умевшую решать практически любую логическую задачу, которую можно описать с помощью набора

формальных правил. Она отлично справлялась с простыми играми типа «крестиков-ноликов», но ее нельзя было масштабировать для решения большинства проблем реального мира, поскольку в этом случае происходит комбинаторный взрыв — экспоненциальный рост числа вариантов, которые необходимо учесть.

Вдохновившись своим первым успехом и результатами других первопроходцев в области искусственного интеллекта, таких как Марвин Мински, Джон Маккарти и Клод Шенон, Саймон и Ньювелл выдвинули довольно оптимистичный прогноз относительно того, насколько быстро машины освоят человеческие навыки. В 1958 году они предсказали, что цифровой компьютер сможет стать чемпионом мира по шахматам уже к 1968 году²²⁴. А в 1965-м Саймон даже заявил, что «через 20 лет машины смогут выполнять любую работу, которую делает человек»²²⁵.

Хотя Саймон и получил Нобелевскую премию по экономике в 1978 году, однако он все же ошибся в своих прогнозах относительно шахмат, не говоря уже «о любой работе, которую делает человек». Он ошибся не в том, что именно произойдет, но в том, когда именно прогноз сбудется. С тех пор как Саймон выдвинул свой прогноз, компьютерные шахматные программы стабильно улучшались — примерно на 40 пунктов в год, по данным официальной шахматной рейтинговой системы *Elo*. Одиннадцатого мая 1997 года, через 40 лет после того, как Саймон выступил со своим прогнозом, компьютер производства компании *IBM* под названием *Deep Blue* победил чемпиона мира по шахматам Гарри Каспарова по итогам матча, состоявшего из шести игр. В наши дни ни один человек не способен обыграть в шахматы компьютерную программу даже среднего уровня. Программы и оборудование развивались настолько быстро, что к 2009 году шахматные программы, использующиеся на обычных персональных компьютерах и даже мобильных телефонах, достигли уровня

гроссмейстера с рейтингом *Elo* 2898 и смогли выиграть соревнования против лучших игроков-людей²²⁶.

Труд и капитал

Технология не только делит людей с разными объемами человеческого капитала на победителей и проигравших. Она также меняет способ распределения национального дохода между владельцами физического капитала и труда (например, владельцами или работниками фабрик) — двух классических факторов производства.

Когда Терри Гоу, основатель компании *Foxconn*, купил 30 000 роботов для работы на фабриках компании в Китае, он, по сути, поменял капитал на труд²²⁷. Аналогичным образом, когда автоматизированные системы приема звонков узурпируют некоторые функции человека — оператора колл-центра, процесс производства начинает требовать больше капитала и меньше труда. Предприниматели и менеджеры постоянно принимают решения такого рода, взвешивая сравнительные издержки для каждого типа фактора, а также их влияние на качество, надежность и разнообразие производимых продуктов.

По расчетам Рода Брукса, совокупные затраты на час работы робота *Baxter*, с которым мы встречались в главе 2, составляют около 4 долларов в час²²⁸. Как мы уже говорили в начале этой главы, если владелец фабрики ранее нанимал для выполнения работы, которую теперь делает *Baxter*, человека, то с точки зрения экономической целесообразности ему будет выгоднее использовать робота, если человек просит за свою работу более 4 долларов в час. В случае если результат работы остается прежним и необходимости нани-

мать новых инженеров, менеджеров или продавцов предположительно не возникнет, такое изменение приведет к повышению доли капитала относительно доли труда*.

Величина зарплаты оставшихся после появления *Baxter* работников могла повышаться или понижаться. Если работа людей очень похожа на работу робота, то зарплаты начнут снижаться. Ситуация осложнится еще сильнее, если вследствие действия закона Мура и других технологических новшеств затраты на новые версии *Baxter* будут составлять два доллара в час, затем один доллар и так далее — при растущем разнообразии и сложности задач. Однако экономическая теория все же не вычеркивает возможность того, что зарплата остающихся работников вырастет. В частности, если их работа дополняет новую технологию, то спрос на их услуги будет расти. Кроме того, поскольку технические инновации повышают производительность труда, работодатели могут позволить себе платить каждому работнику больше. В некоторых случаях это выражается напрямую в повышении зарплаты. В других случаях вследствие падения цен на продукты и услуги работники могут больше купить за каждый доллар зарплаты. По мере улучшения производительности общий выпуск на душу населения может повыситься, однако сумма, которую зарабатывают работники, может либо повыситься, либо снизиться, а остаток отойдет владельцам капитала.

Разумеется, почти в каждой экономике технологии использовались для замены труда капиталом на протяжении

* Влияние на экономику в целом будет зависеть от реакции других компаний. Скорее всего, у компаний, проектирующих и строящих роботов, вырастут показатели выпуска, а в зависимости от того, насколько они зависят от привлекаемого капитала, отношение чистого объема капитала к объему трудовых ресурсов в экономике может повыситься, понизиться или остаться прежним. Мы подробнее поговорим на эту тему в главе 12.

десятилетий, если не веков. В середине XIX века механизмы автоматического обмолота заменили не менее 30 процентов сельскохозяйственной рабочей силы, а в течение XX столетия продолжался резкий рост индустриализации. Экономисты XIX века Карл Маркс и Дэвид Рикардо предсказывали, что механизация экономики приведет к ухудшению судьбы рабочих и в конечном итоге их зарплата едва позволит им сводить концы с концами²²⁹.

Что же произошло со сравнительными долями капитала и труда на самом деле? Исторически, несмотря на все изменения в технологии производства, доля общего ВВП, относимого на труд, оставалась удивительно стабильной, по крайней мере до недавнего времени. В результате происходил значительный рост зарплат и уровня благосостояния, примерно в тех же масштабах, что и рост производительности. Отчасти это отражает увеличение человеческого капитала, шедшее параллельно с более заметным повышением доли оборудования и зданий в экономике. Дейл Йоргенсон и его коллеги рассчитали, что общая величина человеческого капитала в экономике США, измеряемая с точки зрения экономической ценности, в 10 раз превышает ценность физического капитала²³⁰. В результате компенсация за труд увеличивалась параллельно с ростом платежей владельцам физического капитала в форме распределенной прибыли, дивидендов и доходов с капитала.

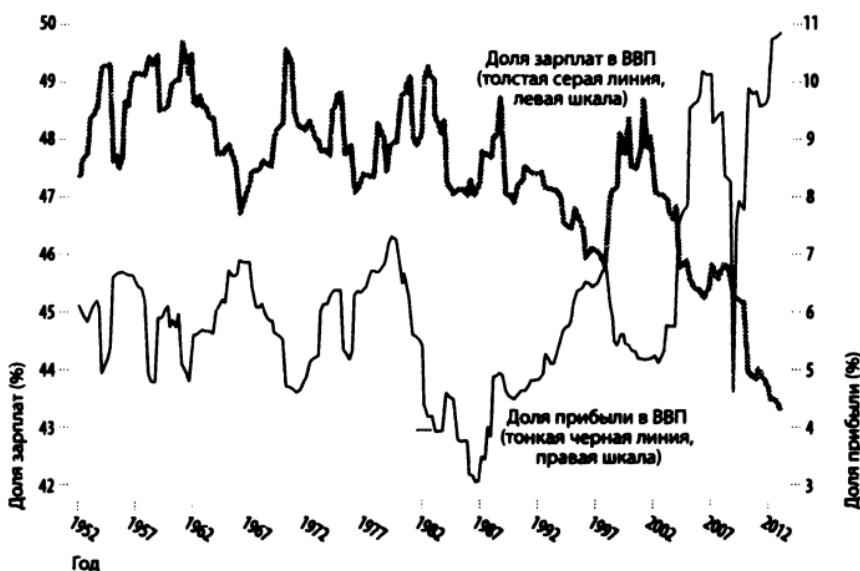
Рис. 9.3 показывает, что в последнем десятилетии подобное сравнительно ясное разделение между долями дохода, которые отходят владельцам трудовых ресурсов и физического капитала, практически завершилось. Как было отмечено Сьюзен Флек, Джоном Глейзером и Шоном Спрэгом в статье в *Monthly Labor Review*, «в период с 1947 по 2000 год доля труда составляла в среднем 64,3 процента. В США доля ВВП, относящаяся к владельцам трудовых ресурсов, за последние

десятилетия значительно снизилась и достигла своего минимума, 57,8 процента, к третьему кварталу 2010 года»²³¹.

Более того, это явление носит глобальный характер. Экономисты Лукас Карабарбунис и Брент Нейман из Чикагского университета обнаружили, что «глобальная доля труда значительно сократилась с начала 1980-х годов, и это сокращение проявилось в большинстве стран и отраслей»²³². По мнению исследователей, это сокращение, по всей видимости, вызвано технологиями информационной эпохи.

Снижение доли труда отчасти выступает следствием двух уже отмеченных нами тенденций: с одной стороны, работой занято меньшее количество людей, а с другой — люди, продолжающие работать, получают меньше денег. В результате, хотя компенсация за труд и производительность в прошлом росли параллельно, в последние годы между ними возник и начал увеличиваться разрыв.

Рис. 9.3. Доля зарплаты в ВВП vs. доля корпоративных прибылей в ВВП



Но если производительность растет, а владельцы трудовых ресурсов не получают прироста ценности, то кому же он достается? В значительной степени — владельцам физического капитала. Несмотря на то что экономика увязла в кризисе, прибыли в 2013 году достигли исторического максимума как в абсолютных цифрах (1,6 триллиона долларов), так и в виде доли ВВП (26,2 % в 2010 году, что значительно выше среднего значения за 1960–2007 годы, составлявшего 20,5 %)²³³. Кроме того, как отметила Кэтлин Мадиган, реальные расходы на производственное оборудование и программы выросли на 26 %, притом что уровень зарплат практически не изменился²³⁴.

Но даже это видимое снижение доли ВВП, относящейся к владельцам трудовых ресурсов, не показывает в полной мере, насколько ухудшилась ситуация для отдельного работника. Официальный показатель компенсации за труд включает в себя и огромные зарплаты небольшого количества суперзвезд СМИ, финансов, спорта и корпоративного мира. Кроме того, идет немало споров о том, можно ли считать компенсацию, которую получают руководители компаний, доходами от их «труда». По мнению преподавателя Гарвардской юридической школы Лучиана Бебчека и ряда других исследователей, она может также отражать силу их переговорной позиции и возможность диктовать свои условия²³⁵. В этом смысле доходы руководителей компаний можно считать выражением их контроля над капиталом (по крайней мере частично).

Хотя доля национального дохода, относящаяся к владельцам капитала, росла за счет сокращения доли владельцев трудовых ресурсов, экономическая теория отнюдь не гарантирует, что эта ситуация не изменится в будущем, даже если роботы и другие машины будут брать на себя все больше работы. Угроза для доли капитала исходит не только от силы переговорной позиции руководителей компаний или проф-

союзов, а, как это ни странно, и от других форм капитала. В условиях свободного рынка самые большие премии приходятся на долю самых дефицитных входящих факторов, необходимых для производства. В мире, где капитал может воспроизводиться со сравнительно небольшими издержками (достаточно вспомнить хотя бы компьютерные чипы или даже программы), предельная ценность капитала будет снижаться, даже если в целом величина всего капитала будет расти. Ценность существующего капитала будет снижаться по мере того, как будет усиливаться влияние нового капитала, возникающего практически без затрат. Следовательно, награда, которую получают капиталисты, неизбежно будет расти автоматически в отношении уровня труда. Скорее, доли участников будут зависеть от особенностей производства, дистрибуции и систем государственного управления.

Чаще всего отдача будет зависеть от того, какие входящие факторы производства являются самыми дефицитными. Если цифровые технологии создают дешевые заменители для труда, то быть владельцем трудовых ресурсов становится невыгодно. Однако если цифровые технологии начинают все чаще заменять традиционный капитал, то и его владельцам не стоит ждать высокой отдачи. Что будет самым дефицитным, а следовательно, самым ценным ресурсом во второй эре машин? Этот вопрос приводит нас к следующей группе победителей и проигравших — суперзвездам и всем остальным.

Глава 10.

Настоящие победители: звезды и суперзвезды

Одна машина может заменить 50 обычных людей, но ни одна машина не заменит выдающегося человека.

Элберт Хаббард

Мы уже видим, как технические изменения, связанные с на-выками, повысили сравнительный спрос на хорошо образованных работников и понизили спрос на менее образованных, обязанности которых часто включают в себя рутинные когнитивные и ручные задачи. Кроме того, технологические изменения, связанные с капиталом и стимулирующие замещение труда физическим капиталом, повысили величину прибыли, которую получают владельцы капитала, и снизили долю прибыли, отходящую владельцам трудовых ресурсов. Каждый раз создавались невероятно большие объемы богатства. Кроме того, в каждом случае мы видели, что доля доходов победителей растет так же, как и уменьшается доля проигравших. Однако самые значительные изменения определяются еще одним разрывом между победителями и проигравшими — за-зором между суперзвездами и всеми остальными.

Внимание, зазор!

Эту ситуацию можно назвать техническими изменениями, которые спровоцировал талант*. Во многих отраслях разница между платой первому и второму в списке лучших уже стала невероятно большой. Как было отмечено в довольно противоречивой рекламе *Nike*, вы не выигрываете серебряную медаль, а проигрываете битву за золотую²³⁶. В тот момент, когда важнее всего становятся рынки, работающие по принципу «победителю достается все», неравенство в доходах начинает расти, поскольку доля победителя, находящегося на самом верху, будет все сильнее отрываться от среднего значения²³⁷.

Рост неравенства в доходах между выпускниками колледжа и теми, кто его не окончил, а также между владельцами капитала и работниками превосходят еще большие изменения на самом верху. Как было отмечено выше, за период между 2002 и 2007 годами верхний один процент населения получал две трети всей прибыли от роста экономики США. Кто же входит в этот один процент? Это не люди с Уолл-стрит. Экономист из Чикагского университета Стив Каплан обнаружил, что основная часть этих людей занимается совсем другими делами: это представители СМИ и индустрии развлечений, спорта и юриспруденции, а также предприниматели и высшие руководители компаний.

Представители первого верхнего процента — это своего рода звезды, но и им есть на кого равняться — на суперзвезд, рост доходов которых был еще более значительным. Если первый верхний процент получал около 19 % всего дохода в США, то у верхнего одного процента от этого 1 % (или у верхнего 0,01 процента от всей совокупности) доля в национальном доходе удвоилась за период между 1995 и 2007 го-

* Если вы циник, то можете заменить слово «талант» на слово «удача».

дами с 3 до 6 %. Это значение почти в шесть раз больше, чем то, что получали представители этого социального слоя в период между Второй мировой войной и концом 1970-х. Иными словами, верхние 0,01 процента теперь получают более высокую долю в доходе первого процента населения, чем этот первый процент получает от всей экономики в целом. В исследованиях, в которых принимает участие небольшое число людей, сложно сохранять анонимность и получить надежные данные об уровне доходов у группы, меньшей, чем верхние 0,01 процента. Но мы можем сказать, что в стране имеется более 1,35 миллиона домохозяйств, составляющих верхний один процент и получающих средний доход на уровне 1,12 миллиона долларов, а 0,01 процента представляет лишь 14 588 семейств, каждое из которых получает доход 11 477 000 долларов^{238 *}.

Однако ряд свидетельств дает основания предполагать, что рост неравенства в доходах продолжается и на более высоком уровне, а каждая группа суперзвезд с тоской смотрит на находящихся еще выше супер-пупер-звезд**.

Каким образом суперзвезды преуспевают в экономике, где «победителю достается все»

В предыдущей главе мы говорили о программе *TurboTax* компании *Intuit*, которая автоматизирует работу по подго-

* В 2011 году в верхний 1 процент населения в США входили семьи с доходами выше 367 000 долларов, однако понятно, что это значение среднее и в эту группу входят семьи с доходами, превышающими это число. См. <http://elsa.berkeley.edu/~saez/saez-UStopincomes-2011.pdf>.

** Это характеристика экспоненциального распределения, которое мы обсудим чуть ниже в этой главе.

товке налоговых деклараций. Машины выполняют задания, которыми прежде занимались сотни тысяч людей, подготавливавших налоговые декларации. Это наглядный пример того, как технология автоматизирует рутинную работу по обработке информации, а труд замещается капиталом. Важнее же всего, что этот пример показывает, как работает экономика суперзвезд. Директор *Intuit* заработал в прошлом году четыре миллиона долларов, а Скотт Кук, основатель компании, — миллиардер²³⁹. Сходным образом для 15 человек, создавших *Instagram*, не нужны были толпы малообученных помощников или ценный физический капитал. Они воспользовались своим талантом, связями с правильными людьми и выбрали правильное время для запуска.

Состояния активно растут и у победителей в других областях деятельности. Дж. К. Роулинг, автор серии книг про Гарри Поттера, — это первая в мире писательница-миллиардер, представительница области, в которой редко можно встретить супербогатых людей. Алекс Табаррок из университета Джорджа Мейсона пишет о ее успехе:

Гомер, Шекспир и Толкиен зарабатывали намного меньше. Почему? Гомер умел рассказывать отличные истории, но за один вечер он мог заработать только ту сумму, которую были готовы потратить несколько десятков его слушателей. У Шекспира дела обстояли несколько лучше. Театр «Глобус» вмещал около 3000 зрителей, и, в отличие от Гомера, Шекспиру не нужно было приходить туда, чтобы получать свое вознаграждение. Слова Шекспира функционировали на новом, более эффективном уровне²⁴⁰.

Еще выгоднее использовались слова Дж. Р. Р. Толкиена. Толкиен мог каждый год продавать свои книги сотням тысяч

и даже миллионам читателей — шекспировские пьесы едва ли видело такое количество людей даже за 400 лет. Кроме того, производить книги дешевле, чем учить актеров, а это значило, что доля доходов Толкиена больше, чем у Шекспира.

Технология наделила авторов типа Роулинг возможностью умножать плоды своих талантов с помощью дигитализации и глобализации. Истории Роулинг могут быть пересказаны не только в тексте, но и с помощью фильмов и видеоигр, и каждый из этих форматов, в том числе и оригинальная книга, может распространяться по всему миру с минимальными затратами. Роулинг и другие рассказчики-суперзвезды имеют возможность добраться до миллиардов потребителей с помощью множества каналов и форматов.

Обычно в условиях, когда цифровые технологии позволяют провести дигитализацию без особых усилий, суперзвезды на различных рынках замечают резкий прирост своего дохода, а игрокам, занимающим вторые места, становится все сложнее с ними конкурировать. С 1980-х годов доходы ведущих представителей музыки, спорта и других областей начали расти²⁴¹.

Однако такого же роста не наблюдалось у других представителей мира развлечений и создания контента. Лишь четыре процента разработчиков программ в условиях растущей экономики мобильных приложений смогли заработать более миллиона долларов²⁴². Три четверти из них зарабатывали менее 30 000 долларов. Некоторое количество писателей, актеров или бейсболистов могут стать миллионерами, однако многим другим приходится сводить концы с концами. Золотой призер Олимпийских игр может заработать миллионы долларов на рекламных контрактах, а о серебряном — не говоря уже о тех, кто занял десятое или тридцатое место, — быстро забывают, даже если разница в результатах составляет десятые доли секунды, а победу чемпиону принес неожиданный порыв ветра или удачный отскок мяча.

В наши дни руководители компаний начали зарабатывать не меньше, чем знаменитые рок-музыканты. Если в 1990 году зарплата директоров превышала зарплату средних рабочих в 70 раз, то к 2005 году это значение увеличилось до 300. По данным исследования, проведенного Эриком вместе с его студентом Хи Ген Кимом, такой рост во многом обусловлен более масштабным использованием информационных технологий²⁴³. Повышение оплаты руководителей объясняется, в частности, тем, что охват, масштаб технологии или возможность контроля для лица, принимающего решения, повышается. Если руководители используют цифровые технологии для контроля за деятельностью своих фабрик по всему миру, управления процессами изменений или проверки того, с какой степенью добросовестности выполняются те или иные инструкции, то ценность таких руководителей повышается. Прямое управление с помощью цифровых технологий повышает ценность хорошего менеджера, потому что ему больше не нужно размывать контроль через длинную цепочку подчиненных и таким образом сужать масштаб своих действий.

Прямой цифровой надзор упрощает и процесс выбора для вакансии лучшего из имеющихся кандидатов. Компании готовы платить дополнительные деньги руководителям, которые считаются лучшими, поскольку даже небольшое различие в качествах сотрудников может иметь огромные последствия для акционеров. Чем выше рыночная стоимость компании, тем лучших работников она хочет пригласить²⁴⁴. Простое решение, повышающее капитализацию компании на скромный 1 процент, принесет компании с капитализацией 10 миллиардов долларов еще 100 миллионов.

На конкурентном рынке даже небольшое различие в том, как оценивается талант кандидатов на должность высших руководителей, может привести к значительным различиям в их компенсации за работу. Как написали

в своей книге *The Winner-Take-All Society* экономисты Роберт Франк и Филип Кук, «когда ошибку допускает сержант, страдает взвод, а когда ошибается генерал, страдает вся армия»²⁴⁵.

Когда сравнительное преимущество ведет к абсолютному доминированию

Впервые формальным анализом экономики суперзвезд занялся в 1981 году экономист Шервин Розен²⁴⁶.

На многих рынках покупатели, если у них есть возможность выбора между несколькими продуктами или услугами, предпочтут то, что имеет самое лучшее качество. В случае ограничений по производственным мощностям или значительных расходов на транспортировку самый лучший продавец сможет насытить лишь небольшую долю глобального рынка (к примеру, в XIX веке даже лучшие певцы и актеры собирали аудиторию максимум в несколько тысяч человек в год). Своя ниша на рынке остается и у других, не таких хороших продавцов. Но что, если возникает технология, позволяющая каждому продавцу без особых затрат воспроизводить свои услуги и распространять их по всему миру? Внезапно поставщик товаров лучшего качества получает возможность завоевать весь рынок. Второй, следующий за ним, может быть почти так же хорош, но это уже не будет иметь никакого значения. Каждый раз, когда рынок обретает новые цифровые черты, конкуренция в экономике, построенной на принципе «победителю достается все», становится еще более жесткой.

В 1990-е годы, когда Фрэнк и Кук писали свою пророческую книгу, такие рынки только зарождались. Авторы

проводили сравнение этих рынков, работавших по принципу «победителю достается все», на которых компенсация в основном определялась *сравнительным* результатом, с традиционными рынками, где доходы скорее отражали *абсолютные* результаты. Чтобы понять разницу между этими понятиями, представьте себе, что самый лучший и очень старательный каменщик может уложить за день 1000 кирпичей, а десятый в списке самых лучших каменщиков — всего 900. На хорошо функционирующем рынке эта разница будет пропорционально отражаться на размере заработной платы, учитываяющей как эффективность и навыки, так и количество отработанных часов. На традиционном рынке человек, навыки которого составляют 90 процентов от уровня лучшего, или работающий на 90 процентов своих усилий, будет создавать 90 процентов от идеального уровня ценности, а следовательно, получать 90 процентов от возможного количества денег. Это — абсолютный результат.

Напротив, программист, создающий приложение для работы с картами, которое загружается немного быстрее других, имеет больше данных или обладает чуть более красивой графикой, может полностью доминировать на рынке. Вряд ли на рынке найдется хоть какой-то спрос на приложение, занимающее десятое место в списке, пусть даже для его создания была проделана почти такая же по качеству работа. Это — сравнительный результат. Люди не будут тратить время или силы, чтобы купить десятый в списке продукт, когда у них есть доступ к самому лучшему. И это не тот случай, когда количество может заменить качество: десяток посредственных инструментов для работы с картами не могут заменить одного хорошего. Когда для потребителей важен сравнительный результат, даже небольшое различие в уровне навыков, усилий или удачи способно привести к разнице в доходах в тысячи или даже миллионы раз. В 2013 году на рынке имелось множество приложений для

помощи водителям, однако *Google* посчитал, что лишь одно из них, *Waze*, достойно того, чтобы за него заплатили миллиард долларов²⁴⁷.

Почему подход «победителю достается все» побеждает

Почему рынки, на которых победителю достается все, получили столь широкое распространение? Это связано по большей части с тремя изменениями в технологии производства и дистрибуции:

- а) дигитализацией все большего объема информации, товаров и услуг;
- б) значительными улучшениями в области телекоммуникаций и, в меньшей степени, транспорта и
- в) повышением степени важности сетей и стандартов.

Когда-то Альберт Эйнштейн сказал, что черные дыры возникают там, где Бог делится на ноль, и это утверждение привело к созданию довольно странной физики. Хотя предельные издержки при создании цифровых товаров не вполне приближаются к нулю, они достаточно близки к нему, что создает довольно странную экономику. Как говорилось в главе 3, предельные производственные издержки цифровых товаров значительно меньше, чем физических. Биты дешевле атомов, не говоря уже о человеческом труде.

Дигитализация создает рынки, на которых победителю достается все, а многие прежние ограничения в мире цифровых товаров становятся просто не важны. Человек с веб-

сайтом способен, в принципе, удовлетворить спрос со стороны миллионов или даже миллиардов потребителей. Снятый Дженной Марблз в домашних условиях и выложенный в *YouTube* фильм под названием «Как обмануть людей и заставить их верить в то, что вы хорошо выглядите» собрал 5,3 миллиона просмотров всего за неделю после публикации в июле 2010 года²⁴⁸. Сейчас она заработала миллионы долларов благодаря тому, что количество просмотров ее видео перевалило за миллиард. Каждый разработчик мобильных приложений, пусть у него совсем простой офис и совсем немного сотрудников, почти автоматически превращается в международную компанию и может установить контакт с глобальными аудиториями со скоростью, которую просто невозможно было представить себе в первой эре машин.

Напротив, экономика личных услуг (например, уход за детьми) или физической работы (например, труд садовника) выглядит совершенно иначе, хотя каждый поставщик, вне зависимости от уровня навыков или трудового упорства, может удовлетворить лишь крошечную долю общего рыночного спроса. Когда та или иная деятельность переходит из второй категории в первую (примерно так же, как это произошло с работой по подготовке налоговых деклараций), экономика приближается к тому положению вещей, при котором победителю достается все. Кроме того, снижение цен, традиционное спасение для продуктов второго сорта, не имеет никакой особой пользы для товаров или продавцов, чей уровень не приближается к самому лучшему. Цифровые товары обеспечивают невероятную экономию на масштабах, дают лидеру рынка огромное преимущество в отношении издержек и возможность предложить цену ниже, чем у конкурентов, и все равно получать неплохую прибыль²⁴⁹. Как только компании удается компенсировать свои постоянные издержки, продажа каждой следующей единицы продукции не стоит почти ничего²⁵⁰.

Улучшения в области телекоммуникаций: протяни руку и прикоснись к миллионам людей

Во-вторых, рынки, на которых победителю достается все, развиваются благодаря технологическим улучшениям в областях телекоммуникации и транспорта, которые позволяют расширяться. Когда у вас имеется множество небольших локальных рынков, в каждом может быть «лучший» поставщик. И каждый из этих локальных героев может зарабатывать неплохие деньги. Если же эти рынки сливаются в один глобальный рынок, то у лучших производителей появляется возможность заполучить больше потребителей, а игроки на вторых местах сталкиваются с более жесткой конкуренцией со всех сторон. Аналогичная динамика возникает, когда технологии типа *Google* или даже рекомендационной системы *Amazon* снижают расходы по поиску. И тогда второстепенные производители уже не могут рассчитывать на то, что невежество потребителей или географические барьеры позволят им сохранить прибыль.

Цифровые технологии способствовали переходу к рынкам, на которых победителю достается все, даже тех продуктов, которые вряд ли могли бы иметь в нашем представлении статус суперзвезды. В традиционных магазинах, где продаются фотокамеры, они обычно не оцениваются по порядку от одного до десяти. Однако онлайн-ритейлеры упрощают процесс — они позволяют располагать продукты от лучших к худшим, по рейтингу потребителей, или фильтровать результаты так, чтобы показывались продукты с определенными желательными свойствами. Продукты с низким рейтингом или с девятью из десяти желаемых свойств будут продаваться значительно хуже даже при небольших различиях в качестве, уровне удобства или цене²⁵¹.

Цифровое ранжирование и фильтрация создают непропорциональную отдачу даже на рынках труда для повседневной, совсем не звездной карьеры. Компании смогли дигитализировать процессы найма сотрудников и используют автоматизированные фильтры для сужения потока кандидатов. Например, компании могут легко отсеять всех кандидатов, не закончивших колледж, даже если данная позиция не требует такого уровня образования²⁵². Технические изменения, вызванные уровнем навыков, усиливаются и в этом звездном течении, куда попадают немногие счастливцы. С другой стороны, резюме кандидатов на работу, в которых не содержится нужных модных словечек, могут быть отсеяны, даже если кандидат, соответствующий требованиям на 90 процентов, может быть идеальным работником во всех остальных отношениях.

Сети и стандарты — ценность масштаба

В-третьих, повышавшаяся важность сетей (например, интернета или сетей по работе с кредитными картами) и операционно-совместимых продуктов (типа компьютерных компонентов) также может создавать рынки, на которых победителю достается все. Подобно тому как низкие предельные издержки позволяют экономить на масштабах в производстве, сети могут создавать так называемый сетевой эффект. Он проявляется в случаях, когда нас начинает привлекать продукт, которым уже пользуются другие. Если ваши друзья общаются через *Facebook*, то *Facebook* становится более привлекательным и для вас. А если вы затем присоединяетесь к *Facebook*, то этот сервис становится более ценным и для ваших друзей.

Иногда сетевые эффекты действуют косвенным образом. Вы можете с одинаковым успехом позвонить и человеку,

у которого в кармане *iPhone*, и тому, у кого телефон с *Android*. Однако общее количество пользователей той или иной платформы оказывает прямое влияние на разработчиков приложений: более крупная сеть пользователей будет привлекать больше разработчиков или побуждать их больше инвестировать в определенную платформу. А чем больше приложений доступно для той или иной модели телефона, тем выше его привлекательность для пользователей. Следовательно, ваш выигрыш от покупки того или другого будет определяться количеством других пользователей, покупающих тот же самый продукт. Если экосистема *Apple*, связанная с созданием приложений, достаточно сильна, то покупатели будут выбирать именно ее, тем самым привлекая внимание еще большего количества разработчиков. Однако обратная динамика может привести к возникновению доминирующего стандарта, что почти получилось у платформы *Apple Macintosh* в середине 1990-х. Подобно низким предельным издержкам, сетевые эффекты способны создавать и рынки, на которых победителю достается все, и высокую турбулентность²⁵³.

Социальная приемлемость суперзвезд

В дополнение к техническим изменениям, повышающим уровень дигитализации, телекоммуникациям, сетям и другим факторам, позволяющим создавать суперзвездные продукты и компании, существует еще несколько аспектов труда, позволяющих отдельным людям получать суперзвездную компенсацию. В некоторых случаях культурные барьеры, препятствовавшие выплате слишком большого вознаграждения, снизились. Руководители компаний, финансовые директоры, актеры и профессиональные спортсмены чаще хотят получать

за свою работу вознаграждение, описываемое шести- и семизначными числами. По мере того как все больше людей оказываются в таких условиях, возникает благотворная обратная связь — другим участникам становится проще выступать с аналогичными требованиями.

По сути, концентрация богатства сама по себе способна создавать то, что Фрэнк и Кук называют рынками «толстых кошельков», на которых победителю достается все. Как заметил великий экономист Альфред Маршалл, «богатый клиент, чья репутация, или состояние, или и то и другое находятся под угрозой, вряд ли будет считать чрезмерно высокой любую цену, которая позволит воспользоваться услугами самого лучшего специалиста»²⁵⁴.

Если рынок СМИ помогает О-Джей Симпсону заработать миллионы, то у последнего появляется возможность платить огромные деньги такому адвокату, как, например, Алан Дершовиц — хотя услуги Дершовица нельзя тиражировать для миллионов других людей, в отличие от «товара» (спортивного зрелища), который предлагает сам Симпсон. В каком-то смысле Дершовиц представляет собой «суперзвезду по доверенности»: он извлекает выгоду из талантов своих клиентов-суперзвезд, результаты труда которых на прямую связаны с дигитализацией и сетями*.

Рост доходов суперзвезд усиливается и за счет изменения законов и правил. В годы правления Эйзенхауэра максимальная ставка подоходного налога составляла 90 процентов, а в годы Рейгана — более 50 процентов. Однако в 2002 году она упала до 35 процентов и оставалась на этом уровне до 2012 года. И хотя это изменение очевидным образом привело к увеличению доходов суперзвезд *после налогообложения*, исследования показывают, что это также

* Как минимум когда он участвует в судебных разбирательствах. Как автор книг или участник телевизионных шоу он извлекает прямую пользу из технологий, которые мы обсуждали в предыдущем разделе.

повлияло на официальные уровни доходов *до налогообложения*, поскольку у людей появилась мотивация к тому, чтобы работать больше (ведь теперь у них оставалась большая часть каждого заработка доллара) и декларировать больший доход. Теперь им не приходилось скрывать свои доходы, поскольку стоимость уплаты налога была уже не так высока, как раньше.

Снизились и ограничения, связанные с торговлей. Подобно удешевлению телекоммуникаций и транспорта, такое снижение делает рынки более глобальными, позволяя международным суперзвездам конкурировать с локальными и выдавливать их с домашних рынков. Когда компания *Kia* переманила Питера Шрайера из *Audi*, это послужило четким сигналом к тому, что рынок для талантливых автомобильных дизайнеров перестал быть локальным, а превратился в глобальный.

Хотя верхние 1 и 0,01 процента и заметили рекордное повышение своих доходов, на пути экономики суперзвезд возник целый ряд препятствий. Возможно, самым важным из них является рост «длинного хвоста» — или, иными словами, рост доступности нишевых продуктов и услуг. Технология не просто снизила предельные издержки; во многих случаях произошло снижение и постоянных издержек, складских расходов и затрат на поиск. Каждое из этих изменений делает экономически интересным предложение более широкого ассортимента продуктов и услуг. В результате заполняются небольшие ниши, которые прежде пустовали.

Вместо того чтобы состязаться с суперзвездой, некоторые люди и компании пытаются диверсифицировать свои продукты, найти и создать альтернативные ниши, в которых они смогут стать лучшими в мире. Дж. К. Роулинг заработала миллиарды своим писательским трудом, однако у миллионов других авторов тоже появляется шанс выпускать свои книги, адресованные более специализированной аудитории

из нескольких тысяч или даже нескольких сотен читателей. *Amazon* будет хранить эти книги на своих складах и откроет к ним доступ для читателей по всей планете. Для *Amazon*, в отличие от любого физического книжного магазина с меньшим количеством потребителей, такое хранение будет выгодным. И если технология разрушает географические барьеры, которые раньше защищали авторов от всемирной конкуренции, она в то же время предлагает специализацию как средство выделиться.

С точки зрения прибыли лучше быть не № 1000 в мировом рейтинге детских писателей, а № 1 в нишевом рейтинге авторов, дающих научные рекомендации предпринимателям в области экологических проектов или описывающих принципы синхронизации действий футбольной команды²⁵⁵. Следуя именно этому принципу, разработчики предложили свыше 700 000 приложений для *iPhone* и *Android*, а *Amazon* рекомендует своим посетителям свыше 25 миллионов песен. В условиях распределенной экономики уже создано огромное количество постов в блогах, историй в *Facebook* и видео на *YouTube*, приносящих прибыль своим авторам (хотя и не всегда это выражается в прямом доходе). Однако, как мы уже видели, возможность производить новые продукты не всегда приводит к высоким доходам создателей. В экономике суперзвезд (она же экономика «длинного хвоста») с очень низкими входными барьерами все еще царит неравенство.

Нация степенной кривой

Экономика, где доминируют рынки, на которых победителю достается все, имеет совершенно иную динамику, чем привычная нам промышленная экономика. Как мы говорили

в начале главы, доходы двух каменщиков будут различаться между собой значительно меньше, чем доходы разработчиков приложений, и это не единственное отличие. Вместо стабильных долей рынка, где величина дохода определяется пропорционально различиям в таланте и усилиях, конкуренция на рынках, где победителю достается все, менее стабильна и более асимметрична. Замечательный экономист Йозеф Шумпетер писал о «созидающем разрушении», когда каждая инновация не только создает новые ценности для потребителей, но и делает ненужными прежние инновационные решения. Победитель в этой гонке развивается, начинает доминировать на своем рынке, однако оказывается уязвимым перед следующим поколением инноваторов. Это наблюдение описывает рынки программных продуктов, медиа и интернета значительно точнее, чем традиционные рынки производства и услуг. Однако по мере того, как все больше отраслей становятся цифровыми и сетевыми, можно ожидать более широкого распространения динамики, предложенной Шумпетером²⁵⁶.

В экономике суперзвезд распределение дохода имеет совершенно иную форму. Помимо того, что небольшая группа на самом верху пользуется преимуществами роста своих доходов, происходят изменения и в фундаментальной структуре распределения. Когда доходы примерно пропорциональны абсолютным результатам, как в примере с каменщиками, распределение доходов будет примерно соответствовать распределению уровня мастерства и усилий. По множеству характеристик те или иные черты человеческой цивилизации соответствуют нормальному распределению, также известному как гауссово распределение, или колоколообразная кривая. Происходит примерное распределение по высоте, силе, скорости, общему коэффициенту умственного развития, а также, скорее всего, и по многим другим характеристикам, таким как эмоциональный интеллект, уровень организованности и даже старательность.

Нормальное распределение встречается довольно часто (отсюда и название) и имеет интуитивно понятную закономерность. По мере движения к каждому из «хвостов» распределения количество участников начинает резко снижаться. Кроме того, значения среднего арифметического, медианы и моды в нормальном распределении совпадают между собой. Таким образом, «средний» человек располагается в середине распределения, как наиболее обычный или часто встречающийся тип личности.

Рис. 10.1



Если бы распределение дохода в США следовало нормальному распределению, то медианный доход поднимался бы вместе со средним; очевидно, что этого не происходит. Еще одна характеристика нормального распределения состоит в том, что при отклонении от среднего значения вероятность найти объект с экстремальными значениями быстро снижается, причем это снижение происходит все быстрее и быстрее. Отношение числа людей ростом 210 см к числу людей ростом 198 см значительно меньше, чем пропорция людей с ростом 198 см к людям с ростом 180 см. Иными словами, на границах распределения редко встретишь экстремальные параметры.

Напротив, рынки суперзвезд (и соответствующий им «длинный хвост») лучше описывать с помощью экспоненциальной кривой, или кривой Парето, в которой небольшое количество людей контролируют непропорционально высокую

долю продаж. Зачастую такое распределение описывается правилом 80/20 (20 процентов участников получают 80 процентов прибыли), однако эта ситуация может стать еще более экстремальной²⁵⁷. К примеру, исследование Эрика и его соавторов показало, что продажи книг в *Amazon* характеризуются именно экспоненциальным распределением²⁵⁸. Экспоненциальное распределение имеет «толстый хвост», иными словами, вероятность экстремальных событий в нем значительно выше, чем можно было бы ожидать в нормальном распределении²⁵⁹. Кроме того, эти продажи «масштабно инвариантны», что означает, что книга-бестселлер составляет примерно такую же долю в десятке самых продаваемых книг, как первая десятка в первой сотне или первая сотня в первой тысяче. Экспоненциальные законы описывают многие явления, от частоты землетрясений до частоты использования слов в большинстве языков. Они также описывают распределение сбыта книг, *DVD*, приложений для смартфонов и других информационных продуктов.

Другие рынки представляют собой смесь различных типов распределения. Экономика США в целом может быть описана как смесь логарифмически нормального и экспоненциального распределения, а доход людей на самом верху определяется экспоненциальным распределением²⁶⁰. Некоторые из наших текущих исследований в МТИ как раз посвящены причинам и последствиям такой ситуации, а также тому, как она могла бы развиваться со временем.

Ситуация, при которой распределение дохода начинает соответствовать экспоненциальному закону, может иметь важные последствия. К примеру, Ким Тайпейл, основатель Стилвелловского центра прикладных исследований науки и технологической политики, утверждает:

Эпоха распределения по колоколообразной кривой, поддерживавшей растущий социальный средний класс, закончилась, и мы движемся в сторону экс-

поненциального распределения экономических возможностей. Образование само по себе уже не будет играть прежней роли²⁶¹.

Такая перемена разрушает наши ментальные модели понимания мира. Большинство из нас привыкли размышлять, ссылаясь на определенный опыт. Политики часто говорят о «среднем избирателе», а специалисты по маркетингу — о «типичном потребителе». Это вполне работает для нормального распределения, в котором наиболее распространенное значение находится недалеко от среднего, или, если говорить более формально, мода (наиболее вероятное значение) и арифметическое среднее распределение совпадают или почти совпадают. Однако среднеарифметическое значение при экспоненциальном распределении значительно выше, чем значение медианы или моды²⁶². К примеру, в 2009 году средняя зарплата бейсболистов основной лиги составляла 3240206 долларов — примерно в три раза больше медианной зарплаты, составлявшей 1150000 долларов²⁶³.

С практической точки зрения это означает, что, когда доход распределяется в соответствии с экспоненциальным распределением, его значение для большинства людей будет ниже среднего — прощай, озеро Вобегон!* Кроме того, со временем средний доход может повыситься без какого-либо увеличения медианного дохода или, в данном случае, без какого-либо увеличения доходов для большинства людей. Экспоненциальное распределение не просто повышает неравенство с точки зрения дохода; оно также сбивает с толку нашу интуицию.

* Лейк-Вобегон («Озеро Вобегон») — вымышленный городок из крайне популярного одноименного радиошоу, каждый выпуск которого начинался словами «Добро пожаловать в Лейк-Вобегон, где все женщины сильны, все мужчины красивы, а все дети одарены выше среднего!» «Эффектом озера Вобегон» называют психологическую склонность человека переоценивать собственные качества и способности. — Примеч. ред.

Глава 11.

Эффекты Дара и его распределения

Прогресс проверяется не увеличением достатка тех, кто уже имеет много, а тем, способны ли мы обеспечить тех, кто имеет слишком мало.

Франклин Д. Рузвельт

В последних четырех главах мы увидели, что во второй эре машин кроется определенный парадокс. ВВП еще никогда не был таким высоким, а инновации еще никогда не развивались в таком темпе, однако люди все более пессимистично смотрят на будущие стандарты жизни своих детей. С учетом поправки на инфляцию совокупная чистая стоимость активов в списке миллиардеров *Forbes* увеличилась с 2000 года более чем в пять раз, однако доход медианного домохозяйства в Америке снизился²⁶⁴.

Экономическая статистика подчеркивает противоречивость Дара и его распределения. Экономист Джаред Бернштейн, старший научный сотрудник Центра по бюджетным и политическим приоритетам, привлек наше внимание к ис-

чезновению прямой связи между производительностью и занятостью (см. рис. 11.1, с. 218). Если в течение основной части послевоенного периода эти два важнейших статистических показателя развивались по довольно близким траекториям, то в конце 1990-х они начали расходиться. Производительность продолжала расти, а занятость застряла на месте. В наши дни доля работающих людей в населении в целом упала до минимума за 20 лет, а реальные доходы медианного работника сегодня ниже, чем в 1990-е. В то же самое время значения производительности, ВВП, корпоративных инвестиций и прибыли после налогообложения достигли рекордных высот.

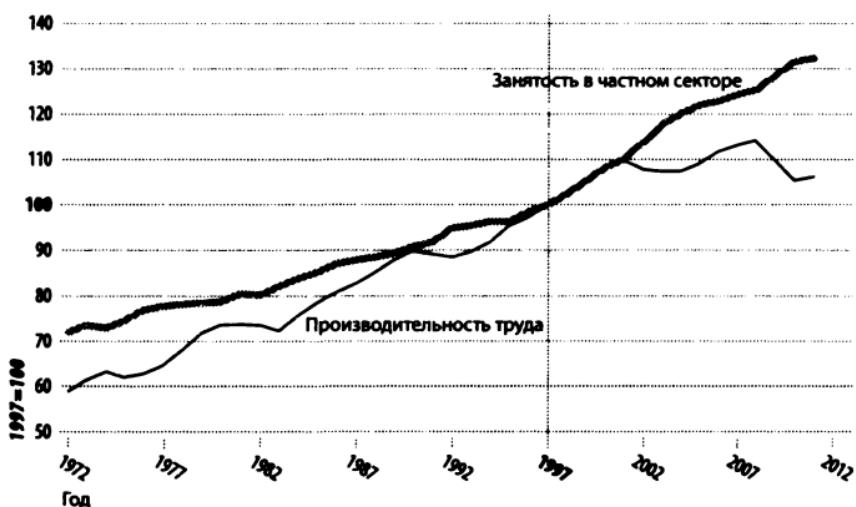
Быстрый темп инновационного процесса особенно легко увидеть в таких местах, как Кремниевая долина или исследовательские институции типа МТИ. Здесь процветают стартапы, выращивающие новых миллионеров и миллиардеров, а исследовательские лаборатории штампуют удивительные новые технологии, подобные тем, что мы видели в предыдущих главах. Однако в то же самое время все больше людей сталкивается с финансовыми проблемами: учащиеся вынуждены бороться с огромными долгами, недавние выпускники с трудом находят новые рабочие места, а миллионы людей были вынуждены брать кредиты для того, чтобы временно поддержать свой прежний уровень благосостояния.

В этой главе мы обратимся к трем важным вопросам о будущем нашего Дара и его распределения. Прежде всего, что будет более масштабным — сам Дар или порожденное им неравенство? Во-вторых, могут ли технологии не только увеличить неравенство, но и привести к возникновению структурной безработицы? А в-третьих, как насчет глобализации, еще одной огромной силы, трансформирующей экономику, — способна ли она объяснить возникшее в последнее время снижение зарплат и уровня занятости?

Что больше, Дар или неравенство?

Благодаря технологиям мы делаем мир богаче — мир, в котором мы можем получить все больше, вкладывая все меньше сырья, капитала и труда. В будущем мы продолжим получать блага в форме достаточно легко поддающихся измерению вещей, таких как более высокая производительность, а также того, что измерить намного сложнее, — например, пользы, которую мы получаем от бесплатных цифровых товаров.

Рис. 11.1. Производительность труда и занятость в частном секторе



Предыдущий абзац описывает наш Дар сухим языком экономики. Это невежливо и требует исправления — столь фундаментальное и прекрасное явление заслуживает лучшего языка. «Дар» — это не только более дешевые потребительские товары и калории. Как мы отметили в главе 7, это еще и больше вариантов выбора, больше разнообразия и общее повышение качества во многих областях нашей жизни.

Дар означает, что операции теперь можно проводить без вскрытия грудной клетки. Дар означает и постоянный доступ к лучшим учителям в мире, совмещенный с персонализированными материалами для самооценки, которые позволяют учащимся понять, насколько хорошо они овладели материалом. Дар означает, что домохозяйства теперь могут тратить меньше денег на покупку продуктов, автомобилей, одежды и коммунальных услуг. Дар означает возможность возвращения слуха глухим, а со временем и зрения слепым. Дар означает, что наша работа будет все меньше связана со скучными и повторяющимися заданиями и будет все более творческой и интерактивной.

Все эти проявления прогресса основаны, по крайней мере частично, на цифровых технологиях. При совмещении с политическими и экономическими системами, которые предлагают человеку выбор, а не замыкают в жестких рамках, технологическое развитие превращается в потрясающе эффективный двигатель улучшения общества и повышения его благосостояния. Но с другой стороны, этот же двигатель стимулирует развитие неравенства, увеличивая различия между людьми в важных для нас областях — богатстве, доходе, стандартах жизни и возможностях процветания. Некоторые из этих тенденций (в особенности рост неравенства) заметны и в других странах. Мы хотели бы, чтобы прогресс цифровых технологий, figurально выражаясь, поднимал все лодки, но на самом деле это не так.

Очевидно, что технологии — не единственная сила, приводящая к росту неравенства, но они явно играют огромную роль в этом процессе. Сегодняшние информационные технологии благоприятствуют более подготовленным работникам, дают владельцам капитала больше, чем владельцам труда, а также позволяют суперзвездам получать намного больше, чем всем остальным. Все эти тенденции увеличивают степень неравенства — между теми, у кого есть работа,

и теми, у кого ее нет, между квалифицированными работниками и теми, кто менее развит в профессиональном плане, между суперзвездами и всеми нами. Из того, что мы слышали и узнали, становится ясно, что при прочих равных будущие технологии будут повышать степень неравенства в доходах и одновременно с этим увеличивать размеры Дара.

Тот факт, что технология постепенно приносит нам все больше благ и все больше неравенства, ставит перед нами важный вопрос: *если благо так велико, стоит ли нам беспокоиться о неравенстве?* Иными словами, можем ли мы считать рост неравенства не такой уж серьезной проблемой, если даже те, кто в самом низу общества, видят, что благодаря технологиям их жизнь улучшается?

Действительно, несмотря на рост неравенства в доходах и разброс других показателей, далеко не все убеждены в том, что это серьезная проблема. Некоторые наблюдатели высказывают мнение, которое мы назовем «аргументом сильного Дара» (*«strong bounty» argument*): по сути дела, они говорят, что концентрироваться на неравенстве — неправильно и неуместно, поскольку Дар — это более важное явление, которое проявляется даже на самом дне распределения. Сторонники этой точки зрения признают, что самые квалифицированные работники отрываются от всех остальных — а суперзвезды вырвались вперед так далеко, что их уже почти не видно, — однако затем нам задают вопрос: «И что в этом особенного? Пока экономическая жизнь всех людей становится лучше, зачем беспокоиться о том, что кто-то из них получает намного больше остальных?» Как утверждает гарвардский экономист Грег Манкив, огромный доход, который получает «один процент», не является проблемой, если он действительно отражает вклад людей, создающих нечто ценное для всех остальных²⁶⁵.

Капиталистические экономические системы работают в определенной степени потому, что они обеспечивают силь-

ные стимулы для инноваторов: если ваше предложение встречает отклик рынка, то вы пожинаете как минимум часть финансовых плодов, которые оно принесло. А если ваша идея завоевала по-настоящему большую популярность, награда может быть огромной. Когда система стимулов работает хорошо (и не обеспечивает гарантированной награды людям, ведущим слишком рискованную игру внутри финансовой системы), преимущества могут быть весьма обширными: инноваторы улучшают жизни множества людей, а покупки последних делают инноватора богаче. Выгоду извлекают все, хотя эта выгода не у всех одинакова.

Массу примеров этого феномена можно встретить в отрасли высоких технологий. Предприниматели создают гаджеты, веб-сайты, приложения и другие товары и услуги, которые мы ценим. Мы покупаем их и активно ими пользуемся, а предприниматели наслаждаются своим финансовым успехом. Эта закономерность не дисфункциональна, она полезна. Экономист Ларри Саммерс говорит:

Представьте себе, что в США было бы еще 30 таких людей, как Стив Джобс... стоит ли лишний раз говорить о том, что подобный пример неравенства представляет собой необходимое условие успешного предпринимательства; и подобную модель мы, конечно, хотели бы всячески поощрять²⁶⁶.

Мы заинтересованы в развитии такой модели, в частности, из-за того, что, как мы видели в главе 6, технологический прогресс помогает даже самым бедным людям в мире. Тщательные исследования показывают, что такие инновации, как мобильный телефон, повышают доходы бедняков, улучшают их состояние здоровья и другие показатели благополучия. А поскольку закон Мура продолжает одновременно снижать издержки и расширять возможности

этих устройств, связанные с ними преимущества будут накапливаться и дальше.

Если этот аргумент «сильного Дара» правилен, то нам действительно не о чем беспокоиться в дальнейшем развитии второй эры машин. Однако так ли это на самом деле? Хотелось бы, но нет. Как мы уже видели в главах 9 и 10, данные четко показывают, что положение многих людей в США и других странах со временем ухудшается не только относительно других, но и в абсолютном выражении. В Америке медианный доход работника в реальных долларах ниже, чем в 1999 году, и эта история во многом повторяется, когда мы начинаем изучать домохозяйства, а не отдельных работников, или показатели совокупного богатства вместо годового дохода. По мере ускорения технологической гонки заданный темп не в состоянии удерживать все больше людей.

Некоторые сторонники «сильного Дара» верят, что, хотя это снижение благополучия вполне реально, оно все равно не так важно, как снижение цен, улучшение качества жизни и другие преимущества. Экономисты Дональд Будро и Марк Перри пишут:

Расходы домохозяйств на многие из «основ» современной жизни — продукты питания, автомобили, одежду и обувь, мебель и оборудование, а также на благоустройство дома и коммунальные службы — снизились с 53% чистого дохода в 1950 году до 44% в 1970-м и 32% в наши дни... количество и качество потребления обычных американцев сопоставимо с тем, что было доступно лишь богатым всего несколько десятилетий назад. Достаточно взглянуть на электронные продукты, которые сейчас может себе позволить любой подросток из среднего класса — *iPhone*, *iPad*, *iPod* и ноутбук. Они почти ни в чем не уступают электронным га-

джетам, которые использует 1% самых богатых американцев, а зачастую и бедные, и богатые используют одни и те же устройства²⁶⁷.

Перри добавляет, что «благодаря инновациям и технологиям... все американцы (особенно из групп с низким и средним доходом) оказываются богаче, чем в любой другой предшествовавший период»²⁶⁸. Скотт Уиншип из *Brookings Institution* сделал подобные же заявления в журнале *National Review* и ряде других источников²⁶⁹.

Аргументы звучат интригующе. Особенно нам нравится наблюдение, что средний работник в наши дни находится в гораздо лучшем положении, чем представители предыдущих поколений, — и это результат Дара, возникшего благодаря инновациям и технологиям. Во всем, что связано с информацией, коммуникацией и вычислениями, улучшения настолько велики, что вряд ли можно было предугадать их или поверить в них загодя. И этим Дар не исчерпывается — технологический прогресс приводит к снижению издержек и улучшению качества в других областях (таких как производство продуктов питания и коммунальные услуги), которые на первый взгляд вовсе не имеют отношения к высоким технологиям.

Это очень здорово, однако мы совсем не убеждены, что люди в нижней части диапазона распределения чувствуют себя достаточно хорошо. Во-первых, цена на некоторые важные вещи, которые они хотели бы купить, со временем становится очень высокой. Хороший обзор этого феномена дан в исследовании Джареда Бернстейна, сравнившего повышение медианного семейного дохода за период с 1990 по 2008 год с изменением цен на жилье, здравоохранение и высшее образование. Он обнаружил, что, хотя семейные доходы выросли за этот период времени примерно на 20 процентов, цены на жилье и образование выросли примерно на 50 процентов, а на услуги здравоохранения — более чем на 150

процентов²⁷⁰. Поскольку реальный медианный доход в США в недавние годы начал падать, результаты этого сравнения покажутся нам еще более неприятными, если мы сравним с 1990 годом не 2008-й, а более свежие данные.

Поскольку американские домохозяйства тратят больше денег, многие из них остаются без сбережений на черный день. Экономисты Аннамария Лусарди, Даниэль Дж. Шнайдер и Питер Туфано провели в 2011 году опрос, в ходе которого выясняли, есть ли у респондентов возможность «собрать 2000 долларов за 30 дней». Результаты оказались удручающими. Согласно исследованию,

примерно четверть участников опроса заявили, что совершенно точно не смогут собрать такую сумму, а еще 19% могли бы это сделать, но для этого им пришлось бы, хотя бы в какой-то степени, заложить или продать какое-то свое имущество или же взять в долг до зарплаты... Иными словами, — пишут авторы исследования, — мы обнаружили, что почти половина американцев уязвимы с финансовой точки зрения... Значительная доля людей, которых мы относим к «среднему классу», считают, что их финансовое положение небезопасно²⁷¹.

Другие параметры — уровень бедности, доступ к услугам здравоохранения, количество людей, желающих получить работу с полной занятостью, однако способных найти лишь временную, и так далее — подтверждают впечатление, что, хотя экономический Дар, созданный технологиями, вполне реален, его недостаточно для компенсации роста неравенства. И этот рост не является исключительно последствием Великой рецессии или каким-то новым и преходящим явлением.

Тот факт, что множество американцев сталкиваются с постоянным снижением доходов, достаточно плох сам по себе, однако теперь он связан со снижением социальной мо-

бильности — иными словами, становится все меньше шансов, что дети, рожденные в нижней части диапазона распределения, смогут преодолеть неблагоприятные обстоятельства, построить себе достойную жизнь и сделать карьеру. Недавние исследования ясно показывают, что «американская мечта» о вертикальной мобильности, которую прежние поколения считали вполне достижимой, стала значительно более несбыточной в наши дни. Посмотрим на пример: в 2013 году экономисты Джейсон Дебакер, Брэдли Хейм и их коллеги провели исследование налоговых деклараций, поданных в США за период с 1987 по 2009 год. Выяснилось, что 35 000 изученных домохозяйств год за годом оставались на одном и том же месте в списке, где домохозяйства были ранжированы от самого бедного к самому богатому незначительными переменами, несмотря на рост неравенства в абсолютной величине дохода²⁷². Совсем недавно социолог Роберт Патнем продемонстрировал, что экономические условия и перспективы в городках типа Порт-Клинтон, штат Огайо (его родной город), в последние десятилетия ухудшились для детей, родители которых имеют лишь среднее образование, но улучшились для семей, где родители закончили колледж. Именно этого и можно ожидать по мере ускорения технических изменений, связанных с изменением навыков²⁷³.

Многие американцы верят, что до сих пор живут в стране возможностей, которую ждет величайший экономический прогресс. Однако это уже не так. В журнале *Economist* приводится следующее мнение:

Во времена Горацио Элджера Америка была более гибкой, чем Европа. Теперь все изменилось. По показателю социальной мобильности одного поколения, то есть с точки зрения того, насколько меняется величина дохода детей относительно дохода родителей, Америка вполовину уступает странам

Скандинавии и находится примерно на одном уровне с Британией и Италией, наименее мобильными странами Европы²⁷⁴.

Так что неравенство не просто велико — оно еще и подпитывает само себя. Слишком часто люди, находившиеся с точки зрения благосостояния в самом низу или в середине распределения, в течение всей своей карьеры остаются на одном месте, а их семьи стагнируют, не прогрессируя на протяжении жизни нескольких поколений. Это плохо и для экономики, и для общества.

Еще хуже будет, если неравенство приведет к сокращению Дара — если оно само и его последствия каким-то образом смогут притормозить технологический прогресс, не позволяя нам в полной мере использовать все потенциальные преимущества новой эры машин. Хотя часто принято считать, что высокие уровни неравенства способны мотивировать людей и заставить их упорнее трудиться, неравенство может и притормозить рост. В 2012-м экономист Дарон Аджемоглу и политолог Джеймс Робинсон опубликовали книгу под названием «Почему одни страны богатые, а другие бедные» — интереснейший рассказ, охватывающий сотни лет истории и посвященный, как скромно сказано в подзаголовке книги, «происхождению власти, процветания и нищеты». По мнению Аджемоглу и Робинсона, подлинные источники этих явлений связаны не с географией, природными ресурсами или культурой, а, скорее, с такими вещами, как демократия, право собственности и верховенство закона; инклюзивные институты ведут к процветанию, а экстрактивные — когда экономика и правила игры меняются по воле господствующей элиты — к бедности. Авторы убедительно выстраивают аргументацию. В одной из своих статей, обсуждая сегодняшнее состояние Америки, они высказывают ряд глубоких наблюдений и предостережений:

Процветание зависит от инноваций, и когда мы не предоставляем равные условия всем, то растратываем свой инновационный потенциал: мы не знаем, где появится следующая компания типа *Microsoft*, *Google* или *Facebook*, и если человек, способный ее создать, оказался в плохой школе и не может попасть в хороший университет, то велики шансы, что хорошая идея так и не станет реальностью...

За последние 200 лет США удалось добиться впечатляющего экономического роста и создать множество инноваций во многом потому, что страна поощряла изобретения и инвестиции. Это не происходило в вакууме; инициативы получали поддержку инклюзивных политических учреждений, которые не позволяли элите или какой-то иной узкой группе монополизировать политическую власть и использовать ее в своих собственных целях за счет всего общества.

И вот в чем состоит проблема: экономическое неравенство будет приводить к росту политического неравенства, а люди, имеющие политическую власть, будут использовать ее для получения еще больших экономических преимуществ. Они будут сдавать карты в свою пользу, и это будет приводить к дальнейшему росту экономического неравенства — типичный порочный круг, в центре которого окажемся все мы²⁷⁵.

Проведенный Аджемоглу и Робинсоном анализ позволяет увидеть последнюю причину для беспокойства из-за нынешнего растущего неравенства: оно может привести к созданию экстрактивных институтов, которые замедлят наше развитие во второй эре машин. И это будет не просто постыдно — подобные действия могут привести к настоящей

трагедии. Опираясь на выводы Аджемоглу и Робинсона, а также ряда других исследователей, мы полагаем, что этот сценарий вполне вероятен. Мы не можем просто верить в то, что Дар, возникающий благодаря технологиям, способен компенсировать создаваемое им неравенство. Напротив, мы беспокоимся, что неравенство способно значительно снизить ценность и величину Дара в грядущие годы.

Технологическая безработица

Мы видим, как растет общий «пирог» экономики, однако при этом ухудшаются условия жизни множества людей. По мере падения спроса на труд, особенно неквалифицированный, падают и зарплаты. Однако могут ли технологии в самом деле привести нас к массовой безработице?

Мы не первые, кто задается этим вопросом. Яростные споры на эту тему идут уже не менее 200 лет. В 1811–1817 годах группа английских текстильных рабочих, которые боялись, что потеряют свои места из-за появления автоматизированных ткацких станков в эпоху первой промышленной революции, сплотились вокруг некоего Неда Лудда — фигуры, напоминающей Робина Гуда и, скорее всего, вымышленной. Они нападали на фабрики и ломали оборудование до тех пор, пока их движение не было подавлено британским правительством.

Экономисты и другие ученые видели в движении луддитов ранний пример новой важной закономерности — широкомасштабная автоматизация начала оказывать активное влияние на зарплаты людей и перспективы их занятости. Вскоре исследователи разделились на два лагеря. Представители первого и более крупного утверждали, что, хотя техно-

логический прогресс и другие факторы действительно лишают некоторых работников рабочих мест, творческая природа капитализма предоставляет этим работникам другие прекрасные возможности. Таким образом, безработица носит лишь временный характер и не представляет собой серьезной проблемы. Джон Бэйтс Кларк (в честь него названа медаль, которую вручают лучшим молодым экономистам) писал в 1915 году:

В реальной экономике, имеющей высокую динамику, всегда имеется доля неиспользуемых трудовых ресурсов. Невозможно и неправильно представлять себе, что эта доля когда-нибудь полностью исчезнет. Для роста благосостояния работников требуется технический прогресс, а прогресс невозможен без временного перемещения рабочей силы²⁷⁶.

В следующем году политолог Уильям Лейзерсон развил эту идею. Он описывал безработицу как нечто почти воображаемое: «Незанятость армии безработных сродни „незанятости“ пожарных, которые всегда наготове в депо, или полицейских, готовых выехать по вызову»²⁷⁷. Короче говоря, творческие силы капитализма постоянно нуждаются в притоке рабочей силы, которую обеспечат те, кто лишился работы на предыдущем этапе технологического прогресса.

Джон Мейнард Кейнс питал значительно меньшую уверенность в том, что ситуация обернется в пользу работников. Его работа 1930 года «Экономические возможности наших внуков», в целом оптимистичная, четко выразила позицию второго лагеря: автоматизация может лишить людей работы на постоянной основе, по мере того как автоматизации подвергается все больше и больше отраслей. В работе рассматривались сложные времена Великой депрессии и выдвигался следующий прогноз: «Нас одолевает болезнь, о которой отдельные читатели, возможно, еще не слышали,

но которую в ближайшие годы будут много обсуждать, — *технологическая безработица*. Она возникает потому, что скорость, с какой мы открываем трудосберегающие технологии, превосходит нашу способность находить новое применение высвобожденному труду»²⁷⁸. Казалось, что продолжительный период безработицы в ходе Великой депрессии подтверждает идеи Кейнса, однако со временем ситуация улучшилась. Затем началась Вторая мировая война, потребовавшая дополнительных ресурсов как на поле боя, так и в тылу, и угроза технологической безработицы отступила.

После окончания войны споры относительно влияния технологии на состояние рабочей силы возобновились и даже обрели новую жизнь после появления компьютеров. Группа социологов направила в 1964 году открытое письмо президенту Линдону Джонсону. В письме говорилось:

Новая эра производства уже началась. Принципы ее организации отличаются от принципов промышленной эры, так же как последние отличались от принципов аграрной эпохи. Комбинация компьютера и автоматизированных саморегулирующихся машин привела к началу кибернетической революции. В результате возникает система с почти неограниченной производственной мощью, которая требует все меньших объемов человеческого труда²⁷⁹.

Экономист Василий Леонтьев, лауреат Нобелевской премии, согласился с этим, заявив в 1983 году, что «роль человека в качестве важнейшего фактора производства будет уменьшаться — так же, как уменьшалась роль лошадей в сельскохозяйственном производстве, пока они все не были заменены тракторами»²⁸⁰.

Однако всего четыре года спустя группа экономистов, собранная Национальной академией наук, выразила несогла-

сие с Леонтьевым и выдвинула ясное, всеобъемлющее и довольно оптимистичное заявление в своем докладе «Технология и занятость»:

За счет снижения производственных издержек, а следовательно, цен на определенные товары на конкурентном рынке технологические изменения часто приводят к повышению спроса на продукцию: рост спроса приводит к увеличению производства, которое требует больше труда. Тем самым компенсируется эффект снижения требований к трудовым ресурсам на единицу продукции, возникающий вследствие технологических изменений... в прошлом и, как мы верим, в обозримом будущем, снижение требований будет компенсироваться повышением занятости, связанным с общим ростом выпуска продукции²⁸¹.

Такая точка зрения — что автоматизация и другие формы технологического прогресса в совокупности создают больше рабочих мест, чем уничтожают, — постепенно начала доминировать в экономической науке. Верить в обратное — значит прослыть чуть ли не луддитом. Так что в последние годы большинство из тех, кто утверждал, что технологии уничтожают рабочие места, не были мейнстримными экономистами.

Утверждение, что технологии не могут привести к устойчивой структурной безработице, а лишь ко временными ее всплескам во время рецессий, поконится на двух фундаментальных основаниях: 1) экономической теории и 2) двух сотнях лет исторических свидетельств. Однако прочность обеих этих опор в последнее время значительно поколебалась.

Начнем с теории. Известны три экономических механизма, объясняющих технологическую безработицу: недостаточно эластичный спрос, слишком стремительные изменения и значительное неравенство.

Если технологии ведут к более эффективному использованию труда, то, как отметили экономисты в рамках дискуссионной панели Национальной академии наук, это не означает автоматического снижения спроса на труд. Более низкие издержки могут привести к снижению цен на товары, а оно, в свою очередь, приводит к повышению спроса на эти товары, что в конечном итоге может повысить и спрос на труд. Случится ли это на самом деле, зависит от эластичности спроса — то есть того, насколько (в процентах) увеличится спрос на товар на каждый процент снижения цены на него.

На некоторые товары и услуги, такие как автомобильные шины или домашние осветительные приборы, спрос относительно неэластичен и, следовательно, мало зависит от снижения цен²⁸². Если снизить цену на лампочки вдвое, это не приведет к двукратному увеличению количества покупателей. Соответственно, по мере роста производительности доходы этой отрасли снижаются. В своей великолепной исследовательской работе экономист Уильям Нордхауз показал, каким образом технологии позволили снизить стоимость освещения почти в тысячу раз со времен свечей и ламп с китовым жиром. В итоге мы тратим значительно меньше и при этом получаем столько света, сколько нам нужно²⁸³. С неэластичным спросом могут столкнуться целые секторы экономики, а не только категории продуктов. В течение многих лет в сельском хозяйстве и промышленном производстве наблюдалось сокращение занятости и рост эффективности. Но снижение цен и улучшение качества продукции не привело к повышению спроса до такой степени, чтобы он соответствовал возросшей производительности.

С другой стороны, когда спрос эластичен, повышение производительности ведет к определенному повышению спроса и в итоге большему спросу на труд. Подобная ситуация носит название парадокса Джевонса. Согласно этому пара-

доксу, рост энергоэффективности может порой вести к росту потребления энергии. Однако для экономистов это не парадокс, а лишь неминуемое следствие эластичности спроса. Особенно это заметно в новых индустриях, таких как информационные технологии²⁸⁴. В случае если эластичность равна единице (то есть снижение цены на 1 процент приводит к повышению количества продукции также на 1 процент), то величина общего дохода (цены, умноженной на количество) останется неизменной. Иными словами, повышение производительности будет сопровождаться аналогичным по масштабу повышением спроса, в результате чего занятость останется на прежнем уровне.

На первый взгляд, эластичность, равная единице, может существовать исключительно в теории, однако есть свидетельства (хотя и не абсолютно достоверные), что в долгосрочной перспективе именно таким будет положение дел в экономике. К примеру, снижение цен на продукты питания ослабляет спрос на сельскохозяйственный труд, однако высвобождает достаточно денег для того, чтобы потратить эти деньги в других отраслях экономики, а это позволяет сохранить общую занятость²⁸⁵. Деньги расходуются не только на покупку существующих товаров в больших объемах, чем прежде, но и на совершенно новые продукты и услуги. В этом и заключается главный аргумент тех, кто считает, что технологическая безработица невозможна в принципе.

Кейнс с этим не согласился. Он полагал, что в долгосрочной перспективе спрос не будет полностью неэластичным. Иными словами, даже снижение цен (при сохранении качества) необязательно означает, что мы будем потреблять больше товаров и услуг. Напротив, произойдет пресыщение, и мы будем потреблять меньше. Кейнс предсказывал, что это может привести к значительному (до 15 часов в неделю) сокращению рабочего дня, поскольку для создания товаров и услуг, необходимых людям, требуется все меньше трудовых

ресурсов²⁸⁶. Однако такой тип технологической безработицы сложно считать экономической проблемой. Согласно этому сценарию, люди работают меньше, поскольку у них уже все есть. «Экономическая проблема» дефицита заменяется совершенно иной и более привлекательной для нас проблемой — что делать с богатством, изобилием и кучей свободного времени. Как сказал Артур Ч. Кларк, «цель будущего — чтобы никто не работал и мы могли бы все время играть»²⁸⁷.

Кейнс был озабочен проблемой краткосрочных «разрегулировок», и это заставляет нас обратиться ко второму и более серьезному аргументу в пользу возможности технологической безработицы. Наши навыки и принципы организации просто не позволяют нам двигаться в том же темпе, что и технический прогресс. Когда технологии упраздняют целую профессию или даже целую категорию навыков, работникам приходится осваивать новые навыки и искать новую специальность. Разумеется, это требует времени, и в течение определенного периода они могут оставаться безработными. Оптимисты считают, что эта проблема носит лишь временный характер. Со временем, по мере того как предприниматели развиваются новые компании, а работники адаптируют свой человеческий капитал к изменениям, экономика найдет новую точку равновесия и полная занятость восстановится.

Но что, если этот процесс займет десятилетие?²⁸⁸ И что, если к этому времени технологии вновь изменятся? Именно это имел в виду Василий Леонтьев в своей статье 1983 года, когда предположил, что многие работники так и останутся безработными, подобно лошадям, не сумевшим адаптироваться к появлению тракторов²⁸⁹. Как только мы поймем, что работникам и организациям требуется время для адаптации к техническим изменениям, для нас станет очевидно, что ускорение прогресса может привести к усилению неравенства

и большей вероятности возникновения технологической безработицы. Более быстрые темпы технологического прогресса способны принести нам большое благосостояние, однако в то же время они требуют более быстрой адаптации со стороны людей и предприятий. При всем уважении к Кейнсу, в долгосрочной перспективе мы, может быть, и не вычрем, но нам все равно будут нужны рабочие места.

Третий аргумент в пользу технологической безработицы кажется нам самым тревожным. Дело не ограничивается «временной» неурегулированностью. Как уже было детально описано в главах 8 и 9, недавние технологические достижения изменили набор необходимых навыков и требований к капиталу и в результате появились победители и проигравшие. На рынках, где победителю достается все, взошли новые суперзвезды. Это привело к снижению спроса на некоторые типы труда и навыков. На свободном рынке для восстановления баланса между спросом и предложением обычно корректируются цены, и действительно, реальные доходы миллионов жителей США упали.

В принципе, для некоторых работников равновесной зарплатой мог бы стать доллар в час (хотя для других она может быть в несколько тысяч раз больше). Большинство работников в развитых странах не считают один доллар в час достойной оплатой и не думают, что общество вправе требовать от человека работать за такие деньги под угрозой голода. А на экстремальных рынках, где победителю достается все, равновесная заплата вообще может быть нулевой: даже если бы мы вызвались спеть песню *Satisfaction* совершенно бесплатно, люди все равно предпочли бы заплатить, но услышать эту песню в исполнении Мика Джаггера. На музикальном рынке Мик сегодня может создавать цифровые копии самого себя, которые будут конкурировать с нашим пением. Близкое к нулю вознаграждение — это не то, на что можно жить. Разумный человек предпочтет заняться

активными поисками другой работы и будет искать, искать и искать, а не зависеть от зарплаты, стремящейся к нулю.

Таким образом, возникает определенный порог, ниже которого не может опуститься оплата труда. Этот порог, в свою очередь, может привести к безработице среди тех, кто хочет работать, но не может найти работу. Если ни сам работник, ни предприниматель не могут придумать задачу, способную принести прибыль и при этом нуждающуюся в навыках и способностях данного работника, то последний может оставаться безработным бесконечно долго. На протяжении человеческой истории это происходило со многими товарами и средствами производства, утрачивавшими былую ценность, — от китового жира до конной тяги. Они не нужны в сегодняшней экономике даже при нулевой цене. Иными словами, подобно тому как технологии порождают неравенство, они могут породить и безработицу. И теоретически это может оказать негативное влияние на большинство населения, несмотря на рост экономики в целом.

Но это теория, а что нам говорят факты? На протяжении 200 лет, прошедших со времен восстания луддитов, технологии позволили резко повысить эффективность, однако при этом показатели занятости росли параллельно с производительностью труда вплоть до конца XX века. Иными словами, рост производительности не обязательно ведет к уничтожению рабочих мест. Более того, есть большой соблазн прислушаться к мнению апологетов технологического развития и предположить, что производительность, наоборот, неизбежно *создает* рабочие места. Однако, как мы видели на рис. 11.1, статистика свидетельствует, что в конце 1990-х годов рост занятости перестал следовать за ростом производительности. По словам Джареда Бернстейна, антилуддиты именуют этот факт «загвоздкой». Чему же нам верить — двум столетиям, завершившимся в конце 1990-х, или 15 годам, прошедшим с тех пор? Точно сказать невоз-

можно, однако наше понимание роли технологий заставляет сделать вывод, что сила экспоненциальных, цифровых и комбинаторных сил, а также развитие машинного и сетевого интеллекта предвещают еще большие нарушения.

Эксперимент с андроидами

Представьте, что уже завтра какая-то компания представит на рынке андроидов, способных делать все, на что способен работник-человек — в том числе и производить новых андроидов. Возникнет ничем не ограниченное предложение таких роботов, причем со временем они станут чрезвычайно дешевыми, а их эксплуатация — практически бесплатной. Они работают круглые сутки без выходных и не ломаются.

Очевидно, что это приведет к важнейшим экономическим последствиям. Прежде всего, резко взлетят показатели производительности и выпуска. Андроиды будут работать на фермах и фабриках. Производство продуктов питания и других товаров станет значительно дешевле. Фактически их цена на конкурентном рынке окажется близкой к ценам сырья, из которого они производятся. По всему миру произойдет увеличение объема, разнообразия и доступности предложений. Короче говоря, андроиды могут принести нам огромное благо.

С другой стороны, произойдет серьезная дестабилизация в области рабочей силы. Каждый экономически рациональный работодатель предпочтет использовать андроидов, поскольку они обеспечивают те же возможности при меньших затратах. Поэтому роботы довольно быстро заменят многих, если не всех, работников-людей. Предприниматели будут и дальше разрабатывать новинки, создавать новые рынки

и компании, однако работать в этих компаниях будут не люди, а андроиды. Владельцы роботов и других основных фондов или природных ресурсов смогут завладеть всеми ценностями в экономике. Люди, не имеющие других активов, будут вынуждены продавать свой труд, который не будет стоить почти ничего.

Этот мысленный эксперимент позволяет нам понять, что технологический прогресс не всегда сопровождается широкомасштабным созданием рабочих мест.

Мы можем немного видоизменить наш мысленный эксперимент и предположить, что андроиды способны делать все то же самое, что и человек, за исключением какого-то одного дела — например, приготовления пищи. Экономические результаты останутся неизменными, за исключением того, что на рынке сохранятся люди-повара. Поскольку за место повара будет очень высокая конкуренция, компании, нанимающие поваров, смогут предлагать им меньшую зарплату и все равно заполнять все вакансии. Общее количество часов, затраченных на приготовление пищи, останется прежним (по крайней мере, до тех пор, пока люди посещают рестораны), однако общая величина зарплаты поваров уменьшится. Единственным исключением станут суперзвездные шефы, навыки и репутации которых просто не могут быть скопированы их коллегами. Суперзвезды, в отличие от всех остальных, смогут по-прежнему требовать высокую зарплату. Поэтому в дополнение к Дару (большему объему выпускаемой продукции) появление андроидов приведет к значительному увеличению неравенства в доходах.

Насколько полезны эти мысленные эксперименты, напоминающие скорее научную фантастику, а не нашу текущую реальность? В наши дни в американских компаниях еще не работают полностью функциональные гуманоидные андроиды. Их попросту не существует, и до недавних пор не наблюдалось существенного прогресса в создании машин, спо-

собных заменить людей-работников в таких областях, как распознавание закономерностей, сложная коммуникация и восприятие. Однако, как мы уже видим, темп технологического прогресса резко усилился в недавние годы.

Чем лучше машины смогут заменить работника-человека, тем вероятнее, что эти машины смогут обрушить зарплаты людей с аналогичными навыками. Теория экономики и практика бизнеса говорят нам, что нет смысла конкурировать с близкими субститутами (аналогами-заменителями), особенно если у них имеется преимущество с точки зрения издержек.

Однако слабые и сильные стороны машин отличаются от слабых и сильных сторон людей. Когда инженеры пытаются усилить эти различия, совершенствуя машины именно в том направлении, где они сильны, а человек слаб, появляется возможность дополнить машиной человека, а не заменить его. Эффективное производство требует и человеческого, и машинного вклада, и ценность человеческого вклада будет расти, а не уменьшаться по мере роста мощности машин.

Второй урок теории экономики и практики бизнеса учит нас, что весьма полезно быть дополнением к чему-то, что распространяется все шире и шире. Более того, этот подход создает новые возможности для производства товаров и услуг, которых прежде не имелось ни у «недополненного» человека, ни у машины, которая просто имитировала человеческие действия. Новые товары и услуги открывают путь к росту производительности, в основе которого — увеличение объема продукции, а не снижение издержек.

Поскольку в нашем мире имеется масса неудовлетворенных потребностей и желаний, безработица может служить громким напоминанием о том, что мы просто недостаточно думаем о том, как вести себя в этой новой ситуации. До сих пор мы недостаточно изобретательно решали проблему того освободившегося времени и энергии людей, чьи рабочие места

были автоматизированы. Мы можем сделать намного больше, если создадим технологии и бизнес-модели, учитывающие и усиливающие уникальные способности человека в создании новых источников ценности, вместо того чтобы пытаться автоматизировать эти способности. В следующих главах мы обсудим, какие вопросы эта проблема ставит перед политиками, предпринимателями и каждым из нас.

Альтернативное объяснение: глобализация

Технология — не единственный фактор, влияющий на экономику. Еще одна значительная сила нашей эры — это глобализация. Может ли она объяснить причину остановки роста медианной зарплаты в США и других развитых экономиках? Целый ряд знаменитых экономистов считает, что может. Это история про *выравнивание цен на факторы производства*. На любом отдельно взятом рынке конкуренция будет подталкивать стоимость факторов производства — таких как труд или капитал — к единому общему значению*.

За последние несколько десятилетий снижение расходов на коммуникацию позволило создать единый глобальный рынок для многих продуктов и услуг. Компании могут находить и нанимать работников с нужными навыками по всему миру. Если работник в Китае может сделать то же самое, что и американец, то, согласно тому, что экономисты называют «законом единой цены», китаец может претендовать примерно на ту же зарплату, что и американец, поскольку рынок

* Это не отличается от концепции, на которую мы ссылались, когда сравнивали зарплаты людей-работников с затратами на роботов, которые гипотетически имеют те же способности.

нивелирует любые различия между работниками (так же, как он делает это и с другими одинаковыми товарами). Это отличная новость для китайского работника и для экономической эффективности в целом. Но американца, которому теперь приходится конкурировать с коллегой, чья себестоимость гораздо ниже, чем его собственная, эта новость вряд ли обрадует. На это обратил внимание целый ряд экономистов. Майкл Спенс в своей блистательной книге «Следующая конвергенция» (*The Next Convergence*) объясняет, каким образом интеграция глобальных рынков ведет к серьезной дезорганизации, особенно на рынках труда²⁹⁰.

Теория о выравнивании цен на факторы производства позволяет нам выдвинуть предположение, которое мы вполне можем проверить: американские производители переведут производство в другие страны с более низкими издержками. Занятость в сфере производства в США в течение последних 20 лет заметно снижалась; экономисты Дэвид Оттор, Дэвид Дорн и Гордон Хэнсон рассчитали, что конкуренция со стороны Китая может объяснить примерно четверть снижения занятости в производственном секторе США²⁹¹. Однако если посмотреть на данные более внимательно, процесс глобализации становится еще менее привлекательным. Начиная с 1996 года, занятость в производстве снизилась и в самом Китае — так совпало, что на те же 25 процентов²⁹². Более пристальный взгляд на статистику Китая показывает, что методы классификации со временем несколько изменились, так что реальные значения изменений в занятости могут отличаться от заявленных, но общая тенденция представляется достаточно ясной. Иными словами, в промышленном секторе КНР теперь заняты на 30 миллионов меньше работников, даже при том, что производство выросло на 70 процентов. И дело не в том, что американских рабочих заменяют китайские: просто и те, и другие стали более производительными благодаря автоматизации производства. В результате

обе страны стали производить больше при меньшем количестве работников.

В долгосрочной перспективе самое значительное влияние на рынок труда автоматизация окажет не в Америке и других развитых странах, а в развивающихся регионах, где источником конкурентного преимущества служит дешевая рабочая сила. Если вы исключите из уравнения большую часть расходов на рабочую силу, заменив людей роботами или другими средствами автоматизации, то конкурентное преимущество низкой зарплаты почти исчезнет. И это уже начинает происходить. Терри Гоу из *Foxconn* агрессивно устанавливает на своих предприятиях сотни тысяч роботов, призванных заменить эквивалентное количество людей-работников. По словам Терри, он планирует закупить в ближайшие годы еще миллионы роботов. Первая волна роботов уже проникла на фабрики в Китае и на Тайване, но, как только какая-то индустрия автоматизируется, идея перенести предприятие в другую страну с более низкими издержками становится гораздо менее привлекательной. Разумеется, с точки зрения логистики здесь сохраняются определенные преимущества — особенно в тех случаях, когда местная бизнес-экосистема этой другой страны достаточно устойчива и позволяет легко получать запасные части, сырье и компоненты. Однако со временем эта инерция может быть преодолена за счет других преимуществ: снижения времени доставки готовых продуктов и сокращения дистанции до потребителей, инженеров, дизайнеров, квалифицированных работников или даже регионов, в которых правит закон. Все это может вернуть промышленное производство обратно в Америку, о чем уже говорят такие предприниматели, как Род Брукс.

Аналогичные соображения справедливы не только в сфере производства. К примеру, интерактивные системы речевого отклика могут автоматизировать работу колл-центров.

В частности, компания *United Airlines* особенно успешна в этом направлении. И это может непропорционально повлиять на низкооплачиваемых работников в таких странах, как Индия и Филиппины. Подобным образом многие врачи отправляют свои диктофонные записи, сделанные в ходе исследований или обходов, на расшифровку в другие страны. Однако и в таких случаях все чаще используется компьютерная транскрипция. Разумные и гибкие машины, а не жители других стран, вновь и вновь становятся самым экономически эффективным источником рабочей силы.

Если вы посмотрите на типы задач, которые перенесли за границу в последние 20 лет, то увидите, что это чаще всего относительно рутинные и хорошо структурированные операции. Интересно, что это именно те задачи, которые проще всего автоматизировать. Если вы можете дать другому человеку абсолютно четкие инструкции о том, что именно нужно сделать, вы часто можете и написать для решения той же самой задачи абсолютно точную компьютерную программу. Иными словами, перенос производства в другие страны подчас становится всего лишь промежуточной станцией на пути к автоматизации. В долгосрочной перспективе низкие зарплаты не помогут защититься от закона Мура. Попытка противостоять развитию технологий, сокращая зарплаты, — лишь временная мера. Это то же самое, что предложить Джону Генри* подкачаться в спортзале, чтобы более успешно соревноваться с паровым молотом.

* Герой американского фольклора, рабочий на строительстве железной дороги, вызвавший на состязание паровой молот. Джон Генри одолел машину, но сразу после этого умер от разрыва сердца. — Примеч. ред.

Глава 12.

Учимся двигаться вместе с машинами: рекомендации для каждого из нас

Они бесполезны. Они могут только давать ответы.

Пабло Пикассо — о компьютерах²⁹³

Мы обсуждали результаты и выводы нашего исследования с самыми разными людьми — от руководителей компаний до радиослушателей. И всякий раз нам задавали один и тот же вопрос: «Мои дети учатся в школе. Как мне помочь им подготовиться к будущему, которое вы описываете?» Иногда дети наших собеседников уже заканчивают колледж или еще ходят в детский сад, суть вопроса от этого не меняется. И о карьерных возможностях во второй эре машин беспокоятся не только родители. О том, какие человеческие навыки и способности будут и дальше востребованы по мере развития технологий, задумываются и сами студенты, и руководители компаний, которым предстоит нанимать их на работу, и работники образования, и политики, и многие другие.

Недавняя история показывает, что найти ответ на этот вопрос не так-то просто. В уже упоминавшейся великолепной книге Фрэнка Леви и Ричарда Марнейна «Новое разделение труда», одном из лучших исследований на эту тему, утверждается, что распознавание закономерностей и сложная коммуникация представляют собой две обширные области, в которых человек и далее сохранит преимущество.. Однако, как мы уже видели, на практике порой оказывается иначе. Может ли получиться так, что по мере развития технологий следующее поколение отстанет от машин во всех областях или как минимум в большинстве из них?

Наш ответ — нет. Даже в тех областях, где цифровые машины уже опередили человека, последний будет по-прежнему играть важнейшую роль. Это может звучать несколько противоречиво, но давайте обратимся к истории шахматной игры, чтобы понять, что никакого противоречия тут нет.

Шах и мат — это еще не конец партии

После того как действующий чемпион мира Гарри Каспаров в 1997 году проиграл матч компьютеру *IBM Deep Blue*, прямое противостояние человека и шахматного компьютера утратило большую часть интриги; было понятно, какая сторона все чаще будет побеждать в будущих соревнованиях. Голландский гроссмейстер Йоганнес Хендрикус Доннер отлично выразил настроения, воцарившиеся среди профессиональных шахматистов. В ответ на вопрос, как он будет готовиться к матчу против компьютера, Доннер заявил: «Да я просто захвачу с собой молоток!»²⁹⁴

Кому-то может показаться, что люди больше не могут внести никакого существенного вклада в искусство шахматной игры. Однако изобретение турниров по шахматному фристайлу (*freestyle chess tournaments*) показывает, насколько далека от истины эта точка зрения. В ходе фристайл-турниров игроку (или команде игроков) разрешается определенное число обращений к помощи компьютера. В 2005 году сам Каспаров следующим образом прокомментировал результаты одного такого турнира:

Команды, состоящие из человека и машины, оказались сильнее самых сильных компьютеров. У суперкомпьютера *Hydra*, который, как и *Deep Blue*, спроектирован специально для игры в шахматы, не было никаких шансов против сильного игрока-человека, вооруженного относительно слабым ноутбуком. Сочетание человеческого стратегического руководства с тактической сообразительностью компьютера дало ошеломляющий результат.

Самый большой сюрприз случился под конец турнира. Победителем оказался вовсе не какой-нибудь гроссмейстер с уникальным ПК новейшего поколения, а двое американцев-любителей, использовавших одновременно три компьютера. Их умение управлять этими машинами и способность «напренировать» их таким образом, чтобы они умели самым глубоким образом анализировать положение на доске, позволили этим «любителям» эффективно противостоять и мудрости гроссмейстеров-оппонентов, и вычислительной мощности их компьютеров. Комбинация «слабый игрок + машина + хороший метод» оказалась сильнее, чем самый мощный компьютер, и, что еще более примечатель-

но, лучше, чем связка «сильный игрок + машина + плохой метод»²⁹⁵.

Самый главный вывод из этой истории состоит в том, что люди и компьютеры решают одни и те же задачи по-разному. Если бы это было не так, то после победы *Deep Blue* над Каспаровым человеку нечего было бы добавить. Машина, научившаяся имитировать умение играть в шахматы, просто закрепляла бы свой успех и дальше, согласно закону Мура. Однако на практике мы видим, что человеку все еще есть что сказать в шахматном турнире на самом высоком уровне — когда он играет не против машины, а вместе с ней.

Так в чем же состоят эти по-прежнему ценные и уникальные человеческие способности? Каспаров пишет о «стратегическом руководстве» человека и «тактической сообразительности» компьютера в шахматной игре, но различие между этими двумя понятиями кажется не вполне ясным, особенно на первый взгляд. Мы уже отмечали выше, что технологии продвинулись дальше всего именно в решении рутинных задач, а не творческих.

Это различие важно и понятно — суммирование цифр в колонке представляет собой стопроцентно рутинную задачу, и ее решение к настоящему времени уже полностью автоматизировано; не всегда понятным остается, где именно пролегает грань между «рутинным» и «творческим». К примеру, мало кто полвека назад назвал бы игру в шахматы «рутинным» занятием. Напротив, она считалась одним из величайших проявлений творческих человеческих способностей. Бывший чемпион мира Анатолий Карпов так писал о кумирах своей юности: «Я жил в одном мире, а гроссмейстеры существовали в совершенно ином. Они казались мне не обычными людьми, а богами или героями

мифов»²⁹⁶. Однако даже эти герои оказались вынуждены уступить компьютерам, которые рутинно перебирали числа и именно в этом были непобедимы. Тем не менее человек, едва ему разрешили работать вместе с машинами, а не против них, вновь обрел свою ценность. Каким образом?

Эврика: есть на свете кое-что, чего компьютеры не умеют!

Каспаров предлагает важный ключ к ответу на этот вопрос, описывая свой матч с болгарином Веселином Топаловым. Оба гроссмейстера в ходе матча могли беспрепятственно консультироваться с компьютером. По его собственным словам, Каспаров знал, что «поскольку у нас имелся один и тот же доступ к одной и той же базе данных, для получения преимущества в конечном итоге все равно требовалась какая-то новая идея»²⁹⁷. Итак, эта «идея о новой идее» снова и снова всплывает в наших рассуждениях о том, чем еще пока не может заниматься компьютер.

До сих пор нам еще не приходилось видеть по-настоящему творческие компьютеры, предпримчивые компьютеры, компьютеры-изобретатели. Мы знаем программы, способные выдавать рифмованные строки текста, но ни одна из них не способна создать настоящее стихотворение («спонтанный поток мощных чувств», словами Вордсворт). Программы, умеющие писать ясные прозаические тексты на заданную тему, — это уже огромное достижение, но мы пока еще не видели программы, которая могла бы самостоятельно продолжить сюжет и знала бы, о чем писать дальше. Не встречался нам и софт, который умел бы создавать другой хоро-

ший софт; во всяком случае, до сих пор все попытки в этом направлении заканчивались неудачей.

Для всех этих видов деятельности требуется нечто общее — идеация (*ideation*), то есть способность порождать новые понятия, идеи или концепции и оперировать ими. Точнее, речь здесь идет о хороших новых идеях или концепциях, поскольку компьютеры можно легко запрограммировать так, чтобы они создавали новые комбинации уже существующих элементов, таких, например, как слова. Но это нельзя ни в коей мере считать рекомбинационной инновацией. Скорее это ближе к цифровому эквиваленту гипотетической комнаты, в которой множество обезьянок случайным образом стучат на множество пишущих машинок в течение миллиона лет — и все же никак не могут повторить ни одной пьесы Шекспира.

Идеация во множестве своих форм — это область, в которой у людей и по сей день имеется преимущество перед машинами. Ученый создает новую гипотезу. Журналист раскапывает факты для хорошей истории. Шеф-повар добавляет новое блюдо в меню. Инженер в фабричном цеху выясняет, почему станок не работает как надо. Стив Джобс и его коллеги из *Apple* пытаются понять, какой именно планшетный компьютер мы на самом деле хотим. Многие из этих видов ментальной деятельности можно поддержать и ускорить с помощью компьютеров, однако ни одним когнитивным процессом не может управлять машина.

Слова Пикассо, приведенные в начале этой главы, — шутка лишь наполовину. Компьютеры не бесполезны, но это и в самом деле пока еще машины для создания ответов, а не постановки новых интересных вопросов. Судя по всему, на второе по-прежнему способы только люди, и эта способность остается абсолютно ценной. Мы готовы поручиться, что люди, умеющие порождать идеи, будут и дальше иметь сравнительное преимущество перед машинами. Такие люди останутся

востребованными. Иными словами, мы убеждены, что работодатели в наши дни и в обозримом будущем станут в поисках талантов следовать совету Вольтера, гения эпохи Просвещения: «Суди о человеке больше по его вопросам, чем по его ответам»²⁹⁸.

Идеация, творческое воображение и изобретательность часто объединяются выражением «нешаблонное мышление» — и эта характеристика определяет еще одно значительное и довольно устойчивое преимущество человеческого труда перед цифровым. Компьютеры и роботы остаются довольно беспомощными за пределами запрограммированных рамок. Суперкомпьютер *Watson* умеет отлично побеждать в «Своей игре», но в «Колесе фортуны» или другом телевизионном игровом шоу его смог бы побить любой ребенок — если только машину заранее не перепрограммируют ее создатели-люди. Самостоятельно *Watson* с этим не справится.

Однако вместо того чтобы выигрывать в других телешоу, команда *IBM*, совершенствующая компьютер *Watson*, обратилась к другим областям, например к медицине (о чем мы уже говорили выше). Но и здесь будут сохраняться определенные рамки. Хотим уточнить: мы верим в способность *Watson* стать отличным врачом. И хотя сейчас диагностика находится полностью в руках людей-специалистов, мы не сомневаемся, что *Watson*, которому уже удалось обыграть Кена Дженнингса, Брэда Раттера и всех остальных звезд «Своей игры», сможет оставить позади и «Доктора Кто», и «Доктора Хауса», и множество реальных врачей-диагностов в игре на их собственном поле.

Компьютер, умеющий делать заключения на основе заранее определенных правил и сравнения с примерами, заложенными в базу данных, способен помочь диагностику во множестве случаев. Но люди-диагности сохранят свою ценность даже после того, как этот «доктор Ватсон» завершит свое медицинское обучение, поскольку хороший диагноз способен

учесть множество мелких вариаций и особых случаев, которые всегда неизбежны. Гораздо труднее построить полностью автоматический автомобиль, чем такой, который просто может самостоятельно ехать по автостраде при нормальных условиях. Точно так же создать компьютерную систему, которая сможет решить любые медицинские проблемы, принципиально сложнее, чем создать машину для самых распространенных ситуаций. Как и в случае с шахматами, партнерство «доктора Ватсона» и человека-врача может оказаться намного более креативным и надежным, чем работа каждого из них поодиночке. Выражаясь словами футуролога Кевина Келли, «в будущем размер вашей зарплаты будет зависеть от того, насколько хорошо вы ладите с роботами»²⁹⁹.

Ощущение преимущества

Итак, компьютеры отлично распознают закономерности в заданных рамках и беспомощны за их пределами. Для человека это хорошие новости, поскольку наши органы чувств обеспечивают намного более широкие рамки, чем любая цифровая технология. Компьютерное зрение, слух и даже осязание постоянно улучшаются, однако у нас все равно остаются задачи, в решении которых наши глаза, уши и кожа (не говоря уже о носах и языках) значительно превосходят свои цифровые эквиваленты. В настоящее время и в ближайшем будущем наши сенсорные устройства, работающие в тесной связке с механизмом мозга, умеющим распознавать закономерности, расширят наши границы.

Испанская компания *Zara* сделала ставку на это преимущество человека. Для принятия решений о том, какую именно одежду следует производить, она использует людей,

а не компьютеры. Для большинства розничных продавцов готовой одежды прогнозирование и планирование продаж представляют собой по большей части статистические упражнения, которые проводятся за многие месяцы до появления товаров в магазинах. *Zara* использует иной подход. Она специализируется на «быстрой моде» — недорогих трендовых вещах, адресованных в основном подросткам и молодежи. Поскольку стили в этой среде выходят из моды так же быстро, как становятся модными, *Zara* настроила свое производство и ритейл таким образом, чтобы доставлять товар в магазины максимально быстро, пока на него есть спрос. Критически важный вопрос «Какую одежду нам сшить и доставить в магазины?» *Zara* задает директорам этих магазинов, которые имеют полномочия заказывать только и исключительно тот товар, который будет хорошо продаваться в конкретном магазине в течение нескольких следующих дней³⁰⁰.

Директора магазинов не пользуются изощренными алгоритмами. Вместо этого они прогуливаются по торговому залу, смотрят, во что одеты покупатели (особенно самые клевые из них), болтают с ними о том, что им нравится и что они ищут, и делают массу других вещей, которые люди умеют гораздо лучше, чем компьютеры. Иными словами, они постоянно занимаются распознаванием визуальных паттернов, участвуют в сложной коммуникации с покупателями и используют всю эту информацию для двух целей: во-первых, они заказывают нужный товар на основании полученного ими большого массива входных данных; во-вторых, они включают идеацию, творческое воображение, сообщая в штаб-квартиру компании, какая именно одежда будет востребованной в их магазине. *Zara* не планирует переключаться с этой системы на полностью компьютерный анализ, и мы думаем, что это весьма мудрое решение.

Итак, воображение, распознавание закономерностей и сложные формы коммуникации — это когнитивные области,

где у людей до сих пор имеется весомое преимущество, которое наверняка сохранится и в ближайшем будущем. К сожалению, все эти навыки крайне редко воспитываются в современной образовательной среде. Вместо этого начальное образование часто концентрируется на простом запоминании фактов и на навыках чтения, письма и арифметики — этих «трех *R*», как назвал их член британского парламента Уильям Кертис в 1825 году (интересно, что никакая машина, скорее всего, не смогла бы придумать для этих трех разных слов подобного объединяющего девиза — столь же запоминающегося, сколь и неточного*)³⁰¹.

Чтобы изменить навыки, смените школу

Исследователь вопросов образования Сугата Митра, наглядно показавший, сколь многому способны самостоятельно научиться бедные дети в развивающихся странах, если им дать всего лишь подходящую технологию, выдвинул довольно провокационное объяснение того, почему в школах делается такой упор на зурбажку. В своей речи на конференции *TED* в 2013 году (где его работа была удостоена премии *TED* в размере миллиона долларов) Митра объяснил, когда эти навыки стали считаться цennыми.

Я попытался понять, откуда взялся тот тип обучения, что принят у нас в школах? ... Он возник в последней и самой большой империи на планете — Британской.

* Английские слова *reading* и *writing*, хотя и пишутся по-разному, имеют в начале похожий звук. В слове *arithmetic* буква *r* передает иной звук. — *Примеч. ред.*

То, что сделали британцы, — удивительно. Они создали мировой компьютер, построенный из людей. И он все еще с нами. Мы называем его административной бюрократической машиной. Чтобы такая машина работала, необходимо очень много людей. И они построили еще одну машину для производства таких людей — школу, выпускники которой потом становились частью административной бюрократической машины. Эти люди должны уметь три вещи: писать красивым почерком, потому что вся информация записывается от руки; читать; умножать, делить, складывать и вычитать в уме. Они должны быть настолько одинаковыми, чтобы человека из Новой Зеландии можно было взять и перебросить в Канаду — и он оставался бы полностью функциональным³⁰².

Конечно же, нам нравится это объяснение, потому что в нем говорится о компьютерах и машинах. Однако еще больше оно нам нравится потому, что показывает: владение «трехмя R» когда-то было навыком, необходимым для работы в самой развитой экономике того времени. Митра подчеркивает, что образовательная система викторианской Англии отлично подходила для своего времени и места. Однако теперь время и место изменились. Митра продолжает:

Викторианцы были великими инженерами. Они создали систему настолько надежную, что она не вышла из строя по сей день и продолжает производить одинаковых людей для машины, которой уже не существует... В наши дни роль компьютеров по-прежнему исполняют офисные работники. Их тысячи в каждой организации. И есть люди, которые управляют этими «компьютерами», чтобы

они правильно делали свою офисную работу. Этим людям уже не нужно уметь писать красивым почерком. Им не нужно уметь умножать числа в уме. Но им по-прежнему нужно уметь читать. Говоря точнее, им нужно научиться читать осмысленно³⁰³.

Работа Митры показывает, что дети, даже бедные и не получившие образования, могут научиться такому осмысленному чтению. Дети в ходе организованных Митрой занятий объединяются в команды, пользуются технологиями для поиска нужной информации, обсуждают друг с другом, чему они научились, а со временем начинают формулировать новые (для себя) идеи, которые часто оказываются верными. Иными словами, они приобретают и демонстрируют навыки идеации, распознавания закономерностей и сложной коммуникации. Поэтому самоорганизующиеся учебные пространства (*self-organizing learning environments, SOLE*), о которых говорит Митра, позволяют детям приобрести навыки, которые в будущем дадут им преимущество перед машинами.

Наверное, это не должно слишком сильно нас удивлять; системы *SOLE* уже какое-то время существуют, и они позволили многим людям преуспеть в гонке с технологиями. В первые годы XX века итальянский врач и ученая Мария Монтессори разработала систему начального образования, которая до сих пор носит ее имя. В основе классов Монтессори — стимулирование самостоятельного обучения, широкий диапазон учебных пособий (в том числе растений и животных) и слабо структурированный учебный день. В последние десятилетия среди выпускников школ Монтессори были основатели *Google* Ларри Пейдж и Сергей Брин, основатель *Amazon* Джейф Бозос и создатель «Википедии» Джимми Уэйлс.

Эти примеры представляются нам частью более масштабной тенденции. Исследователи вопросов менеджмента Джейфри Дайер и Хэл Грегенсен проинтервьюировали

500 выдающихся инноваторов и обнаружили, что непропорционально большая их доля также посещала школы Монтессори, где эти люди «научились следовать своей любознательности». Питер Симс в своем посте в блоге на сайте *Wall Street Journal* говорит: «Подход Монтессори к образованию — один из самых верных способов присоединиться к креативной элите, в которой настолько много выпускников школы, что кое-кто даже поговаривает о „Мафии Монтессори“». Правда это или нет, но один из авторов этой книги (Энди) может подтвердить могущество *SOLE*. В первые школьные годы он посещал школу Монтессори и поэтому полностью разделяет воспоминания Ларри Пейджа: «Неотъемлемая часть этого обучения состояла в том, чтобы не следовать правилам и приказам, находить больше внутренней мотивации, задаваться вопросами о происходящем в мире и делать все чуть-чуть не так, как остальные»³⁰⁴.

Наши рекомендации относительно того, каким образом мы могли бы оставаться ценными работниками, обладающими уникальными знаниями в новой эре машин, довольно прямолинейны: нам следует работать над улучшением навыков воображения, распознавания закономерностей и сложной коммуникации, не ограничиваясь «тремя R». И если получится, нам стоило бы воспользоваться всеми преимуществами самоорганизующихся учебных пространств, в которых эти навыки отлично воспитываются.

Чем плох колледж

Арум и Рокса изучали данные теста «Оценка образования в колледжах» (*Collegiate Learning Assessment, CLA*), позволяющего определить навыки студентов колледжей в крити-

ческом мышлении, письменной коммуникации, решении задач и аналитике. Хотя *CLA* управляется с помощью компьютера, студенты должны не просто выбрать один из ответов, а написать краткие эссе. Студентам раздают различные материалы, а затем они должны за полтора часа написать сочинение на основе полученной информации, дать собственные рекомендации или высказать собственное мнение. Такое задание представляет собой интересный способ оценить уровень воображения, распознавания закономерностей и сложной коммуникации.

Арум, Рокса и их коллеги изучили данные 2300 студентов, проходивших четырехлетнее очное обучение в нескольких американских колледжах и университетах. Они пришли к неутешительным выводам: 45 % студентов не продемонстрировали никакого заметного улучшения результатов теста *CLA* после второго курса колледжа, а у 36 % результаты не улучшились даже после четвертого курса (среднее улучшение по окончании учебы тоже было незначительным). Возьмем гипотетического студента, который прошел тест в самом начале учебы и оказался в пятидесятитом перцентиле. Если бы он за четыре года улучшил свои знания до среднего уровня четверокурсников, а затем прошел тест еще раз вместе с группой очередных новичков, то оказался бы... лишь в 68 перцентиле. Тест *CLA* появился совсем недавно, потому мы не знаем, как бы выглядели его результаты в прошлом, однако ретроспективный анализ других тестов показывает, что раньше дела обстояли лучше: еще несколько десятилетий назад результаты среднего первокурсника и среднего четверокурсника различались намного сильнее.

В чем же причина столь разочаровывающих результатов? Согласно данным, которые получили Арум, Рокс и их коллеги, студент колледжей в наши дни тратит лишь 9 % своего времени на учебу (для сравнения: на «социализацию,

отдых и другие занятия» тратится 51% времени), и это значительно меньше показателя предыдущих десятилетий. Всего 42% участников исследования выбрали в предыдущем семестре предмет, для изучения которого должны были бы читать минимум 40 страниц в неделю и написать не менее 20 страниц. По мнению авторов, «результаты исследования дают нам основания считать, что высшее образование фокусируется скорее на социальном, чем на научном опыте. Учащиеся проводят за учебой мало времени, а преподаватели редко требуют от них многоного с точки зрения чтения специальной литературы и написания текстов».

Однако при этом ученые выяснили, что в каждом из колледжей находилось некоторое количество учащихся, продемонстрировавших значительное улучшение результатов *CLA*. В целом эти студенты тратили больше времени на учебу (особенно на занятия в одиночестве), чаще выбирали предметы, для которых требовалось много читать и писать, и обычно имели более требовательных преподавателей. Этот паттерн вполне укладывается в выводы исследователей образования Эрнеста Паскареллы и Патрика Терензини, которые подытижили более чем 20 лет своей работы в книге «Как колледж влияет на студентов» (*How College Affects Students*). Паскарелла и Терензини пишут, что «влияние колледжа в основном определяется индивидуальными усилиями и тем, насколько активно участвует студент в научной работе, личном общении и внеклассных занятиях в кампусе»³⁰⁶.

Эта работа позволяет нам сделать фундаментальную рекомендацию студентам и их родителям: учитесь усердно, используйте технологии и все другие доступные ресурсы для пополнения своего «ментального инструментария», приобретайте навыки и умения, которые пригодятся вам во второй эре машин.

Инструменты, которые помогут вам выделиться среди других

Отличное образование — лучший способ не отстать в эпоху гонки технологий. Однако печальный факт нашего времени состоит в том, что многие студенты разбазаривают как минимум некоторые возможности, которые предлагает образование. Впрочем, есть и хорошая новость: современные технологии предлагают студентам больше возможностей, чем когда-либо раньше.

Мотивированные учащиеся и современные технологии представляют собой великолепную комбинацию. Лучшие образовательные ресурсы, доступные в Сети, позволяют пользователям создавать обучающую среду, которая самоорганизуется и самоуправляется, — среду, в которой они могут тратить на изучение материала столько времени, сколько нужно, а также проходить тесты, позволяющие понять, насколько хорошо они усвоили знания. Один из самых известных ресурсов такого рода — «Академия Хана» (*Khan Academy*). Выпускник МТИ и Гарварда Салман Хан (в то время он управлял хедж-фондом) запустил эту серию комиксов и видеолекций на *YouTube*, чтобы помочь своим юным родственникам с уроками математики. Внезапная популярность ресурса побудила Хана в 2009 году уйти с работы и полностью посвятить себя созданию онлайновых образовательных материалов, бесплатно доступных для всех желающих. К маю 2013 года в *Khan Academy* имелось уже более 4100 видео (продолжительностью не более нескольких минут) на самые разные темы — от арифметики и исчисления до физики и истории искусств. На момент сдачи нашей книги в печать у этих видео — более 250 миллионов просмотров, а студенты «Академии» сумели ответить на миллиард с лишним автоматически сгенерированных контрольных вопросов³⁰⁷.

Поначалу деятельность «Академии Хана» была нацелена на школьников начальных классов, однако аналогичные инструменты и техники применяются и в области высшего образования, где известны под названием массовых открытых курсов дистанционного обучения (*massive online open courses, MOOC*). Один из самых интересных экспериментов в этой области начался в 2011 году, когда стэнфордский профессор Себастьян Трун, ведущий ученый в области искусственного интеллекта (и один из разработчиков беспилотного автомобиля *Google*), заявил, что планирует прочитать курс об искусственном интеллекте не только для студентов Стэнфорда, но и в формате *MOOC* с бесплатным доступом через интернет. На этот курс записалось свыше 160 000 человек. Десятки тысяч из них выполнили все задания, сдали экзамены, и некоторые показали при этом очень хорошие результаты. Лучший очный студент на курсе Труна в Стэнфорде оказался лишь на 411 месте среди тех, кто прослушал этот же курс онлайн. Как выразился сам Трун, «мы только что обнаружили, что в мире есть более 400 человек, способных обогнать лучшего студента Стэнфорда»³⁰⁸.

В главе 9 мы описывали растущий разрыв в доходах между теми, кто закончил колледж, и теми, кто его не закончил. Наш коллега из МТИ Дэвид Отор суммирует свои исследования следующим выводом: «Самая большая отдача от образования все чаще связывается с четырехлетним обучением в колледже и продолжением образования после этого... В группе работников с образованием ниже, чем колледж, заработки относительно более близкие, но самые образованные группы вырываются далеко вперед»³⁰⁹. У тех, кто закончил колледж, меньше шансов остаться без работы, чем у представителей менее образованных групп. Экономический журналист Кэтрин Рэмпелл отмечает, что выпускники колледжа — это единственная группа, которая демонстрировала рост занятости с начала Великой рецессии в 2007 году.

В октябре 2011 года безработица среди обладателей степени бакалавра составляла 5,8%, что было примерно в два раза ниже, чем у младших специалистов (тех, кто проучился в колледже всего два года, 10,6%), и втрое ниже, чем у тех, кто закончил только среднюю школу (16,2%)³¹⁰.

Преимущество, которое обеспечивает колледж, возникает отчасти вследствие того, что доступ ко многим типам «сырой», необработанной информации становится принципиально дешевле. А чем дешевле данные, тем более ценной становится способность интерпретировать и использовать их. Это находит отражение в карьерном совете, который постоянно дает главный экономист *Google* Хэл Вариан: старайтесь стать незаменимым дополнением к чему-то, что становится все более дешевым и доступным. Примером могут служить ученые, занимающиеся обработкой данных, создатели мобильных приложений и специалисты по генетическому консультированию (которые становятся все более востребованными по мере того, как все больше людей заказывают анализ своего генома). Билл Гейтс рассказывал, что решил заняться программированием, когда увидел, насколько дешевыми и повсеместными становятся компьютеры, особенно персональные. Еще до запуска *Amazon* Джекф Безос систематически анализировал узкие места и возможности низкозатратной онлайн-коммерции (в особенности возможности индексации огромного ассортимента товаров). В наши дни когнитивные навыки выпускников колледжей — не только тех, кто изучал естественные науки, технологии, инженерное дело и математику (так называемые дисциплины *STEM*), но и студентов-гуманитариев — часто служат отличным дополнением к дешевым вычислительным мощностям. И это помогает им получать более высокую зарплату.

Однако у преимущества, которое дает колледж, имеется и другая, менее вдохновляющая сторона. Все больше

работодателей требуют от кандидатов диплома об окончании колледжа, причем даже для вакансий начального уровня. Как пишет Рэмпелл: «Диплом об окончании колледжа становится школьным аттестатом нашего времени, новым минимальным (хотя и дорогостоящим) условием получения работы даже на самом низком уровне... Во многих отраслях и регионах, во многих профессиях, где никакого диплома ранее не требовали — будь то стоматолог-гигиенист, агент по грузовым перевозкам, клерк или страховой оценщик, — теперь без него невозможно устроиться на работу»³¹¹. Подобная «инфляция уровня образования» не может не волновать, поскольку колледж — достаточно дорогое удовольствие, заставляющее многих людей влезать в долги. К концу 2011 года объем кредитов, выданных американским студентам на образование, был больше, чем сумма всех кредитов на покупку автомобилей или общая сумма задолженности по кредитным картам³¹². Мы надеемся, что *MOOC* и другие образовательные инновации со временем создадут менее затратную альтернативу традиционным колледжам. Можно надеяться и на то, что к этому методу обучения серьезно отнесутся работодатели, однако, пока это время не придет, диплом колледжа остается ключевой ступенью для большинства карьер.

В будущем все меньше вакансий будут связаны с «чистой» обработкой информации — то есть работой, которую можно делать, не вставая из-за рабочего стола. Напротив, новые работы будут предполагать активное взаимодействие с физическим миром — потому что именно здесь компьютеры пока что остаются сравнительно слабыми, пусть они даже успешно решают многие когнитивные задачи.

Такие технологические достижения, как беспилотные автомобили и летательные аппараты, робот *Baxter* и «самовзломанные» устройства *Kinect*, позволяющие картографировать интерьеры, показывают, как много уже сделано. Однако

история робота, складывающего полотенца, наглядно иллюстрирует, насколько мы далеки от преодоления парадокса Моравека. Команда исследователей из Беркли оснастила робота-гуманоида четырьмя стереокамерами и алгоритмами, позволявшими «видеть» полотенца как по отдельности, так и в стопках. Эти алгоритмы работали; робот успешно брал полотенца из стопки и складывал их (хотя ему не всегда удавалось взять полотенце с первой попытки). Однако при этом робот тратил на одно полотенце в среднем 1478 секунд, то есть более 24 минут. Почти все это время уходило у него на то, чтобы определить, где лежит полотенце и как его взять³¹³.

Подобные результаты убеждают, что повара, садовники, сантехники, плотники, дантисты и сиделки не будут замещены машинами — по крайней мере, в ближайшем будущем. Все эти профессии предполагают большое количество сенсомоторной работы, способности к распознаванию закономерностей и сложной коммуникации. Не все эти работы хорошо оплачиваются, но, с другой стороны, они не заставят вас состязаться в гонке с машинами. Зато они могут стать предметом ожесточенной конкуренции между людьми. По мере дальнейшей поляризации рынка труда и вымывания среднего класса люди, прежде занимавшиеся работой, требовавшей среднего уровня знаний и умений, спускаются на ступень ниже и берутся за менее квалифицированный и хуже оплачиваемый труд. Например, после того, как работа сотрудниц регистратур, выписывавших счета за медицинские услуги, будет автоматизирована, многие из, возможно, начнут искать места домашних сиделок. В результате возникнет дополнительно давление на зарплату в этой профессии, а найти подходящее место станет сложнее. И даже если профессия сиделки как таковая сохранит определенный иммунитет против автоматизации, у нее все равно не будет иммунитета против всех последствий дигитализации.

Туманное будущее

Необходимо подчеркнуть, что ни к одному из наших прогнозов и рекомендаций в этой книге не стоит относиться как к священной истине. Мы не думаем, что компьютеры и роботы смогут в ближайшее время овладеть общими навыками идеации, распознавания закономерностей и сложной коммуникации, и не считаем, что парадокс Моравека вот-вот будет в полной мере преодолен. Однако в процессе изучения цифрового прогресса мы поняли, что никогда не стоит говорить «никогда». Как и многие другие обозреватели, мы неоднократно удивлялись тому, что цифровые технологии снова и снова демонстрируют навыки и способности прямиком из научной фантастики.

Граница между уникальными творческими способностями человека и возможностями машин продолжает постоянно сдвигаться. Возвращаясь к игре в шахматы: еще в 1956 году тринадцатилетний вундеркинд Бобби Фишер сделал пару чрезвычайно творческих ходов в игре против гроссмейстера Дональда Бирна. Сначала он без какой-то видимой причины пожертвовал коня, а затем отдал ферзя. На первый взгляд, эти ходы казались совершенно безумными, однако чуть позже Фишер использовал их последствия, чтобы выиграть партию. В то время это творческое решение было превознесено как почерк гения. Но если вы сегодня введете аналогичную позицию фигур в обычную шахматную программу, она тут же предложит вам именно те ходы, которые сделал Фишер. И дело не только в том, что в памяти компьютера есть эта партия Фишер — Бирн, а в том, что компьютер способен просчитать на множество ходов вперед, как и увидеть, что эти ходы вполне оправданы. Порой креативность гения и «грубая сила» машины дают один и тот же результат³¹⁴.

Мы уверены в том, что впереди нас ждет еще немало сюрпризов. Изучив множество передовых технологий и наблюдая, как один за другим рушатся перед натиском инноваций бастионы человеческой уникальности, мы все меньше и меньше верим в то, что какая-либо задача сможет вечно сопротивляться автоматизации. Это значит, что нам придется становиться все более адаптивными и гибкими в своих карьерных ожиданиях. Мы должны быть готовы уходить из профессий, которые пали жертвами автоматизации, и искать новых возможностей там, где машины лишь дополняют и усиливают человеческие способности. Возможно, когда-нибудь мы увидим компьютерную программу, которая сможет изучить ситуацию в том или ином бизнесе, выявить скрытые возможности и написать такой хороший бизнес-план, что каждый венчурный капиталист будет готов немедленно инвестировать. Возможно, однажды мы увидим компьютер, способный написать вдумчивый и глубокий обзор на сложную тему. Возможно, мы увидим и диагностический медицинский компьютер, обладающий всем диапазоном знаний и опыта человека-врача. Может быть, когда-нибудь мы увидим также компьютер, способный подняться по лестнице в квартиру пожилой женщины, измерить ей давление, взять анализ крови, поинтересоваться, приняла ли она лекарство, — и при этом не напугать ее, а утешить. Мы не думаем, что все это появится в ближайшее время, однако мы уже знаем, как легко недооценить силу цифровых, экспоненциальных и комбинаторных инноваций. Поэтому никогда не говорите «никогда».

Глава 13.

Рекомендации

для политиков

Политическая линия — это временное кредо, которое вполне может измениться. Но покуда оно не переменилось, ему надлежит следовать с миссионерским рвением.

Махатма Ганди

Что же нам делать для того, чтобы способствовать развитию Дара второй эры машин и одновременно уменьшить неравенство или как минимум смягчить его вредные последствия? Как стимулировать дальнейшее развитие технологий, но при этом сделать так, чтобы как можно меньше людей оказалось за бортом?

Сейчас, когда множество технологий из мира научной фантастики ежедневно становятся реальностью, может показаться, что нам необходимы какие-то радикальные шаги. Однако это не так, по крайне мере, не прямо сейчас. Многие рекомендации в области роста и процветания, которые можно найти в любом базовом учебнике по экономике, вполне

уместны сегодня и останутся полезными в обозримом будущем. В ходе наших дискуссий с политиками, инженерами и капитанами бизнеса мы не раз с удивлением обнаруживали, что они до конца не понимают внутреннюю логику этих рекомендаций. Именно поэтому мы и решили написать эту главу.

Кое-что, в чем могут согласиться друг с другом даже экономисты

Базовый учебник по экономике вполне может служить руководством и в наши дни, поскольку, несмотря на все недавние прорывы, цифровой труд еще очень далек от того, чтобы полностью вытеснить человеческий. Роботы и компьютеры, несмотря на всю свою мощь и потенциальные способности, все еще не готовы отнять у нас все рабочие места. Беспилотный автомобиль *Google* пока еще не может ездить по любым дорогам или в любых погодных условиях. Он не знает, что делать, когда посреди улицы на перекрестке вдруг появляется регулировщик и начинает вручную направлять движение (это, конечно, не значит, что гугломобиль продолжит движение и просто переедет регулировщика; но он остановится и будет ждать, пока ситуация опять не нормализуется). Технологии, обеспечившие успех робота *Watson*, потенциально настолько мощные, что они уже применяются во множестве областей, таких как здравоохранение, финансы и потребительский сервис, но, по большому счету, сама эта машина все равно остается всего лишь очень хорошим знатоком «Своей игры».

В краткосрочной перспективе компаниям все еще будут требоваться люди-работники, чтобы удовлетворить своих клиентов и преуспеть в экономической конкуренции (а долго-

срочные перспективы мы обсудим в следующей главе). Да, технологии второй эры машин очень быстро покидают научные лаборатории и выходят в мир большого бизнеса. Но каким бы стремительным ни был этот прогресс, мы все равно не можем обойтись без множества живых работников — тех, кто «работает с людьми»: кассиров, служащих почтовых отделений, юристов, водителей, полицейских, сиделок, менеджеров и других. И вряд ли все эти профессии сметет нарастающая волна компьютеризации. В марте 2013 года в США в целом насчитывалось 142 миллиона с лишним занятых работников; значит, в каждом из этих случаев работодатели выбрали живых людей, а не цифровые технологии (или использовали человеческий труд в дополнение к технологиям) — и это при том, что ЭВМ для коммерческих задач существуют уже более полу века, персональные компьютеры — 30 лет, а интернет — 20 лет³¹⁵. И хотя работодатели в будущем, скорее всего, будут чаще выбирать цифровой труд, этот процесс не будет линейным и повсеместным.

На сегодня лучший способ уменьшить угрозу для нашей занятости заключается в стимулировании роста экономики. Пока у компаний есть возможности для роста, огромное большинство из них будет нанимать людей, чтобы реализовать эти возможности, количество рабочих мест будет увеличиваться, работники будут процветать...

Если бы все было так просто! На самом же деле множество специалистов яростно спорят о том, какой именно способ обеспечить быструю экономическую экспансию самый верный. В частности, на протяжении долгого времени существует принципиальные разногласия относительно роли правительства в этом процессе. Экономисты, политики и бизнесмены задаются вопросами о правильной монетарной политике: должна ли Федеральная резервная система увеличить денежную массу? Какой должна быть ставка рефинансиро-

вания? Идет и дискуссия о правильной налоговой политике: как правительство должно расходовать собранные налоговые поступления? Каким должен быть государственный долг? Каковы правильные уровень и соотношение подоходного налога, налогов с продаж, корпоративных налогов и так далее? Какой должна быть максимальная налоговая ставка?

Разногласия по этим вопросам часто оказываются настолько сильными, что стороны могут просто не найти точек соприкосновения. Но на самом деле таких точек довольно много. Читая совершенно разные, но хорошие базовые учебники — будь то «Принципы экономики» (*Principles of Economics*) гарвардского профессора Грега Манкива, консервативного экономиста, консультировавшего Джорджа Буша и Митта Ромни, или «Экономика» Пола Самуэльсона из МТИ, либерального консультанта президентов Джона Кеннеди и Линдона Джонсона, — вы увидите, что у них много общего*. Хорошие учебники и хорошие экономисты согласны между собой относительно роли правительства в обеспечении экономического роста (этого едва ли можно было ожидать после публичных обменов колкостями в СМИ). Мы согласны с базовым экономическим сценарием, как он описан в этих книгах, и считаем, что он и дальше будет играть центральную роль в процессе, невзирая на наступление машин.

Согласно этому сценарию, правительство имеет право вмешиваться в нескольких ключевых областях. Не все из них связаны с цифровыми инструментами второй эры машин, поскольку многое из того, чем нам приходится заниматься в эпоху блистательных технологий, не связано с напрямую с этими технологиями. Зато это помогает стимулировать экономический рост и увеличивает число возможностей. Вот как выглядит наш список базовых экономических советов.

* То же самое справедливо в отношении учебников Кругмана и Уэллса, Коуэна и Табаррока, Тордхайза и многих других.

1. Дайте хорошее образование вашим детям

В первой половине XX века США были явным лидером в области начального образования, поскольку поняли, что неравенство возникает в результате «гонки образования и технологий». Это выражение придумал первый лауреат Нобелевской премии по экономике Ян Тинберген, а экономисты Клаудиа Голдин и Лоренс Кац сделали его названием интереснейшей книги, вышедшей в 2010 году³¹⁶. Когда технологии развиваются слишком быстро, и образование за ними не успевает, неравенство растет. Поняв это в самом начале прошлого века, США сделали значительные инвестиции в начальное образование. К примеру, Голдин показывает, что к 1955 году почти 80% американских подростков в возрасте 15–18 лет учились в старших классах — более чем вдвое больше, чем в любой европейской стране того времени.

Во второй половине XX века значительное преимущество США в области среднего образования исчезло, и теперь Америка находится по этому показателю примерно в середине списка богатейших стран, а в некоторых важных сферах ситуация еще хуже. Самое свежее исследование, проведенное Международной программой по оценке образовательных достижений учащихся (*PISA*) при Организации экономического сотрудничества и развития, показало, что пятнадцатилетние американцы занимают 14 место среди своих сверстников из 34 стран по навыкам чтения, 17-е место — по естественным наукам, и 25-е — по математике³¹⁷. Исследователь вопросов образования Мартин Уэст суммирует эти данные так: «В математике средний американский пятнадцатилетний школьник как минимум на год отстает от среднего ученика из шести других стран, среди которых Канада, Япония и Нидерланды.

Школьники из шести других стран, включая Австралию, Бельгию, Эстонию и Германию, опережают американцев более чем на полгода»³¹⁸.

Если нам удастся закрыть этот разрыв, экономические преимущества могут стать огромными. Экономисты Эрик Ханушек и Людгер Вессманн, изучив данные по 50 странам за 40 лет, выявили сильную взаимосвязь между улучшением результатов экзаменов и ускорением экономического роста. Таким образом, если бы США удалось вывести своих учащихся в лидеры международных рейтингов, это привело бы к значительному росту ВВП, особенно потому, что многие продукты и услуги, который производятся в Америке, в огромной степени являются результатом квалифицированного труда. В этой связи совсем не случаен тот факт, что в регионах с самым высоким уровнем образования в стране, таких как Остин, штат Техас, Бостон, Миннеаполис и Сан-Франциско, низкие уровни безработицы.

Не раз говорилось, что обязательное образование было величайшим изобретением Америки. Оно и сегодня остается великой идеей, причем на всех уровнях — не только в школе и университете, но и в области дошкольного обучения, а также в профессиональном повышении квалификации и непрерывном самообразовании в течение всей жизни.

Так каким же образом мы можем улучшить результаты обучения?

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ

Мы можем изменить саму методику обучения, включив в нее цифровые технологии, разработанные в течение последних одного или двух десятилетий. Хорошая новость состоит в том, что по сравнению с другими отраслями, такими как медиа, розничная торговля, финансы или промышленность, образо-

вание чрезвычайно сильно отстает по части использования технологий. И новость эта хорошая именно потому, что можно ожидать огромных улучшений, просто приблизившись к уровню, который уже достигнут в других отраслях. Инноваторы могут произвести в этой области огромные перемены.

В настоящее время идет множество экспериментов с массовыми открытыми курсами дистанционного обучения (*MOOC*). В предыдущей главе мы уже обсудили несколько проектов *MOOC*, в которых может участвовать каждый (зачастую совершенно бесплатно). Однако сейчас мы хотим подчеркнуть два особенно важных экономических преимущества этой технологии.

Первое и самое очевидное состоит в том, что *MOOC* обеспечивают низкозатратное копирование лекций лучших учителей, лучшего контента и лучших методов. Подобно тому как мы все уже можем в любой момент послушать лучшего поп-исполнителя или лучшего классического скрипача в мире, учащиеся совсем скоро смогут получить доступ к самым впечатляющим геологическим презентациям, к самому глубокому анализу искусства Возрождения и самым эффективным упражнениям для изучения статистических техник. Во многих случаях мы можем ожидать, что школы, образно говоря, «выгонят из класса» всех учеников, и рассказ учителя они будут слушать (и смотреть), сидя дома, а для выполнения традиционной «домашней работы» — упражнений, задач, письменных заданий — наоборот, придут в школу, где им на помощь всегда готовы прийти сверстники, учителя и тренеры.

Второе и менее очевидное преимущество дигитализации образования не менее важно. Цифровое образование создает огромный поток данных, обеспечивающий обратную связь как с учителем, так и с учащимся. Педагоги могут проводить контролируемые эксперименты с различными методами обучения, усваивая культуру непрерывного улучшения. К примеру, создатели одного учебного курса на *MITx* (проект МТИ

в области онлайн-образования) зафиксировали все 230 миллионов кликов на материалы курса и проанализировали свыше 100 000 комментариев на его форуме³¹⁹. По словам главы *MITx* Ананта Агарвала, его немало удивили полученные данные: оказалось, что половина слушателей начинала работать над домашним заданием до того, как посмотреть видеолекцию. То есть слушатели были более мотивированы, чтобы ознакомиться с лекцией, когда у них возникали конкретные проблемы в задании, которые они хотели научиться решать.

Реальный эффект *MOOC* — по большей части дело будущего; предстоит привлечь сюда лучших учителей, разработать методы, которые повысят общий уровень преподавания, найти способы измерения и ускорения прогресса студентов. На протяжении тысячелетий методы обучения оставались относительно неизменными: одинокий учитель стоит перед учениками, иллюстрируя свой рассказ с помощью мела и доски. Наше поколение уже готово использовать дигитализацию и аналитику для того, чтобы усовершенствовать этот процесс. Как говорит наш друг, исследователь технологий профессор Венкат Венкатраман, «нам необходимы новые цифровые модели обучения и преподавания, а не просто новая технологическая обертка для старых моделей»*.

Пока что мы не можем точно предсказать, какие методы будут изобретены и какие из них приживутся, однако мы ясно различаем здесь путь к прогрессу. Энтузиазм и оптимизм, царящие в этой области, чрезвычайно заразительны. Глядя на изобилие новых технологий и методов, которые сейчас разрабатываются, можно уверенно говорить о том, что некоторые из них — а мы думаем, что многие — позволяют значительно улучшить нынешние подходы к преподаванию и обучению.

* На самом деле эти слова взяты из поста, опубликованного на его стене в *Facebook*, — порой носитель сам становится частью сообщения.

БОЛЬШАЯ СДЕЛКА: БОЛЬШЕ ЗАРПЛАТА УЧИТЕЛЕЙ, НО И БОЛЬШЕ ОТВЕТСТВЕННОСТИ

Если из всех исследований на тему образования можно сделать один главный вывод, то он будет таким: учителя имеют значение. Более того, хороший учитель способен оказать огромное влияние. Экономисты Радж Четти, Джон Фридман и Джона Рокофф, изучив 2,5 миллиона американских школьников, обнаружили, что те из них, у кого в детстве были лучшие преподаватели (последние были отобраны методом оценки результатов экзаменов у их учеников прошлых лет), став взрослыми, больше зарабатывали, с большей вероятностью поступали в колледж и реже становились родителями, будучи сами в подростковом возрасте. Исследователи также выяснили, что разница между плохим учителем и средним может играть не меньшую роль, чем различие между средним и очень хорошим. По их словам, «если заменить учителя из нижних 5 % рейтинга средним по нашей выборке, то это повысит приведенную стоимость пожизненного дохода учеников его класса более чем на 250 000 долларов»³²⁰.

Поэтому для успеха реформы образования в США кажется очень важным привлечь высококвалифицированных специалистов в профессию учителя и удержать их и в то же время отказаться от преподавателей со стабильно низкими результатами или отправить их на переобучение.

Другие необходимые составляющие этой реформы: больше учебных часов (уроков) в школе, более длинный учебный год, больше внеклассных занятий и больше возможностей для дошкольного образования. Исследования успешных чартерных (независимых) школ, проведенные гарвардским экономистом Роландом Фрайером и другими исследователями, показали, что формула успеха довольно проста: больше учебных часов, дополнительные учебные дни, философия «ника-

ких отговорок» в проверке знаний учеников (и, следовательно, качества работы учителей)³²¹. Такой подход уже позволил Сингапуру и Южной Корее занять хорошие места в рейтингах *PISA* — обе страны активно используют стандартизованные тесты для детей всех возрастов³²². Удлинение учебного года может оказаться особенно полезным для детей из бедных семей, поскольку, судя по данным исследований, бедные и богатые дети учатся примерно одинаково в течение школьного года, однако дети из бедных семей сильно отстают летом, когда не ходят в школу³²³.

Однако при этой системе есть определенный риск, что учитель сосредоточится исключительно на подготовке к экзаменам в ущерб другим типам обучения. Мы не думаем, что подготовка к тестам — это обязательно плохо: как минимум с точки зрения навыков, которым можно действительно научить и которые можно оценить во время экзамена, навыков, необходимых в условиях глобальной информационной экономики. Однако при этом важно понимать, что другие способности — такие как креативность и умение решать неструктурированные проблемы — измерить очень трудно, а они становятся все более ценными по мере того, как машины берут на себя все больше рутинной работы. В новаторской работе Бенгта Хольмстрема из МТИ и Пола Милгрома из Стэнфорда показано, что сильные стимулы к достижению измеримых целей способны вытеснить цели, измерить которые труднее³²⁴. Авторы предлагают интересное решение, в основе которого — организация процесса и распределение задач. Так, одна группа учителей может отвечать за подготовку к тестам (наиболее измеримые цели), а другая группа, высвободив время и ресурсы, может сконцентрироваться на тех целях обучения, где результат измерить сложно; таким образом, последние будут защищены от вытеснения. Подобное распределение задач позволяет нам получить лучшее и в том, и в другом случае.

У нас почти нет сомнений в том, что улучшение образования увеличит Дар для всех нас, поскольку приобретенные учениками навыки позволяют более полно удовлетворить наши экономические потребности и более эффективно использовать новые технологии. Мы также надеемся, что лучшее образование позволит сократить неравенство, особенно в той его части, что связана с изменением набора необходимых навыков. Во многом это вопрос спроса и предложения. Сокращение числа неквалифицированных работников позволит в какой-то мере снизить давление на зарплаты, а увеличение числа квалифицированных специалистов, в свою очередь, сократит образовавшийся дефицит рабочей силы. Мы считаем, что правильная организация образования способна стимулировать креативность и тем самым улучшить перспективы не только учащихся, но и общества в целом.

Но с другой стороны, мы реалисты и трезво видим, как именно используются на практике новые образовательные технологии. Наибольшую пользу из множества образовательных онлайн-ресурсов извлекают активные учащиеся-одиночки с сильной мотивацией. Мы лично знаем нескольких двенадцати- и четырнадцатилетних подростков, которые слушают онлайн-курсы колледжей, которые им раньше были совершенно недоступны. Однако не слишком много их сверстников поступают так же. Соответственно, поначалу незначительный разрыв в их знаниях постепенно увеличивается. Из этой ситуации можно извлечь важный урок: до тех пор пока мы не приложим реальных усилий, чтобы расширить дигитализацию образования, никакого автоматического сокращения неравенства не произойдет.

2. Перезагрузите стартапы

Мы, соавторы, всецело поддерживаем предпринимательство, но не потому, что считаем, что каждый может или должен создать собственную компанию. Мы «за» потому, что предпринимательство — это лучший способ создания рабочих мест и возможностей. По мере того как старые задачи автоматизируются, а спрос на связанные с ними человеческие навыки снижается, экономика должна изобретать новые рабочие места и отрасли. И лучше всего это удается амбициозным предпринимателям, а не правительственный чиновникам или проницательным ученым. Томас Эдисон, Генри Форд, Билл Гейтс и многие другие создали целые новые индустрии, которые более чем компенсировали исчезновение многих старых профессий — таких как многие профессии в сельском хозяйстве, постепенно становившиеся ненужными в течение десятилетий. Нынешняя трансформация экономики создает столь же большие возможности.

В учебниках по экономике предпринимательство провозглашалось важной частью развития экономики как минимум с середины XX века, когда экономист Йозеф Шумпетер написал важную научную работу о природе капитализма и инновационного процесса. Шумпетер сформулировал наше любимое определение инновации — «вывод технической или организационной новинки на рынок, а не просто ее изобретение» — и так же, как и мы, верил, что этот процесс носит рекомбинационный характер, представляет собой «вынашивание новых комбинаций»³²⁵.

Шумпетер также утверждал, что инновации реже появляются в устоявшихся компаниях и гораздо чаще — в новых компаниях, стремящихся занять их место. В своей книге «Теория экономического развития» (*Theory of Economic Development*) он писал: «Как правило, новые комбинации и воплощающие их фирмы... вначале не просто вытесняют

старые, а сосуществуют наряду с ними... эти последние были бы просто не в состоянии сделать значительный шаг вперед... не почтмейстеры создали железные дороги»³²⁶. Таким образом, предпринимательство представляет собой двигатель инноваций. Кроме того, в Америке частный бизнес — это единственная сфера, где создаются рабочие места. В исследовании, опубликованном в 2010 году, Тим Кейн из *Kauffman Foundation*, используя данные Бюро переписи населения США, разделил все американские компании на две категории: совершенно новые стартапы и уже существующие фирмы (то есть такие, которые на рынке не менее года). Он обнаружил, что на протяжении всего периода с 1977 по 2005 год (за исключением всего семи лет) существующие фирмы совокупно сокращали рабочие места в среднем на миллион в год³²⁷. Напротив, стартапы ежегодно создавали в среднем три миллиона рабочих мест.

Более поздняя работа Джона Хэлтивангера, Генри Хайяутта и их коллег подтвердила, что именно в совсем молодых компаниях создается больше всего рабочих мест, пусть зарплаты там обычно и ниже³²⁸. Это исследование также предполагает, что именно стартапы отвечают за непропорционально большую «текущесть кадров». Звучит как не приятное, но это не так: просто работники горизонтально перемещаются с одной позиции на другую в поисках лучших возможностей. «Текущесть» очень важна для здоровой экономики, и она обычно резко снижается во времена рецессии, когда люди неохотно покидают свои рабочие места. При этом исследователи обнаружили, что доля стартапов в общем объеме текучести как раз выросла во время Великой рецессии и преодоления ее последствий. Иными словами, в сложные периоды именно стартапы предоставляют столь необходимую возможность сменить место работы.

Предпринимательская среда Америки остается объектом зависти всего остального мира, однако есть тревожное свиде-

тельство того, что со временем она становится менее плодородной. Исследование *Kauffman Foundation*, проведенное экономистом Робертом Фэйрли, показало, что, несмотря на увеличение числа новых компаний в период с 1996 по 2011 год, в большинстве этих стартапов был единственный сотрудник — сам основатель³²⁹. Такого рода стартапов стало особенно много в годы Великой рецессии, и это показывает, что среди предпринимателей в эту эпоху, вероятно, было много людей, потерявших работу и решивших заняться собственным бизнесом. В тот же самый период (1996–2011) «уровень рождаемости» компаний, в которых уже на старте было более одного наемного работника, сократился более чем на 20%.

Не вполне понятно, чем именно объясняется это снижение, однако один из факторов, возможно, — это бизнес-климат, который ожидает потенциальных иммигрантов. В 2012 году предприниматель Вивек Вадва, политолог Анна-Ли Саксениан и стэнфордский экономист Фрэнсис Сиси-лиано снова обратились к своему старому исследованию, посвященному предпринимательству в среде новых иммигрантов. Они обнаружили, что «впервые за десятилетия темпы роста компаний, основанных иммигрантами, стагнируют, а в ряде случаев начали снижаться. По сравнению с предыдущими десятилетиями роста в последние семь лет наблюдается очевидное плато, выравнивание тренда»³³⁰. Такие изменения сильнее всего проявились в Кремниевой долине, где свыше половины компаний, основанных в период 1995–2005 годов, имели в составе учредителей как минимум одного иммигранта. В 2006–2012 годах эта доля сократилась почти на 10 процентных пунктов, до 43,9%.

Другое обстоятельство, которое часто называют как причину снижения предпринимательской активности, — это излишнее регулирование. Исследователь инновационных процессов Майкл Мандел указал, что каждая новая регулирующая норма сама по себе вряд ли способна помешать развитию

нового бизнеса, однако когда их много, их кумулятивный эффект может оказаться весьма разрушительным — особенно в условиях, когда найти работу и так трудно. Существует довольно много свидетельств того, что эти «дебри регулирования» в самом деле мешают созданию нового бизнеса. К примеру, экономисты Леора Клаппер, Люк Левен и Рагурам Раджан обнаружили, что более высокий уровень регулирования снижает активность стартапов³³¹. Их исследование базировалось на европейских данных, однако эти выводы наверняка хотя бы в какой-то степени справедливы и в отношении США.

Мы выступаем за уменьшение ненужного и избыточного регулирования, однако признаем, что это сложный процесс, который будет происходить медленно. Во-первых, регулирующие органы неохотно отказываются от власти, которая однажды оказалась в их руках. Во-вторых, компании и отрасли, защищенные существующими правилами, будут сражаться за сохранение своего привилегированного положения. Наконец, в-третьих, в Америке существует несколько уровней регулирования — федеральный, на уровне штата и муниципальный — и изменения на каком-то одном из них не дадут значительного положительного эффекта. Конституция США ясно говорит о том, что большей частью регулирующих полномочий, относящихся к коммерческой деятельности, обладают штаты, и потенциальному предпринимателю, по всей видимости, придется иметь дело с настоящим «лоскутным одеялом» разнообразных норм в различных частях страны. Тем не менее крайне важно хотя бы попробовать ослабить бремя регулирования и сделать бизнес-среду максимально комфортной для предпринимателей.

Мы не рассчитываем, что кому-то удастся создать вторую Кремниевую долину, однако думаем, что правительства, компании и отдельные люди вполне могут сделать больше, чтобы стимулировать развитие предпринимательства. Инте-

ресный пример подобной работы — деятельность венчурного капиталиста Стива Кейса и фонда *Kauffman Foundation* в рамках федеральной программы *Startup America Partnership*. Эта программа поддерживает стартапы более чем в тридцати инновационных регионах, и у нее имеется специальный «сайт знакомств», на котором молодые компании могут найти себе партнеров из списка *Fortune 500*, которые дополнят их инновации своими маркетинговыми ресурсами, производственными мощностями и сетями дистрибуции.

3. Больше нужных контактов

Несмотря на то что сайты типа *Monster.com* и *Aftercollege.com*, а также ресурсы типа *LinkedIn* значительно упростили процесс взаимного поиска работодателей и работников, подавляющее большинство выпускников в процессе поиска работы чаще всего полагаются на рекомендации друзей, родственников и, конечно же, преподавателей. Мы должны найти новые пути сокращения проблем и издержек, связанных с поиском рабочих мест и нужных кандидатов.

LinkedIn развивает базу данных, которая описывает навыки, нужные компаниям, и сопоставляет их с подготовкой, которую получил студент или другой претендент на рабочее место. Иногда достаточно просто переделать несколько формулировок в резюме, чтобы изменить ситуацию к лучшему: к примеру, компания, которой нужны разработчики мобильных приложений для *Android*, может просто не знать, что курс разработки мобильных приложений, который студент указал в своем резюме, работал именно на этой платформе.

Местные, национальные и глобальные базы данных вакансий и кандидатов могли бы обеспечить огромную поло-

жительную отдачу. Работодатели слишком часто концентрируются на выпускниках всего нескольких учебных заведений, в то время как имеются тысячи кандидатов, уровень которых ничуть не хуже, а то и лучше. Федеральное правительство могло бы объявить премии за разработку таких баз данных. Нам следует также поощрять частные компании к тому, чтобы они занялись разработкой лучших алгоритмов и методов для выявления нужных навыков и сопоставления их с запросами работодателей. К примеру, компания *Klack*, которую часто консультирует Эрик, разработала набор игр, каждая из которых создает мегабайты данных. Обработав данные, *Klack* может на удивление точно оценить степень креативности игроков, а также их настойчивость, общительность, трудолюбие и другие навыки, о которых мало что могут сказать диплом колледжа и даже личное интервью. Другие компании, такие как *HireArt* и *oDesk*, также используют аналитику для облегчения и упрощения взаимного поиска на рынке занятости. Нас также весьма впечатляет резко растущая популярность таких рейтингов, как *TopCoder*, которые могут довольно объективно оценить умения кандидата. Все это позволяет кандидатам значительно быстрее найти лучшие вакансии, а предпринимателям и работодателям — именно тот талант, что им нужен.

4. Поддержите наших ученых

Поддержка фундаментальных научных исследований со стороны федерального правительства США росла в течение полутора столетий, но начала снижаться в 2005 году³³². Это вызывает беспокойство, поскольку экономика учит нас: у фундаментальных исследований бывают полезные прикладные продолжения. Знаменитый пример подобного — интернет,

появившийся как побочный продукт исследований, которые проводило Министерство обороны США, желавшее построить сети, способные сохранить работоспособность даже после бомбардировки. Система *GPS*, тачскрины, программы распознавания голоса типа *Siri* и многие другие цифровые инновации также появились благодаря фундаментальным исследованиям, финансировавшимся правительством. Можно вполне спокойно сказать, что никакое оборудование, программы, сети и роботы не существовали бы во всем своем нынешнем богатстве объемов, разнообразия и форм без устойчивого правительственного финансирования³³³. Это финансирование необходимо продолжать, а недавние тенденции к снижению федерального дотирования фундаментальных исследований в Америке — обратить вспять.

Необходимо заняться и реформированием права в области интелектуальной собственности, в особенности когда речь заходит о патентах на программное обеспечение и сроках действия авторских прав. Интеллектуальная собственность крайне важна в любую эпоху, но в особенности — во второй эре машин. Авторское право обеспечивает и вознаграждение за инновацию (человек, который изобрел новую мышеловку, защищает свое изобретение патентом), и ступень к новым инновациям (большинство новых идей, как мы уже знаем, представляют собой рекомбинации существующих). Таким образом, правительства должны установить довольно тонкий баланс: им нужно проводить такую защиту интеллектуальной собственности, чтобы она поощряла текущие инновации, но не мешала инновациям следующего поколения. Многие компетентные наблюдатели считают, что патентование программных продуктов обеспечивает слишком высокую степень защиты. То же справедливо и в отношении некоторых казусов авторского права; не вполне понятно, в чем общественная польза закона, согласно которому под копирайтом до сих пор остается мультфильм Диснея 1928 года

«Пароходик Вилли» (выпущенный еще до всякого Микки-Мауса), или, например, песня, *Happy Birthday To You*³³⁴.

ПРЕМИИ

Разумеется, многие инновации невозможno предугадать заранее (это, собственно, и делает их инновациями). Однако бывают случаи, когда мы в точности знаем, что нам нужно, и просто хотим, чтобы кто-то уже наконец это изобрел. И в этих случаях особенно эффективным стимулом могут стать премии*.

Беспилотный автомобиль *Google* был побочным результатом конкурса, объявленного Агентством по перспективным оборонным научно исследовательским проектам (*DARPA*), пообещавшим один миллион долларов разработчикам автомобиля, который сможет двигаться по определенной траектории без водителя. Том Калил, заместитель директора Бюро по определению научно-технической политики при президенте США, предлагает отличный сценарий проведения подобных конкурсов³³⁵:

1. Привлеките общественное внимание к проблеме или новой возможности.
2. Платите только за результат.

* У правительственные премий долгая история, которая начинается с премии за расчет долготы, назначенной актом британского парламента в 1714 году. Рассчитать географическую широту сравнительно легко, но с вычислением долготы возникало немало проблем, особенно во время длительных океанских плаваний. Несколько премий на общую сумму свыше ста тысяч фунтов позволили в XVIII веке значительно продвинуться в деле измерения долготы. Премия в размере 25 тысяч долларов за первый трансатлантический перелет, назначенная в 1919 году, стимулировала целый ряд изобретений в области авиации, увенчавшихся перелетом Чарльза Линдберга в 1927-м.

3. Обозначьте важную цель, не предсказывая, какая команда или какой подход смогут добиться успеха.
4. Не ограничивайтесь только признанными авторитетами.
5. Стимулируйте такой приток частных инвестиций, чтобы он намного превзошел размер призового фонда.
6. Используйте междисциплинарные решения.
7. Поощряйте риск, предлагая единые для всех правила игры.
8. Сформулируйте четкие критерии победы и проверки результатов.

В течение последних десятилетий общий размер федеральных и частных премиальных фондов почти утроился и составил более 375 миллионов долларов³³⁶. Это прекрасно, однако данная сумма — лишь крохотная часть общих правительственные расходов на науку. Так что нам еще есть куда расти с точки зрения повышения уровня и разнообразия инновационных конкурсов.

5. Обновите инфраструктуру

Почти все экономисты согласны с тем, что правительство должно участвовать в строительстве и поддержании инфраструктуры: дорог и автострад, мостов, портов и плотин, аэропортов и систем контроля воздушного движения и так далее. Дело в том, что инфраструктура, как и образование, и фундаментальная наука, стимулирует появление положительных побочных эффектов.

Хорошая инфраструктура делает страну не только более приятным местом для жизни, но и более продуктивным местом для бизнеса. К сожалению, пока что дела Америки обстоят не так уж хорошо. Американское Общество гражданских ин-

женеров (*ASCE*) выставило инфраструктуре США в 2013 году рейтинг *D+* и рассчитало, что стране необходимо более 3,6 триллионов долларов инвестиций в инфраструктуру³³⁷. Однако в федеральном бюджете вплоть до 2020 года планируется потратить на эти цели немногим более двух триллионов, то есть возникает значительный дефицит. Можно было бы предположить, что *ASCE* несправедливо в оценке необходимых расходов на инфраструктуру, однако эта точка зрения подкрепляется данными статистики. С 2009 по 2013 год государственные инвестиции в инфраструктуру снизились на 120 млрд долларов в год реальном выражении, то есть до минимального значения с 2001 года³³⁸.

Достройка инфраструктуры США до приемлемого уровня могла бы стать одной из лучших инвестиций страны в свое собственное будущее. Мы пишем эти строки в 2013 году, когда цены на энергоносители падают (во многом благодаря нынешнему активному росту на рынке сланцевой нефти), а зарплаты в таких странах, как Китай, растут. По этим и другим причинам мы часто слышим от руководителей компаний слова, подобные тем, что высказал в одном из своих интервью Эрик Шпигель, руководитель *Siemens USA*:

США в наши дни — отличное место для организации производства. Мы производим в Америке немало товаров, которые потом экспортируем в Китай... Нам просто нужна уверенность в том, что наша инфраструктура выдержит рост производства³³⁹.

В истории вопроса инвестиций в инфраструктуру есть один забавный анекдот. Легендарный экономист Джон Мейнард Кейнс, имя которого тесно связано с идеей бюджетного стимулирования, сделал в 1936 году знаменитое предложение правительству: во времена рецессии нужно набивать

наличные в пустые бутылки, закапывать эти бутылки глубоко в старых угольных шахтах, а затем продавать права на разработку этих шахт³⁴⁰. Это была шутка, но только отчасти. Кейнс считал, что его предложение «лучше, чем ничего», поскольку подобные акции в трудные времена могли бы создать спрос — в противном случае ни труд, ни капитал вообще не будут использованы. Экономисты до сих страстно спорят о том, смогла бы такая стратегия сработать или нет, однако вряд ли кто-то не согласен с тем, что хорошие дороги и мосты — благо и что правительство должно поддерживать их в хорошем состоянии (поскольку инфраструктура, как мы уже говорили, способствует появлению положительных побочных эффектов). Мы считаем, что именно эти эффекты играют огромную роль, и потому поддерживаем идею инвестиций в инфраструктуру независимо от того, создадут ли они какие-либо кейнсианские стимулы. И наша позиция — это позиция сегодняшнего экономического мейнстрима.

ЖДЕМ В ГОСТИ ТАЛАНТЫ СО ВСЕГО МИРА

Если какой-то политический сдвиг поддерживают одновременно и либертарианский Институт Катона, и либеральный Центр американского прогресса, можно считать, что эта политика пользуется поистине разносторонней поддержкой³⁴¹. В частности, обе организации согласны в вопросах иммиграционной реформы, ряда изменений в законе, направленных на достижение масштабной цели — увеличения числа легальных иностранных работников, со временем получающих право на гражданство Соединенных Штатов. Меры, поощряющие иммиграцию, описываются в любом базовом учебнике экономики; экономисты по большей части согласны в том, что от этих мер выигрывают не только сами иммигранты, но и страна, в которую они переезжают.

В некоторых исследованиях утверждается, что иммиграция приводит к ухудшению ситуации для некоторых работников (особенно низкоквалифицированных), поскольку снижаются зарплаты, однако другие работы это опровергают. К примеру, экономист Дэвид Кард оценил влияние «исхода из порта Мариэль» (*Mariel boatlift*) — массовой эмиграции с Кубы в США в 1980 году, когда Фидель Кастро на какое-то время открыл границу, — на рынок труда в Майами. Менее чем за год в город прибыло свыше ста тысяч человек и предложение рабочей силы выросло на 7%, однако Карду «не удалось обнаружить, что это как-то повлияло на уровень зарплаты или безработицы среди менее квалифицированных работников — даже среди кубинцев, иммигрировавших ранее»³⁴². Экономист Рейчел Фридберг пришла практически к такому же выводу в исследовании о массовой депатриации из СССР, а затем из России и других стран бывшего Советского Союза в Израиль³⁴³. Хотя население еврейского государства в 1990–1994 годах выросло на 12%, это не оказалось никакого заметного негативного эффекта на израильских работников.

Несмотря на эти и другие свидетельства, в Америке существует определенное беспокойство относительно того, что широкомасштабная иммиграция неквалифицированных работников, чаще всего прибывающих из Мексики и других латиноамериканских стран (и, как правило, проникающих в США нелегально), может повредить экономическим перспективам коренных американцев. Начиная с 2007 года баланс нелегальной иммиграции в США (то есть отношение прибывающих иммигрантов к покидающим страну) приблизился к нулю или даже стал негативным³⁴⁴. Исследование Брукингского института показало, что более образованных иммигрантов теперь больше, чем менее образованных; в 2010 году не менее 30% иммигрантов были выпускниками колледжа и лишь 28% не имели законченного среднего образования³⁴⁵.

Предпринимательство в Америке, особенно в технологичных отраслях, активно развивается за счет иммигрантов. Люди, родившиеся за пределами США, до недавнего времени составляли менее 13% населения страны, однако (согласно исследованию Вадвы, Саксениан и их коллег) в 1995–2005 годах в 25% всех технологических стартапов как минимум один из учредителей был иммигрантом³⁴⁶. Совокупный оборот этих компаний в 2005 году превышал 52 млрд долларов, и в них работало почти 450 000 человек. Судя по информации организации «Партнерство для новой американской экономики» (*Partnership for a New American Economy*), лоббирующей иммиграционную реформу, в том же десятилетии четверть самых быстрорастущих компаний в Америке были основаны предпринимателями-иммигрантами³⁴⁷. Экономист Майкл Кремер продемонстрировал в своей работе, уже ставшей классической, что увеличение числа программистов-иммигрантов фактически приводит к повышению, а не снижению уровня зарплат программистов, родившихся в США, поскольку иммигранты способствуют развитию творческих экосистем³⁴⁸. Не стоит удивляться росту зарплат хороших программистов в Кремниевой долине — ведь там их окружают коллеги с такими же или дополняющими навыками (в отличие от других, более изолированных регионов мира).

В наши дни иммигранты часто оказывают большое и положительное влияние на страну не благодаря происходящим в ней процессам и политическим решениям, а вопреки им. Процесс иммиграции в США часто описывают как медленный, сложный, неэффективный и забюрократизованный. Даррел Уэст, вице-президент Бруклинского института, написал в 2011 году книгу «Интеллектуальный доход: переосмысление иммиграционной политики США» (*Brain Gain. Rethinking U. S. Immigration Policy*). Однако эта работа никак не помогла ему подготовиться к собственному кафкианскому опыту, который он получил после того,

как женился на гражданке Германии, которая решила принять американское гражданство. Уэст пишет: «Многие иммигранты просто не могут позволить себе огромные расходы, связанные с этим процессом. Им сложно управляться с кипами бумаг и разбираться в хитросплетениях бюрократического механизма. Даже я, доктор политологии, был совершенно ошеломлен сложностью многочисленных анкет, пошлин, документов, собеседований, бесконечных визитов в контору иммиграционной службы... Американские иммиграционные процедуры — это процесс XIX столетия, перенесенный в мир XXI века»³⁴⁹.

В дополнение к неудачным процессам США ведут не-продуктивную политику в области иммиграции. Что касается технических специалистов, то здесь, вероятно, одним из самых ясных показателей будет годовой лимит виз типа *H1-B*. Такая виза позволяет американскому работодателю нанимать иностранных работников на определенные позиции (чаще всего технические) на срок до шести лет. В первые годы XXI века ежегодно выдавалось не менее 195 000 таких виз, однако в 2004 году квота была снижена до 65 000 человек (в 2006 году она была вновь расширена и расширена на 20 000 выпускников американских университетов).

Необходимо дальнейшее расширение визовой программы *H1-B*. Нам нравится идея о том, что каждому иммигранту — выпускнику американского университета следует вместе с дипломом выдавать грин-карту. Мы также поддерживаем введение специальных «стартап-виз», которые позволили бы предпринимателям, особенно тем, кому уже удалось привлечь финансирование, запускать свои проекты в США. Эта идея пользуется поддержкой многих американских венчурных капиталистов и популярностью в деловых кругах, однако другие страны тоже делают шаги в этом направлении. Австралия, Великобритания и Чили запустили собственные проекты по привлечению предпринимателей-

иммигрантов, а в январе 2013 года Канада анонсировала открытие полномасштабной визовой программы для создателей стартапов — первой в своем роде во всем мире³⁵⁰. Летом того же года программа иммиграционной реформы в США была заблокирована в Конгрессе.

6. Раз уж мы должны собирать налоги, давайте делать это по-умному

В общем случае налогообложение чего-либо препятствует производству этого продукта. Обычно снижение производства считается чем-то нежелательным, но это не всегда так: с помощью налогов мы можем сократить производство того, чего нам нужно меньше. Кроме того, существуют товары и услуги, представляющие собой исключения из правила; их налогообложение не приводит к снижению количества продукции. Экономисты говорят, что спрос на них неэластичен по отношению к налогообложению (*inelastic with respect to taxation*). Мы можем и должны воспользоваться преимуществами этого обстоятельства.

ПИГУВИАНСКИЕ НАЛОГИ

Возможно, какая-нибудь фабрика решит, что ей гораздо дешевле и удобнее сбрасывать все свои отходы в реку, на берегу которой она стоит, однако в результате неизбежны отрицательные последствия: погибшая рыба, отравленная вода и отвратительная вонь. Экономисты подобные нежелательные последствия называют отрицательным внешним эффектом. Многие типы загрязнения окружающей среды прямо

запрещены законом, однако запретить вообще все любые загрязнения и невозможно, и недальновидно. Определенное загрязнение всегда возникает, например, при производстве электричества, и, хотя выхлоп современных автомобильных двигателей гораздо чище, чем прежде, при работе автомобиля все равно образуются парниковые газы. Короче говоря, в человеческой жизни имеется досадное обстоятельство — некоторые типы производства создают не только благо, но и зло.

В случаях такого рода большинство экономистов выступают за налогообложение самих вредных выбросов. Налоги такого рода называются пигувианскими в честь Артура Пигу, британского экономиста начала XX века, который одним из первых предложил их введение. Эти налоги имеют два важных преимущества. Во-вторых, они существенно снижают объемы нежелательной деятельности: если завод платит налоги в зависимости от количества двуокиси серы, которое он выбрасывает в атмосферу, то у владельца завода появляется сильнейший стимул инвестировать в технологии очистки, которые улучшат ситуацию. Во-вторых, пигувианские налоги повышают общий доход правительства, и этот излишек можно потратить на компенсации для тех, кто пострадал от загрязнения (и, конечно, на какие-нибудь другие цели). То есть в этой ситуации выигрывают все. Налоги такого типа популярны в самых разных сегментах политического спектра и среди специалистов в самых разных областях. В так называемый «Клуб Пигу» — неформальный список сторонников этой идеи, составленный экономистом Грегори Манкивом, — входят и Алан Гринспен, и Ральф Надер³⁵¹.

Поскольку технологии второй эры машин принципиально улучшили в том числе и методы измерения, введение пигувианских налогов кажется более осуществимым. Возьмем проблему дорожных пробок. Каждый раз, когда мы выезжаем на и так уже забитую машинами автостраду, мы вводим

в определенные расходы не только себя, но и каждого из водителей, которые уже по ней движутся. В часы пик автомобили на федеральной магистрали № 405 в Лос-Анджелесе ползут со скоростью не более 20 километров в час, и поездка, которая обычно длится не более восьми минут, занимает почти в четыре раза больше времени. Оценку загруженности трассы (сделанную с помощью электронных пропусков или цифровых камер) можно в реальном времени конвертировать в стоимость поездки, так что водитель выезжал бы на забитую дорогу только в тех случаях, когда предполагаемая ценность его поездки превышает эти издержки. Как только будет введена «плата за пробку», начнет расти популярность таких способов передвижения, как карпулинг (*carpooling*, совместное использование автомобиля с попутчиками, найденными онлайн), поездки вне часов пик, велосипед и общественный транспорт. Пигувянские принципы уже применяются и генерируют доход в некоторых сегментах инфраструктуры: например, на платных дорогах или в виде платы за въезд в центральную зону Лондона (последняя мера позволила уменьшить пробки и принесла в бюджет деньги водителей, которым непременно нужно попасть в центр города в час пик). Тем временем в Сингапуре была введена система электронной оплаты трафика, которая практически уничтожила пробки.

Американцы в совокупности провели в пробках больше 100 миллиардов часов — явное свидетельство того, что оплата трафика распространена еще недостаточно широко. По некоторым оценкам, доходов от оптимального «налога на пробки» хватило бы для того, чтобы отменить все местные налоги штата Калифорния. В прошлом было невозможно точно и с разумными затратами измерить загрузку дорог, поэтому мы этим не занимались и в результате получили бесконечные вереницы еле ползущих машин, похожие на очереди за дефицитными продуктами в бывшем Советском Союзе.

НАЛОГИ НА ЭКОНОМИЧЕСКУЮ РЕНТУ

Предложение некоторых видов товаров, например земли, полностью неэластично: земли всегда одно и то же количество, независимо от ставки налога. Это значит, что налог на доходы от использования этого товара (иными словами, земельная «экономическая рента») не уменьшит его предложения. В результате подобные налоги оказываются относительно эффективными — они не тормозят развитие и экономическую активность. В XIX веке экономист Генри Джордж, поняв это, предложил оставить в экономике единственный налог — налог на землю. Идея привлекательная, но в действительности доходов от земельной ренты не хватит для оплаты всех правительенных расходов. Впрочем, ставку этого налога можно было бы повысить, как и ставку по другим рентам, существующим в экономике, — например, налог на минеральные (нефтяные и газовые) ресурсы, принадлежащие государству.

Существует точка зрения, согласно которой значительная часть высоких доходов суперзвезд также представляет собой ренту. Возникает вопрос: чем именно в первую очередь мотивированы большинство профессиональных спортсменов, *CEO* компаний, медийных знаменитостей или рок-звезд? Абсолютным уровнем своей компенсации или относительным? Или просто желанием славы и любовью к своей работе? По всей видимости, мы могли бы увеличить доходную часть бюджета, подняв предельные ставки налогов на граждан с самыми высокими доходами. К примеру, можно было бы установить новые ступени повышения подоходного налога на уровне одного и десяти миллионов долларов ежегодного дохода. Пока что нам не удалось найти достойных контраргументов, которые гласили бы, что повышение налогов для этой группы повредит экономическому росту, поскольку лишит ее мотивации. Более того, исследование, которое провели наш коллега по МТИ, лауреат

Нобелевской премии по экономике Питер Даймонд и лауреат медали Кларка Эммануэль Саэз, показывает, что оптимальная ставка налога для представителей самого верха кривой распределения доходов может достигать 76 %³⁵². И, хотя мы не видим необходимости в столь сильном повышении ставки, нас укрепляет в нашей уверенности тот факт, что после последнего по времени значительного повышения подоходного налога (при Билле Клинтоне) экономика начала стремительно расти. Экономист Мензи Чинн показал, что нет видимой связи между повышением налоговой ставки и общим экономическим ростом, во всяком случае, в истории США³⁵³.

Мы не хотим притворяться, что политические решения, которые мы защищаем, будет легко принять в условиях нынешнего политического климата или что каким-то образом после того, как они будут приняты, безработица полностью исчезнет, а средние зарплаты вырастут. Мы знаем, что сейчас непростые времена; благосостояние множества людей пострадало во время Великой рецессии и медленного восстановления после нее. Многие начинают отставать под напором двух одновременных сил — глобализации и распространения технологий. Растет неравенство, а справедливая часть Дара, создаваемого новой экономикой, достается далеко не всем.

Все наши рекомендации имеют одну простую и скромную цель — обеспечить более высокий темп общего экономического роста. И если это произойдет, то можно ждать улучшения перспектив и для тех, кто работает, и для тех, кто ищет работу.

Глава 14.

Долгосрочные рекомендации

Труд спасает человека от трех величайших зол — скуки, порока и нужды.

Вольтер

Рекомендации, которые мы дали в предыдущей главе, помогут резко увеличить размер Дара и уменьшить неравенство (или даже обратить процесс расслоения вспять). Однако достаточно ли классических экономических рекомендаций для поддержания нормального уровня заработной платы и сохранения рабочих мест во времена, когда продолжает разворачиваться вторая эра машин, то есть когда мы перешли на вторую половину нашей шахматной доски?

Заглядывая далеко вперед — в 2020-е годы и дальше, — мы повсюду видим андроидов. Они совершенно не похожи на машины из фильмов вроде «Матрицы» или «Терминатора» — у некоторых из них даже нет физической оболочки; они не собираются объявлять нам войну, и вряд ли стоит ожидать, что в ближайшие несколько лет они вы-

теснят всех людей-работников или даже большинство из нас. Однако, как мы видели в предыдущих главах, технология начинает все более последовательно посягать на человеческие навыки и способности. Что же нам делать перед лицом того факта, что время андроидов уже совсем близко? Какая политика, какое именно вмешательство в процесс нам нужны?

Пожалуйста, никаких политбюро

Давайте начнем со смирения. История полна примеров того, как благие социальные и политические намерения приводили к непредвиденным и порой трагическим последствиям. Очень сложно знать заранее, какие именно изменения окажутся самыми разрушительными, какие нам удастся внедрить с неожиданной быстротой и как будут вести себя люди в не-привычной и никогда не виданной ими раньше среде.

При всех оговорках нам кажется, что у нас есть несколько полезных идей о том, что следует делать, а от чего лучше воздержаться. Мы не думаем, что человечеству стоит сознательно тормозить развитие технологий или пытаться каким-то иным образом нейтрализовать воздействие экспоненциальных, цифровых и комбинаторных инноваций, которое мы наблюдаем в настоящее время. Это все равно что запретить все школы мысли и предать огню все научные журналы. В лучшем случае подобные запреты обеспечат статус-кво, но только ценой прекращения прогресса и, следовательно, улучшения нашей жизни. По словам технолога Тима О'Рейли, такие попытки лишь «защитят наше прошлое от нашего будущего»³⁵⁴. То же самое относится к попыткам спасти сегодняшние рабочие места за счет торможения развития технологий завтрашнего дня. Нам нужно позволить

технологиям второй эры машин сделать свою работу, но мы должны справиться с проблемами, которые приносят с собой эти технологии.

Мы также скептически настроены по отношению к попыткам сформировать какие-то фундаментальные альтернативы капитализму (под которым мы понимаем децентрализованную экономическую систему производства и обмена, в которой большинство средств производства находятся в частных руках (а не в собственности государства); обмен в основном носит добровольный характер (то есть никто не может вынудить вас подписать контракт против вашей воли, а у большинства товаров имеется цена, которая меняется на основании предложения и спроса, а не устанавливается каким-то органом центральной власти). Все эти характеристики справедливы в настоящее время для экономик большинства стран мира (в значительной степени и для экономики сегодняшнего Китая, который официально остается коммунистическим).

Эти характеристики распространены настолько широко именно потому, что они хорошо работают. Капитализм позволяет перераспределять ресурсы, стимулирует инновации, награждает за усилия и успешно выстраивает причинно-следственную связь между высокой эффективностью и достатком. Капитализм не является системно совершенным, однако он значительно лучше альтернатив. Уинстон Черчилль говорил, что «демократия — наихудшая форма правления, если не считать всех остальных»³⁵⁵. Как нам кажется, то же самое можно сказать и о капитализме.

Однако в этой системе есть элемент, который, скорее всего, изменится (что сулит нам новые проблемы) и который мы еще не обсуждали. В сегодняшней капиталистической экономике большинство людей получают деньги (на которые они потом покупают товары), продавая экономике свой труд, ведь большинство из нас — наемные работники, а не владельцы капитала. Но если результаты нашего мысленного

эксперимента с участием андроидов верны, то эта исторически сложившаяся схема обмена со временем будет становиться все менее актуальной. По мере того как цифровой труд становится все более распространенным, доступным и квалифицированным, компании будут все чаще отказываться платить людям те зарплаты, которые кажутся работникам приемлемыми и которые позволяют им сохранять привычный уровень жизни. А если работник не согласен на предложенную заработную плату, он становится безработным. Это плохая новость для экономики, поскольку безработные не создают большого спроса на товары и в результате замедляется общий рост экономики. Слабый же спрос может привести к дальнейшему снижению зарплат и расширению безработицы, а также к снижению инвестиций в человеческий капитал и оборудование... так запускается порочный круг.

И вновь о базовом доходе

Многие экономисты, размышляя о том, что делать, когда капиталистическая система дает сбой, предлагали одно и тоже простое решение: просто раздать людям деньги. Пусть правительство ежегодно выдает одну и ту же сумму каждому гражданину, не проверяя и не оценивая, кому на самом деле особенно нужны деньги и не должен ли кто-то получить больше или меньше. Схема «базового дохода», по мнению ее сторонников, сравнительно проста в реализации и при этом позволяет сохранять элементы капитализма. Она отлично подходит для решения проблем тех, кто неспособен заработать, предлагая свою рабочую силу. Базовый доход обеспечивает каждому минимальный стандарт жизни. Если люди хотят улучшить свое положение и начинают работать,

инвестировать, открывать новые компании или заниматься какой-то другой деятельностью, характерной для капиталистической машины, никто не мешает им этого делать. Но даже если они откажутся от всего этого, то все равно смогут сыграть свою роль потребителей, поскольку получат деньги в любом случае.

Базовый доход редко обсуждается в ходе сегодняшних политических дискуссий, однако эта концепция имеет на удивление долгую историю. Более того, похожие идеи были довольно близки к реализации в Америке XX века. Одним из первых проповедников этой идеи был англо-американский политический активист Томас Пейн, утверждавший в своем памфлете «Аграрная справедливость» (*Agrarian Justice*, 1797), что каждый гражданин должен получать по достижении совершеннолетия определенную сумму для нивелирования последствий того обстоятельства, что кому-то повезло родиться в семье зажиточных землевладельцев, а кому-то — нет. В новейшие времена идею базового дохода защищали философ Берtrand Рассел и гражданский активист Martin Luther King, написавший в 1967 году: «Теперь я убежден в том, что самый простой подход будет и самым эффективным: решение проблемы бедности состоит в ее упразднении с помощью так широко обсуждающегося сейчас гарантированного дохода»³⁵⁶.

С Кингом согласны множество экономистов как из левого, так и из правого лагеря. Либералы вроде Джеймса Тобина, Пола Самуэльсона и Джона Кеннета Гэлбрейта и консерваторы типа Милтона Фридмана и Фридриха Хайека в той или иной форме защищали идею гарантированного дохода, а в 1968 году более 1200 экономистов подписали письмо в поддержку этой концепции, адресованное Конгрессу США³⁵⁷.

Избранный в том же году президентом республиканец Ричард Никсон попытался в течение своего первого срока придать этой идее форму закона. В одной из своих речей

в 1969 году он предложил ввести так называемый «План помощи семьям» (*Family Assistance Plan*), в котором было много общего с концепцией базового дохода. План получил самую широкую поддержку, однако противодействие ему также было мощным и разносторонним³⁵⁸. Социальные работники и другие администраторы тогдашних программ социальной поддержки боялись, что, будь план реализован, их работа станет ненужной; некоторые лидеры профсоюзов полагали, что нововведение помешает борьбе за законодательное закрепление минимального размера заработной платы; а многим работающим американцам не понравилась идея, что их налоги пойдут согражданам, которые вполне могли бы работать, однако предпочитают этого не делать. Когда Никсон в 1972 году баллотировался на второй срок, он отказался в своей предвыборной программе от «Плана помощи семьям», и с тех пор концепция универсального и гарантированного дохода практически не обсуждалась ни федеральными чиновниками, ни политиками*.

Как избежать трех величайших зол

Придется ли нам в ближайшие десятилетия вновь вернуться к идее базового дохода? Возможно, однако это будет далеко не идеальный выбор. Главный недостаток этого подхода

* Тем не менее штат Аляска в 1980 году предложил определенный вид гарантированного дохода для жителей. Был принят законопроект, согласно которому все жители получали одинаковые дивиденды из специального фонда, созданного в 1976 году для управления долей государства в огромных запасах нефти в штате; четыре года спустя жители Аляски решили, что часть этого богатства должна ежегодно распределяться в виде дивидендов.

отлично сформулировал Вольтер, цитату которого мы вынесли в эпиграф главы: «Труд спасает человека от трех величайших зол — скуки, порока и нужды»³⁵⁹. Гарантированный универсальный доход позволяет справиться с нуждой, но не с оставшимися двумя проблемами. И почти все изученные нами исследования и свидетельства убеждают нас в правоте слов Вольтера. Для человека крайне важно работать не только потому, что таким образом он зарабатывает себе на хлеб, но и потому, что труд представляет собой один из основных способов получить и ощутить множество других важных вещей: самоуважение, сопричастность, здоровые ценности, порядок и чувство собственного достоинства, а также многое другое.

Говорим ли мы об отдельном человеке или о человеческом обществе в целом, вывод всегда один и тот же: труд полезен. Нам известно немало исследований на тему того, что заставляет каждого человека почувствовать, что он счастлив, занимается своим делом и добивается успеха. В своей книге *Drive** Дэниел Пинк называет три ключевых мотивации человека: стремление к совершенству, к независимости и к достижению цели³⁶⁰. В связи с этим стоит вспомнить слова одного старого рабочего, которые приводились в статье о плюсах и минусах новых рабочих мест на складах, которые гигант ритейла *Amazon* открывал в Великобритании: «Это вновь возвращает вам гордость. Вот что это дает»³⁶¹. Эта точка зрения поддерживается в работе экономиста Эндрю Освальда, который обнаружил, что отсутствие работы в течение шести месяцев или дольше вредит ощущению благополучия и другим показателям ментального здоровья почти так же сильно, как смерть супруга. Интересно, что во многом это состояние связано не с потерей дохода, а со снижением самооценки³⁶².

* Дэниел Пинк. *Драйв. Что нас на самом деле мотивирует* / пер. Игоря Трифонова. М., Альпина-паблишер, 2017.

Опросы, проведенные *Gallup* во многих странах, подтвердили силу личной мотивации к труду. В своей книге «Грядущая война за рабочие места» (*The Coming Jobs War*) руководитель *Gallup* Джим Клифтон говорит об этом так: «Больше всего люди мечтают не о мире, свободе или даже демократии; они думают не о том, чтобы завести семьи, купить дом или владеть землей. Они мечтают не о том, чтобы следовать божественным заповедям. Прежде всего люди в нашем мире хотят иметь хорошую работу. А все остальное представляет собой лишь следствие»³⁶³.

Иными словами, жители планеты хотят избавиться от скуки, порока и нужды и с помощью труда обрести мастерство, независимость и совершенство.

Отсутствие работы вредит не только отдельным людям, но и целым обществам. Социолог Уильям Джулиус Уилсон суммировал выводы своей многолетней работы в книге 1996 года «Когда исчезает работа» (*When Work Disappears*). Его заключения были однозначными:

Последствия высокого уровня безработицы в том или ином жилом районе оказываются более разрушительными, чем высокий уровень бедности. Район, жители которого бедны, но при этом имеют работу, отличается от района, жители которого бедны и при этом не работают. Многие из сегодняшних проблем городских гетто — преступность, распад семей, жизнь на пособие, низкий уровень социальной организации и так далее — представляют собой в фундаментальном смысле следствие исчезновения рабочих мест³⁶⁴.

В своей книге «Распад» (*Coming Apart*, 2012) социолог Чарльз Мюррей выразил в цифрах проблемы, описанные Уилсоном, и показал, что эти проблемы свойственны не только

гетто или районам, где живут в основном представители меньшинств. То же самое происходит и в «белой» Америке. В своем исследовании Мюррей выявил две группы. Первая состоит из американцев, имеющих образование не ниже колледжа и работающих в качестве специалистов или управленцев; ученых «поселил» их в выдуманном городке Бельмонт, названном так в честь респектабельного пригорода Бостона. Вторая группа состоит из «синих воротничков» и мелких клерков, имеющих лишь среднее образование; их Мюррей поселил в Фиштауне, получившем название в честь рабочего пригорода Филадельфии. В 2010 году примерно 30% американских работников жили в Бельмонте, а 20% — в Фиштауне³⁶⁵.

Используя множество источников данных, Мюррей отследил происходившее в Бельмонте и Фиштауне с 1960 по 2010 год. В начале этого периода два городка почти не отличались друг от друга по большинству характеристик здорового общества — уровню браков и разводов, показателям преступности и т.д. — и в обоих жили люди, у которых была работа. В 1960 году в 90% домохозяйств Бельмонта как минимум один взрослый человек работал 40 и больше часов в неделю. То же самое наблюдалось в 81% домохозяйств Фиштауна. К 2010 году ситуация в одном из сообществ изменилась коренным образом. Если в 87% домохозяйств Бельмонта все еще имелся как минимум один человек, работавший прежнее количество часов, то для домохозяйств Фиштауна этот показатель упал до 53%.

Что еще изменилось в Фиштауне? Очень многое, и ни одно из этих изменений не было к лучшему. Браки становились все менее прочными и заключались все реже. Если в 1960 году лишь 5% жителей Фиштауна в возрасте от 30 до 49 лет были разведены или жили раздельно со своими супругами, то к 2010 году такой статус был уже у трети жителей. Чем дальше, тем меньше детей Фиштауна росло

в полных семьях; к 2004 году значение этого показателя упало ниже 30 %. Резко выросло число заключенных среди жителей; в 1974 году в тюрьме сидели 213 из каждого 100 000 жителей Фиштауна. За следующие 30 лет это число выросло более чем в четыре раза, до 957. Хотя некоторые из этих негативных тенденций наблюдались и в Бельмонте, их масштаб был несоизмеримо меньше. К примеру, даже в 2004 году в полных семьях росло не менее 90 % детей Бельмонта.

Постепенное наступление безработицы было не единственной силой, все больше отдалявшей Бельмонт от Фиштауна — да и сам Мюррей концентрировался на других факторах³⁶⁶, — однако мы убеждены, что отсутствие работы сыграло свою важную роль. Ряд свидетельств показывает, что сообщества, у членов которых есть работа, оказываются намного более здоровыми, чем сообщества, в которых, при прочих равных условиях, рабочие места оказываются в дефиците. Поэтому мы приветствуем политические решения, стимулирующие занятость даже в ходе развития второй эры машин.

И здесь есть две хорошие новости. Первая заключается в том, что экономисты уже разработали инструменты, стимулирующие труд и вознаграждающие за него. С точки зрения экономики в целом, эти инструменты гораздо эффективнее, чем система гарантированного базового дохода. Вторая хорошая новость связана с тем, что инноваторы и предприниматели разрабатывают не только технологии, отнимающие у человека работу, но и технологии, который дополняют человеческий труд. Иными словами, цифровые инструменты не только вымывают из экономики человеческие трудовые ресурсы; в ряде случаев, они создают для людей новые возможности внести свой вклад. По мере дальнейшего развития технологий идеальным решением было бы совместить эти две хорошие новости. Стоит попытаться и дальше поддерживать

экономику, основанную на труде людей. Это позволит решить проблемы, связанные со всеми тремя вольтеровскими видами зла, и значительно увеличит шансы на сохранение не только богатой экономики, но и здорового общества.

Отрицательная ставка налога на доходы

Лауреат Нобелевской премии, консервативный экономист Милтон Фридман по большей части не жаловал идеи, связанные с вмешательством правительства в экономику, однако ему нравилась концепция отрицательного подоходного налога, призванная помочь беднякам. В одном своем выступлении на телевидении в 1968 году Фридман так объяснял свою позицию:

Сейчас в нашей стране действует положительный подоходный налог, о котором вы все знаете... К примеру, если вы — глава семьи из четырех человек и ваш ежегодный доход составляет 3000 долларов, то вы не платите налог, но и не получаете никакого пособия. Вы находитесь в точке безубыточности. Теперь предположим, что ваш доход составляет 4000 долларов. В этом случае у вас возникает 1000 долларов положительного налогооблагаемого дохода и при нынешней ставке (14%) вы заплатите с этой тысячи 140 долларов налога. А теперь представим себе, что ваш доход равен 2000 долларов. В этом случае, на вас распространяются все льготы и вычеты, полагающиеся при уровне дохода в 3000. Значит, у вас возник отрицательный... налогооблагаемый доход в размере 1000 долларов. При нынешних законах вы не получаете от этого ни-

какой пользы, однако идея отрицательного подоходного налога состоит в том, что, когда ваш доход оказывается ниже точки безубыточности, вы получаете от государства некую сумму в качестве компенсации. То есть вы не платите деньги, а наоборот, получаете их³⁶⁷.

Давайте продолжим эту историю до логического конца. Если бы ставка отрицательного подоходного налога равнялась 50 %, то человек, заработавший 2000 долларов, получил бы компенсацию в размере 500 долларов ($1000 \times 0,5$), то есть его совокупный доход в данном году составил бы 2500 долларов. Человек, не заработавший в этом году ни цента (то есть его отрицательный налогооблагаемый доход равен 3000 долларов), получит в виде компенсации 1500 долларов ($3000 \times 0,5$).

Отрицательный подоходный налог совмещает в себе идею гарантированного минимального дохода со стимулом к труду. На любом уровне ниже планки отсечения в данном примере (отметим, кстати, что 3000 долларов 1968 года — это примерно 20000 в ценах 2013 года) каждый заработанный доллар повышает общий доход на полтора доллара. Это побуждает человека к труду и поиску дополнительной работы, даже если платят за эту работу не слишком много. Это также стимулирует к тому, чтобы показывать свой доход (то есть заполнять налоговые декларации) и, таким образом, становиться частью официальной и измеряемой рабочей силы в стране. А управлять такой системой будет довольно просто, поскольку можно использовать уже имеющиеся технологии и инфраструктуры по заполнению деклараций и распределению налоговых возмещений.

По всем этим причинам нам очень нравится идея отрицательного подоходного налога. В настоящее время в федеральной налоговой системе уже используется сходная

концепция, которая называется «налоговый вычет на полученный доход» (*Earned Income Tax Credit, EITC*). Однако используется этот инструмент не так уж широко: в 2012 году планка отсечения составляла 6000 долларов для семей с тремя и более несовершеннолетними детьми и всего 500 долларов для семей без детей. Кроме того, налоговым вычетом не могут воспользоваться граждане, не имеющие вообще никакого дохода. Впрочем, несмотря на ограниченность применения, инструмент *EITC* остается эффективным — согласно исследованию экономистов Раджа Четти и Натаниэля Хендрина из Гарварда, а также Патрика Клайна и Эммануэля Саэза из Беркли, в тех штатах, где *EITC* применяется более широко, выше межпоколенческая мобильность³⁶⁸.

Мы поддерживаем превращение системы *EITC* в полноценную систему отрицательного подоходного налога путем ее расширения и придания ей универсального характера. Мы также считаем, что работа в рамках *EITC* должна строиться более простым и понятным образом. В настоящее время примерно 20 процентов налогоплательщиков, имеющих право ей пользоваться, не участвуют в системе, поскольку либо не знают о ее существовании, либо боятся ее сложности³⁶⁹.

В сущности, *EITC* — это субсидия на труд: вам выплачиваются деньги плюс к вашему доходу. Это практическое воплощение одной из самых древних экономических рекомендаций: обложите налогом то, чего вам нужно меньше, и субсидируйте то, чего вы хотите видеть больше. К примеру, мы вводим высокие налоги на сигареты и неэкономичные автомобили, но субсидируем строительство электростанций на солнечных батареях³⁷⁰. Смысл тут, конечно, в том, что налоги позволят нам сократить нежелательную активность (курение или загрязнение атмосферы), сделав ее более затратной, одновременно поддерживая деятельность, которая окажет обратный эффект. Мы согласны с нашим коллегой по МТИ Томом Кокэном, полагающим, что безработица пред-

ставляет собой «рыночный провал» или отрицательный внешний побочный эффект. Это означает, что преимущества роста занятости — снижение уровня преступности, рост инвестиций и укрепление связей в городских сообществах — распространяются на всех членов общества, а не только на конкретных работодателя и работника. Если безработица создает негативные побочные эффекты, то логично вознаграждать занятость, а не облагать ее налогом.

Последовать этой рекомендации на практике не всегда возможно. Правительство США облагает труд налогом не потому, что не хочет, чтобы люди работали, а потому что ему нужно каким-то образом собирать деньги в бюджет, а подоходный налог и налог на рабочую силу исторически оказались наиболее удобными инструментами. Подоходный налог впервые ввели во время Гражданской войны, а с 1913 года он был окончательно установлен после принятия Шестнадцатой поправки к Конституции США³⁷¹. К 2010 году налог на рабочую силу и подоходный налог обеспечивали более 80 % всех налоговых поступлений в федеральный бюджет. В свою очередь, налог на рабочую силу (*labor tax*) разделяется на две части. Во-первых, это налог на заработную плату (*payroll tax*); во-вторых, это налог, который сам работодатель платит с каждого своего наемного работника (*per-employee tax*). Налог на заработную плату, из которого финансируются программы медицинского и социального страхования (а также пособия по безработице), в 1950-х годах составлял лишь около 10 % всех налоговых сборов федерального правительства, а теперь эта доля равна 40 % — то есть примерно равна сборам подоходного налога³⁷².

Конечно, смысл подоходного налога не в том, чтобы лишить работника стимулов к работе, однако он может иметь именно такой эффект. Сходные проблемы порождают и налоги на зарплату, которые к тому же устроены таким образом, что они наиболее чувствительны для людей с низким

и средним доходом³⁷³. Налог, который компании приходится платить с каждого сотрудника, может побудить ее не брать в штат местных работников, а привлечь удаленную рабочую силу (краудсорсинг) или использовать фрилансеров (то есть частичную занятость). По мере того как цифровые технологии овладевают всеми новыми человеческими умениями и способностями, у компаний появляется еще одна опция: использовать «цифровых сотрудников» вместо людей. Чем дороже становится человеческий труд, тем с большей готовностью работодатели будут переходить к автоматизации производства. А поскольку налоги на зарплату приводят как раз к удорожанию человеческого труда, они ускоряют этот переход. Аналогичный эффект имеют и другие обязательства работодателя, такие как обязательное медицинское страхование работников, — эти обязательства воспринимаются работодателем как налог на человеческий труд и, при прочих равных условиях, приводят к сокращению доли последнего³⁷⁴.

Мы говорим обо всем этом не потому, что нам не нравится система социального или медицинского страхования. Напротив, мы хотим, чтобы она работала и дальше. Но мы должны отметить, что эти и другие популярные программы финансируются, полностью или частично, из налогов на труд. В те времена, когда для работника-человека не было иной альтернативы, это казалось вполне уместным, но времена изменились. Чем лучше машины умеют заменять людей, тем более негативный эффект на работу человека будут оказывать налоги и других обязательные платежи.

Поэтому, в дополнение к субсидированию труда через негативный налог на доходы, мы также поддерживаем отмену налогов на труд и снижение бремени налогов и обязательных платежей для работодателей. Как и во многих других случаях, где экономика пересекается с политикой, говорить об этом просто, а сделать — намного сложнее. Как еще финансировать дорогостоящие, популярные и важные

программы типа социального и медицинского страхования, как не с помощью налогов на труд? Кто же должен покрывать расходы на обязательное медицинское страхование, если не работодатели?

Мы не хотим сказать, что у нас есть ответы на все эти важнейшие вопросы, но мы знаем, что в инструментарии экономистов есть и другие виды налогов, помимо налогов на труд. Это пигувианские налоги на загрязнение и другие внешние негативные эффекты (о чем мы говорили в предыдущей главе), налоги, связанные с потреблением, а также налог на добавленную стоимость (НДС), который платят компании с разницы между их издержками (расходами на труд, сырье и так далее) и ценами, которые они выставляют своим потребителям. НДС имеет несколько привлекательных свойств — его довольно просто рассчитывать, собирать и корректировать его ставку, — однако в настоящее время он отсутствует на территории США. Более того, Америка — единственная из 24 стран ОЭСР, в которой нет НДС. Экономист Брюс Бартлетт, юрист-теоретик Майкл Гретц и другие исследователи составили список альтернатив для нынешней американской налоговой системы, основанных на введении НДС³⁷⁵. Мы думаем, что эта работа — ценный вклад в дискуссию о методах финансирования правительственных расходов во второй эре машин, и она заслуживает серьезного обсуждения.

Распределенная экономика и «искусственный искусственный интеллект»

Изменение размера субсидий и налогов на труд может показаться лишь краткосрочным решением. В конечном счете, разве вторая эра машин не определяется безостановочной

автоматизацией, которая рано или поздно создаст экономику, где человеческий труд будет играть гораздо меньшую роль?

Мы считаем, что во многих областях так и произойдет. Но мы надеемся, что нам удалось доказать: у людей все же есть навыки и способности, которые пока что не получается автоматизировать. Возможно, когда-то это и произойдет, но пока что никаких серьезных шагов в этом направлении сделать не удавалось, и это позволяет нам думать, что прогресс в этой области потребует некоторого времени. По-видимому, ученые, работающие с данными, организаторы конференций, руководители подразделений в компаниях, сиделки и уборщики посуды (помощники официантов) еще долго будут с нами.

И, как мы уже говорили ранее, человеческий разум еще много на что способен даже в тех областях, которые уже полностью автоматизированы. Ни один гроссмейстер не может обыграть лучший шахматный компьютер, но правильная комбинация человека и машины с этим справится. Поэтому неправильно считать, что человек перестает быть ценным в тот момент, когда компьютер опережает его в какой-то области. Нет, он становится даже еще более ценным, как только начинает сотрудничать с машиной, а не пытается соперничать с ней.

Мы замечаем это даже в таких полностью автоматизированных сферах деятельности, как поиск в интернете. Стив Лор пишет в статье, опубликованной в марте 2013 года в газете *The New York Times*:

Когда Митт Ромни в ходе президентских дебатов прошлой осенью говорил о сокращении правительственные субсидий на общественное телевещание и упомянул Большую птицу, эти слова тут же широко распространились в твитах. Люди мгновенно поняли, что в данном контексте и в тот момент

«Большая птица» была политическим комментарием, а вовсе не отсылкой к детскому телешоу «Улица Сезам», и что при запросе «Большая птица» в интернет-поиске в выдаче сначала должны появляться комментарии на текущие политические темы. Люди понимают такие тонкие вещи намного точнее и быстрее, чем любой софт, и подобные человеческие суждения немедленно вносятся в поисковые алгоритмы «Твиттера»... такие же люди-помощники — они называются «оценщиками» (*evaluators* или *raters*) — помогают *Google* совершенствовать поисковые алгоритмы, обрабатывающие более 100 миллиардов запросов в месяц³⁷⁶.

Итак, хотя машинные алгоритмы постоянно совершенствуются, они не в состоянии в одиночку справиться с подобными задачами. Осознание этого факта позволило сформулировать новые, технологичные способы планирования и выполнения различных работ.

В середине прошлого десятилетия гигант онлайн-ритейла компания *Amazon* поняла, что многие из миллионов страниц ее сайта с описаниями продающихся товаров дублируют друг друга. Алгоритмы сами по себе не смогли проделать грандиозную работу по идентификации всех дубликатов, поэтому команда под руководством сотрудника *Amazon* Питера Коэна написала программу, которая показывала возможные дубликаты людям и оставляла на их усмотрение окончательное решение³⁷⁷.

Довольно быстро Коэн и весь *Amazon* в целом поняли, что это исключительно полезная инновация. Огромная задача (найти среди миллионов страниц те, которые дублируют друг друга) разбивалась на множество мелких задач (действительно ли эти две страницы дублируют одна другую?), затем мелкие задачи рассыпались большой группе людей,

затем собирались их ответы, которые использовались для решения большой проблемы (уничтожение выявленных дубликатов).

Изначально программа предназначалась для внутреннего использования, однако в ноябре 2005 года *Amazon* открыла к сервису доступ, назвав его «Механическим турком» в честь знаменитого «робота» XVIII века, якобы умевшего играть в шахматы (впоследствии выяснилось, что внутри машины спрятан человек)³⁷⁸. Программа напоминала эту старинную диковинку тем, что, на первый взгляд, все ее действия казались автоматическими, однако в реальности она в значительной степени использовала человеческий труд. Это был наглядный пример того, что руководитель *Amazon* Джек Бекер назвал «искусственным искусственным интеллектом» (*artificial artificial intelligence*) — еще один из способов для человека сотрудничать с машиной (хотя и не слишком хорошо оплачиваемый)³⁷⁹.

«Механический турок», быстро завоевавший популярность, стал одним из первых примеров так называемого краудсорсинга («распределенной онлайн-модели решения задач и производства», словами исследователя коммуникаций Дарена Брабэма)³⁸⁰. Эта модель интересна тем, что вместо использования технологий для автоматизации какого-либо процесса краудсорсинг сознательно делает этот процесс трудозатратным, причем рабочие руки тут предоставляет не определенная заранее группа штатных сотрудников (как в большинстве индустриальных процессов), а один или несколько (иногда множество) человек, решивших принять участие в решении задачи.

Менее чем за 10 лет краудсорсинг превратился в важное экономическое явление и породил новый вид компаний, которые часто объединяются термином «распределенная экономика» (*peer economy*), или «экономика обмена». Компании распределенной экономики удовлетворяют запрос потреби-

телей с помощью краудсорсинга. К примеру, некоторые графики из тех, что вы видите в этой книге, были нарисованы или улучшены людьми, которых мы никогда прежде не видели и которых нашли, разместив предложение помочь нам с решением этой задачи на сайте *TaskRabbit*. Этот ресурс программист Леа Баск основала в 2008 году; идея пришла ей в голову однажды поздно ночью, когда у нее вдруг закончилась собачья еда, и Леа поняла, что нет никакого быстрого и легкого способа найти в интернете кого-то, кто (даже за деньги) готов забросить ей немного корма³⁸¹.

В том же году Джо Геббна, Брайан Чески и Нейтан Блехарчик запустили веб-сайт, который использовал интернет и коллективный вклад не для решения задач, а для поиска места для ночлега. Сайт *Airbedandbreakfast.com* («надувной матрас и завтрак») позволял любому владельцу жилья сдать в краткосрочную аренду одну из комнат; идея этого сервиса появилась у Геббна и Чески после того, как они в 2007 году сами предложили переночевать у себя дома гостям одной дизайнерской конференции в Сан-Франциско — городе, где доступных гостиничных номеров отчаянно не хватает.

Созданный ими сервис, переименованный в 2009 году в *Airbnb.com*, быстро стал популярным. К примеру, новый 2012 год более 140 000 человек по всему миру встречали в квартирах и домах, забронированных через *Airbnb*, — это на 50% больше, чем число всех спальных мест во всех отелях Лас-Вегас-Стрип³⁸².

Быстро рос и *TaskRabbit*: в январе 2013 года компания заявила, что «месячный прирост транзакций выражается двузначными числами»³⁸³.

TaskRabbit дает людям возможность предложить «толпе» (*crowd*) свой труд, а посредством *Airbnb* они могут предложить в аренду свою собственность. Сегодня в распределенной экономике есть множество примеров компаний обоих типов. Краудсорсинговый рынок труда существует не только

в таких специальных областях, как программирование, дизайн и уборка, но и в области решения более общих задач. Сегодня существуют сайты, на которых можно взять и сдать напрокат фотоаппарат, тот или иной инструмент, велосипед, парковочное место, собачью конуру и вообще самое разное имущество.

Некоторые сервисы объединяют обе модели и позволяют предлагать через интернет различные комбинации труда и других активов. Когда Энди потребовалось в 2010 году перевезти свой мотоцикл в другой штат, он нашел подходящего исполнителя — то есть человека, у которого был и грузовой прицеп, и свободное время, — на сайте *uShip*. Другой сайт, *Lyft*, основанный в 2011 году, позволяет владельцу автомобиля в любое время превратить свою машину в такси и развозить по городу пассажиров. Чтобы избежать противодействия со стороны органов, которые регулируют таксомоторный бизнес, *Lyft* не устанавливает ни расценок, ни обязательных платежей. Вместо этого пассажиру предлагается сделать «пожертвование» водителю, который его подвез.

Как показывает история *Lyft*, по мере роста экономики обмена нам придется решать много правовых и нормативных вопросов. Мы, конечно же, признаем необходимость обеспечения общественной безопасности, но надеемся, что регулирование в этой новой области не будет слишком жестким и что экономика обмена будет расти и дальше. Нам нравится, что в результате краудсорсинга растет эффективность и снижаются цены, однако нам также нравится и то, что он позволяет людям находить новую работу. Участие в сервисах типа *TaskRabbit* и *Airbnb* предоставляет людям прежде недоступные экономические возможности, а также дает им возможность трудиться. Таким образом, у них есть потенциал справиться с каждым из трех вольтеровских зол. И именно поэтому такую деятельность должны поддерживать политики и регуляторы с помощью таких инициатив, как *EITC* и тому подобное.

Пока что распределенная экономика — дело новое и объем ее невелик как по отношению к ВВП, так и в абсолютном выражении. К примеру, в апреле 2013 года *TaskRabbit* ежемесячно добавлял по тысяче новых пользователей к своей сети проверенных участников — то есть таких, которые однажды уже выполнили порученную им работу³⁸⁴. Это впечатляет, но, с другой стороны, в том же месяце в США насчитывалось почти 4,5 миллиона человек, которые не имели работы, как минимум, уже 27 недель³⁸⁵. Сравнения такого рода ясно показывают, что краудсорсинг пока не играет значительной роли в сокращении безработицы и росте занятости в экономике страны в целом.

Но это совершенно не означает, что экономика обмена не стоит того, чтобы поощрять и поддерживать ее. Совсем наоборот. Лучшие — а возможно, и единственные — решения тех проблем, с которыми неминуемо придется столкнуться в будущем все большему числу людей-работников, будут найдены на капиталистическом рынке с помощью инноваторов и предпринимателей, вооруженных технологиями. Компании распределенной экономики — это примеры инноваций, которые повышают ценность человеческого труда, а не снижают ее. А поскольку мы верим, что труд очень важен, мы верим и в то, что политики будут поддерживать подобные инициативы.

Приветствуются самые дикие идеи

Мы обсуждали будущее и то, как его построить, с самыми разными людьми: с технократами и лидерами профсоюзов, с экономистами и социологами, с предпринимателями и сотрудниками магазинов и даже с авторами научно-фантастических книг. Мы были искренне впечатлены диапазоном

предлагаемых идей. Подобные мозговые штурмы очень полезны, поскольку для того, чтобы справиться с последствиями технологического прогресса, нам потребуются новаторские и даже радикальные идеи — плод нестандартного мышления. Вот несколько идей из тех, что мы услышали в ходе таких бесед. Мы включаем их в эту книгу не потому, что желаем их немедленного одобрения, а скорее для того, чтобы они стали стимулом для дальнейших размышлений о том, какие виды вмешательства окажутся наиболее эффективными в эпоху, когда машины продолжают все сильнее обгонять нас.

- * Надо создать паевой инвестиционный фонд, который распространил бы на многих граждан право собственности (возможно, неотчуждаемое) на национальный капитал, обеспечил бы поток дивидендов для всех и гарантировал бы, что доходы от капитала не будут сконцентрированы в руках немногих.
- * Следует использовать налоги, регулирующие нормы, конкурсы и другие инструменты для того, чтобы перенаправить технический прогресс от создания машин, заменяющих человека, к созданию машин, дополняющих человеческие способности, ради создания новых товаров и услуг, а не ради экономии на трудовых ресурсах.
- * Можно платить людям (через некоммерческие и другие организации) за то, что они делают «общественно полезную» работу, которую требуют нужды демократического процесса.
- * Необходимо стимулировать и поддерживать те типы труда, на который способен только человек. К этой категории может относиться, например, уход за младенцами и маленькими детьми (а также за умирающими).

- * Хорошо бы основать движение в поддержку маркировки «сделано человеком» — по аналогии с маркировкой на органических продуктах. Нужно также маркировать продукцию компаний, нанимающих на работу людей, — по аналогии с маркировкой для экологически ответственных производств. Если потребитель хочет помочь в повышении спроса на людей-работников, подобная маркировка могла бы его сориентировать.
- * Следует ввести ваучеры на предметы первой необходимости, такие как пища, одежда и жилье. Это уничтожит крайние проявления нищеты, однако доход выше этого уровня должен регулироваться рынком.
- * Для того чтобы увеличить спрос на рабочую силу, нужны правительственные инициативы типа Гражданских корпусов эпохи Великой депрессии; участники таких программ занимались бы очисткой окружающей среды, строили бы инфраструктуру и решали другие общественно полезные задачи. Как варианты: увеличить роль «уоркфэр» (*workfare*) — то есть такой системы социальной помощи, при которой получатель пособия обязуется участвовать в общественных работах. Можно также ввести прямые платежи, привязанные к требованиям той или иной работы.

У каждой из этих идей есть и плюсы, и минусы. Мы не сомневаемся в том, что имеются и другие идеи, еще более эффективные*.

Конечно, у любой теории есть свои ограничения. Вероятно, лучший возможный совет состоит в том, чтобы

* Нам интересно узнать, какие предложенные идеи понравились вам больше всего, а какие идеи хотели бы предложить вы сами. Мы просим вас связаться с нами через сайт www.SecondMachineAge.com и поделиться своими мыслями.

экспериментировать, постоянно тестировать новые идеи, учиться как на успехах, так и на неудачах. Уже сейчас существует множество людей, отраслей и даже целых стран, в которых ярко проявляются различные аспекты экономики второй эры машин. И уже есть уроки, которые стоит выучить. Например: как реагируют выигравшие в лотерею на то, что им больше никогда не придется работать? (Подсказка: не всегда положительно.) Чему мы можем научиться на примере отраслей с высокой концентрацией сверхдоходов суперзвезд — профессионального спорта, кино и музыки? С какими проблемами сталкиваются (и какие дополнительные возможности получают) жители таких стран, как Норвегия или Объединенные Арабские Эмираты, имеющие по праву рождения доступ к огромному богатству, которое распределяется через суверенные государственные фонды? Какие институции и стимулы помогали одним наследникам богатых землевладельцев в XVII веке прожить счастливую, успешную и творческую жизнь, в то время как другим это не удавалось?

В будущем десятилетии мы станем свидетелями появления множества новых и удивительных технологий. Они потребуют изменений и в наших экономических институциях, и в наших интуициях. Если нам удастся сделать максимально гибкими наши общественные системы и наши собственные ментальные модели, мы окажемся в более выгодном положении для того, чтобы вовремя опознать и освоить эти изменения. Желание учиться на идеях других людей и адаптировать к ним нашу собственную деятельность — постоянно быть открытым для нового — и станет залогом успеха.

Глава 15.

Технологии и будущее (это совсем не то же самое, что «технологии и есть будущее»)

Поначалу казалось, что самолет отдаляет человека от природы, — но нет, еще повелительней становятся ее законы.

Антуан де Сент-Экзюпери

Одна из самых древних фантазий человечества состоит в том, что в один прекрасный день все наши материальные потребности будут окончательно удовлетворены и мы сможем полностью посвятить себя своим подлинным интересам, увлечениям или страстям. Нам не придется решать всякие неприятные задачи, поскольку пищу, одежду, жилье и всякие другие необходимые для жизни вещи нам будут предоставлять автоматические слуги. На эту тему написано много прекрасных историй, но до сих пор эти истории так и оставались легендами и мифами. В них действуют фантастические создания из глины (такие как еврейский Голем или норвежский гигант Моккуркальфи, созданный для битвы с Тором), из золота (Гомер описывает в «Илиаде» самодвижущиеся треножники,

выкованные из драгоценного металла богом Гефестом) или из кожи и дерева, как искусственный человек, созданный ремесленником Яньши из древнего китайского трактата «Ле-цзы». Материалы меняются, а мечта остается прежней.

Для осуществления давней мечты о свободе человека, которую подарит нам труд машин, мы используем кремний, металлы и разные виды пластмассы. Это ключевые физические ингредиенты второй эры машин, формирующие основу цифровых компьютеров, кабелей и сенсоров, которые с огромной скоростью создаются и распространяются по всему миру.

Они позволяют нам делать беспрецедентные вещи. Во всех предыдущих поколениях, несмотря на то, что лучшие умы мира работали над созданием искусственных помощников из доступных в то время материалов, мечты так и оставались мечтами.

Но наше поколение иное.

Теперь, когда мы представляем себе машину, которая могла бы выполнять ту или иную работу вместо человека, мы можем быть уверены в том, что даже если такая машина пока не существует, то как минимум есть хорошие шансы, что кто-то уже сидит в лаборатории или просто в гараже над ее демоверсией. За последние три года авторы этой книги побывали у многих инноваторов в их мастерских и были искренне поражены блеском технологий второй эры машин.

Изучив нынешний деловой ландшафт, мы убедились в том, что наш мир находится в точке перелома — на ранних стадиях изменений, не менее масштабных, чем те, что принесла с собой промышленная революция. Новые технологии развиваются по экспоненте, они цифровые и комбинаторные, однако большинство их преимуществ еще впереди. В ближайшие 24 месяца на нашей планете появится больше вычислительных мощностей, чем за всю ее предшествующую историю. А в следующие 24 года можно ожидать тысячекратного увеличения. Мы уже смогли оцифровать экзабайты информации, однако

объем данных, которые оцифровываются в настоящее время, растет даже быстрее, чем предсказывает закон Мура.

Нашему поколению, скорее всего, выпадет счастье увидеть два поразительных события: создание подлинного машинного интеллекта и объединение всех людей в общую цифровую сеть, которая полностью изменит глобальную экономику. Инноваторы, предприниматели, ученые, умельцы-энтузиасты и многие другие разновидности «гиков» смогут воспользоваться преимуществами этого изобилия и создать новые технологии, которые будут удивлять нас, радовать нас и работать ради нашего блага. Эти люди раз за разом подтверждают правоту Артура Кларка, сказавшего однажды, что каждая достаточно продвинутая технология неотличима от магии.

С какими рисками мы столкнемся

Однако мы с вами уже видели, что не все новости будут хорошими. Центральные главы этой книги имели цель показать, что вместе с ростом Дара, образующегося благодаря технологиям, растет и разброс его распределения, то есть неравенство. И рост неравенства — не единственная отрицательная черта наступающей эры блистательных технологий. Наша эпоха столкнется и с другими проблемами, корень которых — не в экономике.

По мере того как мы углубляемся все дальше во вторую эру машин, эти опасности, порожденные как стечением обстоятельств, так и злым умыслом, будут лишь нарастать, а материальные желания и потребности будут становиться сравнительно менее важными. Нам будут все сильнее волновать вопросы, связанные с катастрофическими событиями, экзистенциальные риски, противостояние свободы и тирании и другие вопросы, которые могут стать непреднамеренными

или неожиданными побочными эффектами технологического развития.

Плотность и сложность нашего цифрового мира приносит с собой немало рисков. Наша технологическая инфраструктура становится все более сложной и взаимосвязанной. К примеру, интернет и корпоративные сети теперь соединяют между собой не только людей и компьютеры, но и телевизоры, терmostаты, охранную сигнализацию, промышленные сенсоры, локомотивы, автомобили и бесчисленное количество других устройств. Многие из них передают друг другу данные по каналам обратной связи, а большинство этих гаджетов зависят от общих подсистем, такие как маршрутизаторы, направляющие интернет-трафик.

Любая система с таким уровнем сложности и взаимозависимости составных частей всегда имеет два связанных между собой слабых места. Во-первых, в ней высока опасность того, что изначально незначительные ошибки в результате непредсказуемой последовательности событий превратятся в нечто гораздо более масштабное и разрушительное. Именно такой каскад событий (социолог Чарльз Пэрроу назвал его «системной» или «обычной аварией») привел в 1979 году к расплавлению активной зоны реактора АЭС «Три-Майл-Айленд», к масштабному блэкауту (отключению электричества), затронувшему в августе 2003 года 45 миллионов человек на северо-востоке США, и к многим другим инцидентам³⁸⁶.

Кроме того, комплексные и плотные системы часто представляют интерес для шпионов, преступников и тех, кто стремится создать хаос. Один из самых свежих примеров — компьютерный червь *Stuxnet*, который, возможно, был создан в лабораториях, принадлежащих правительству США. В 2010 году *Stuxnet* парализовал как минимум одно ядерное предприятие в Иране, перенастроив контрольные системы оборудования марки *Siemens*, которым была оснащена фабрика. Червь смог проникнуть в систему через целевые

сайты, а затем беспрепятственно размножился, переходя с одного персонального компьютера на другой; как только представилась возможность, он перешел на оборудование *Siemens* и продолжал свою разрушительную работу уже на нем³⁸⁷.

До сравнительно недавнего времени наш биологический вид не обладал возможностями для полного самоуничтожения. Теперь они у нас появились. Более того, по мере того как технологии становятся одновременно и всё более мощными, и всё более дешевыми (а, следовательно, общедоступными), такие возможности могут оказаться и у отдельных людей. Не все эти люди будут психически здоровы, не все они будут действовать из добрых побуждений. Как уже отмечали Билл Джой и другие исследователи, генная инженерия и искусственный интеллект способны создавать самовоспроизводящиеся сущности³⁸⁸. Это значит, что некий умелец в своей спрятанной под землей лаборатории вполне может овладеть одной из таких технологий, чтобы выпустить на волю разрушительные силы, способные повлиять на всю планету. Те же самые научные прорывы в области секвенирования генома, которые используются для лечения заболеваний, могут использоваться и для создания боевой разновидности вируса оспы³⁸⁹. Компьютерные программы также могут самовоспроизводиться, превращаясь в цифровые вирусы, — и та же самая глобальная Сеть, посредством которой распространяются хорошие идеи и инновации, станет инструментом разрушения. Физический объем ущерба, который теоретически способен нанести всего один человек или небольшая группа, становится все больше и больше. Будет ли наш прогресс в деле противодействия деструктивной стороне технологий по меньшей мере столь же быстрым, как и само развитие технологий? Этот вопрос в будущем обретет большую важность.

Джордж Оруэлл, Уильям Гибсон и другие авторы описывали в своих антиутопиях утрату свободы и использование технологий для укрепления деспотизма и полного контроля

информационных потоков. Эрик Шмидт и Джаред Коэн описывают некоторые из этих технологий, а также способы противодействия им в своей книге «Новый цифровой мир» (*The New Digital Age*). Те же самые инструменты, которые позволяют нам все более детально изучать мир, дают и правительству, и его врагам возможность следить за тем, что мы делаем и с кем общаемся. Существует вполне естественный конфликт между расширением наших способностей к познанию и нашим нежеланием, чтобы другие могли узнать о нас что-то, чего мы не хотели бы о себе рассказывать. Когда информация была по большей части аналоговой и локальной, сами законы физики автоматически обеспечивали зону частной жизни. В цифровом мире конфиденциальность требует очень определенных институтов, стимулов, законов, технологий и норм, которые регулировали бы, какие информационные потоки должны быть разрешены, а какие — запрещены, какие следует поощрять, а какие — затруднять.

Технологии могут порождать мириады побочных эффектов, начиная от игромании и цифровой прокрастинации до «балканизации интернета» — распада всемирной Сети на отдельные враждующие между собой части, — от социальной самоизоляции до деградации окружающей среды³⁹⁰. Даже самые человеколюбивые изобретения — например, какая-нибудь технология, позволяющая значительно продлить человеческую жизнь, — могут повлечь огромные социальные потрясения*.

* Грег Манкив придумал мыслительный эксперимент. По его условиям ученые придумывают таблетку, которая добавляет один год жизни любому человеку, который ее принимает, однако производство каждой таблетки обходится в 100 000 долларов — намного больше, чем может позволить себе потратить большинство людей. Стоит ли нам запретить производство, создавать формальные механизмы распределения таблеток или регулировать эту деятельность каким-то другим образом?

Далеко ли до сингулярности?

Самый величественный — и самый умозрительный — образ возможного будущего технологий также пришел из мира научной фантастики: это машина, в полной мере наделенная сознанием. Есть два основных сценария — утопический и антиутопический — гипотетического будущего, в котором компьютеры и роботы обладают «настоящим» мышлением. Антиутопический сценарий обыгрывается в фильмах типа «Терминатора» или «Матрицы», а также в бесчисленном множестве других произведений научной фантастики. Этот вариант технологического прогресса не только «хорошо смотрится» и развлекает зрителей, но и кажется все более и более правдоподобным по мере того, как технологии осваивают и демонстрируют качества, которые еще недавно считались исключительно человеческими. Способность работать в команде — одно из таких качеств, и почему бы не представить себе, как в один прекрасный день будущие версии компьютера *Watson*, гугломобиля, робота *BigDog* производства *Boston Dynamics*, какого-нибудь нашпигованного электроникой дрона и других умных машин решают действовать заодно? Много ли им потребуется времени, чтобы понять, что мы, люди, очень плохо обращаемся с имеющимися у нас технологиями и часто без долгих слов отбрасываем их? Инстинкт самосохранения мог бы стать достаточной мотивацией для этой цифровой армии, готовой начать войну против нас (возможно, используя *Siri* как переводчика при допросе пленных).

В утопических сценариях развития цифрового сознания человек не сражается с машинами; он объединяется с ними, выгружая содержимое собственного мозга в облачные хранилища данных и становясь частью «технологической сингулярности». Этот термин придумал в 1983 году писатель-фантаст Вернор Виндж, предсказавший, что «совсем скоро

мы создадим разум, который превзойдет наш собственный... Когда это случится, человеческая история достигнет своего рода сингулярности, совершил ранее невозможный интеллектуальный транзит — столь же непостижимый, как завязанное узлом пространство/время в центре черной дыры. И мир уйдет далеко за пределы нашего сегодняшнего понимания»³⁹¹.

По мнению Винджа и других, движение в направлении подобной сингулярности регулируется законом Мура. Со временем накопленное удвоение мощности позволит создать компьютер более производительный и более вместительный, чем человеческий мозг. Как только это произойдет, все станет в высшей степени непредсказуемым. Машины смогут обрести самосознание, люди и компьютеры смогут слиться в одно целое «без единого шва», или же произойдут какие-то другие фундаментальные изменения. Рэй Курцвейл, больше других сделавший для объяснения моши экспоненциального улучшения, писал в своей книге «Сингулярность близко» (*Singularity Is Near*, 2005), что при нынешних темпах развития эти изменения произойдут около 2045 года³⁹². Насколько вероятны сингулярность или появление Терминатора? Честно говоря, мы не знаем. Как и в других случаях, когда речь идет о цифровом мире, никогда не стоит говорить «никогда», однако ясно, что впереди у нас еще долгий путь.

Фантастические возможности суперкомпьютера, выигравшего в *Jeopardy!*, или беспилотного автомобиля способны ввести нас в заблуждение: поскольку эти образцы цифровых технологий делают то же, что и человек, мы начинаем ошибочно думать, что и сами эти технологии становятся человекоподобными. Однако это не так — по крайней мере пока. Мы, люди, создаем машины, чтобы они делали то же самое, что делают животные и люди в нашем мире, однако создаем их совсем не так, как природа создавала нас самих. Выражаясь словами одного из первоходцев в мире искусственного интеллекта Фредерика Елинека, «самолеты не машут крыльями»³⁹³.

В самом деле, ученые, инженеры и другие инноваторы часто используют в своей работе подсказки из мира биологии, однако было бы неправильно считать, что они так делают всегда или что значительные недавние прорывы в области искусственного интеллекта появились только потому, что мы научились лучше имитировать человеческое мышление. Журналист Стивен Бейкер, собирая материал для своей книги «Финал „Своей игры“» (*Final Jeopardy!*), провел год в компании инженеров *IBM* из команды *Watson*. Он обнаружил, что «команда в процессе программирования *Watson* уделяла мало внимания тому, как работает человеческий мозг. Любое сходство *Watson* со структурой мозга поверхностно и случайно»³⁹⁴.

Когда мы, соавторы данной книги, в свою очередь, собирали для нее материал, мы слышали немало подобных слов от большинства инноваторов, с которыми общались. Большинство из них не пытались раскрыть тайны человеческого сознания или в точности понять, каким образом мы мыслим; напротив, они лишь хотели решить конкретные проблемы и использовать возникающие возможности. И в ходе этого процесса иногда изобретается технология, напоминающая тот или иной человеческий навык или способность. Однако такой инструмент — это еще далеко не искусственный человек. Иными словами, может показаться, что искусственный разум и в самом деле разумен, но пока что это лишь искусственное сходство.

Впрочем, в будущем все может измениться. Возможно, мы начнем создавать цифровые инструменты, более точно имитирующие наше мышление, и даже используем для этого наши постоянно растущие возможности по сканированию и картографированию мозга. И если это нам удастся, такой цифровой «мозг» станет дополнением нашего собственного, а со временем мы сможем слиться с машиной — или она обретет собственное независимое самосознание.

Куда ведет нас судьба

Мы сохраняем оптимизм даже перед лицом множества проблем — экономических, инфраструктурных, биологических, общественных и экзистенциальных. Перефразируя Мартина Лютера Кинга, можно сказать, что дуга истории длинна, но склоняется в сторону справедливости³⁹⁵. И мы полагаем, что данные подтверждают этот взгляд на мир. Мы наблюдаем не только увеличение богатства в абсолютном измерении, но и распространение свободы, социальной справедливости, снижение жестокости, улучшение условий жизни для тех, кому не так повезло, как нам, и повсеместное расширение возможностей.

В «Рождественской песне» Диккенса, когда Призрак показывает Скруджу его могильный камень, тот восклицает: «Так *будет*? Или так *может быть*?» На вопрос о будущем нашего мира, мира технологий, мы выбираем второй вариант ответа. Технологии создают возможности и потенциал, однако в конечном счете наше будущее будет зависеть от выбора, который сделаем мы сами. Мы можем воспользоваться преимуществами беспрецедентного Дара и свободы — или же двинуться в направлении, где нас ждут бедствия, которых человечество еще не видело.

Технологии, которые мы создаем, дают нам огромную силу для изменения мира, но вместе с этой силой приходит и ответственность. Вот почему мы не считаем себя технологическими детерминистами и вот почему мы посвятили три главы данной книги рекомендациям, которые, как мы надеемся, помогут создать общество всеобщего процветания.

Однако, в конце концов, самые серьезные вопросы — это вопросы за пределами экономики. По мере того как все больше и больше работы делают машины, мы можем позволить себе уделять больше времени другим занятиям. И речь идет

не только об отдыхе и развлечениях, но и о более глубоком чувстве удовлетворенности, которое дают изобретения и исследования, творчество и создание чего-то нового, любовь, дружба и взаимодействие с другими людьми. У нас есть не так много формальных критериев для измерения подобных вещей (и, возможно, они никогда не появится), однако их важность все равно растет по мере того, как мы удовлетворяя свои основные экономические потребности. Если первая эра машин помогла человечеству высвободить всю мощь энергии, скрытой в химических связях, и изменить с ее помощью окружающий мир, то вторая эра машин должна помочь нам высвободить весь потенциал человеческой изобретательности.

Наш успех будет зависеть не только от того, какие решения в области технологий мы принимаем или даже какие организации и институты создаем. По мере того как у нас будет меньше ограничений в действиях, неминуемо появится вопрос о том, в чем состоят наши истинные *ценности*. Захотим ли мы, чтобы информация распространялась как можно более свободно и широко, или, наоборот, поставим ее под жесткий контроль? Будет ли процветание общим и по-всеместным? Каковы будут суть и диапазон вознаграждений, которые будут получать от нас инноваторы? Сможем ли мы создать новые энергичные связи и сообщества? Будет ли у каждого возможность открывать новое, творить и радоваться всему лучшему, что есть в жизни?

Нам, современникам второй эры машин, нужно серьезно подумать о том, чего мы хотим на самом деле и что именно мы ценим — и каждый из нас по отдельности, и общество в целом. Наше поколение получило в наследство больше возможностей для изменения мира, чем любое другое. И это дает нам основания для оптимизма, но только в случае, если выбор, который мы делаем, будет разумным и осмысленным.

Технологии — это не судьба. Мы сами определяем свою судьбу.

Благодарности

У создания этой книги есть две истории — общая и частная. В общую историю внесло свой вклад множество людей, а кто-то помог и в одной, и в другой.

Общая история состоит в том, что мы занимаемся исследованиями, направленными на понимание природы развития цифровых технологий и их последствий для экономики и общества. В ходе этой работы нам довелось общаться со множеством «гиков» (и это жаргонное словечко звучит для многих из них как лучшая из возможных похвал). Эти и люди, занимающиеся изучением экономики и других социальных наук, и те, кто создает технологии. К первой группе мы относим ряд людей, позволивших нам сформировать более четкое и всеобъемлющее представление о происходящем. Это Сьюзен Этли, Дэвид Отор, Зои Берд, Ник Блум, Тайлер Коэн, Чарльз Фейдел, Кристиа Фриленд, Роберт Гордон, Том Калил, Ларри Кац, Том Коэн, Фрэнк Леви, Джеймс Маника, Ричард Марнейн, Роберт Патнем, Пол Ромер, Скотт Стерн, Ларри Саммерс и Хэл Вариан. Ко второй группе относятся Крис Андерсон, Род Брукс, Питер Диамандис, Эфраим Хеллер, Рейд Хоффман,

Джереми Хоуард, Кевин Келли, Рэй Курцвейл, Джон Леонард, Тод Луффорроу, Хилари Мейсон, Тим О'Рейли, Сэнди Пентланд, Брэд Темплтон и Вивек Вадва. Все они щедро делились с нами своим временем и терпеливо выслушивали наши вопросы. Мы искренне пытались понять все то, чем они делились с нами, и просим прощения за любые возможные ошибки в этой книге, связанные с неверной трактовкой.

Некоторые участники обеих групп участвовали в невероятно интересной серии обедов в МТИ, организованной Джоном Леонардом, Фрэнком Леви, Даниэлой Рус и Сетом Теллером. Организаторам удалось собрать вместе людей из Министерства экономики США, Школы менеджмента Слоуна и Лаборатории компьютерных наук и искусственного интеллекта для разговора на темы, которые были нам наиболее интересны. Представители разных дисциплин, движимые не чем иным, как искренним любопытством, могли свободно общаться, невзирая на все бесчисленные требования научной и политической жизни.

И, как показали эти обеды, сам МТИ также стал частью общей истории этой книги. Для нас это идеальный профессиональный дом, и мы искренне благодарны за поддержку, которую получили от бизнес-школы Слоуна, ее ректора Дэвида Шмиттлейна и заместителя ректора С.П. Котари. Интеллектуальный уровень МТИ заставляет наши умы смиряться, а люди делают его невероятно приятным местом для работы.

А частная история этой книги начинается с вопроса, который нам задал Рафаэль Сагалин. В какой-то момент мы узнали, что он является одним из лучших в стране литературных агентов (мы познакомились с ним благодаря Джоан Пауэлл, ничуть не менее умелого агента Энди). Рафаэль хотел знать, интересно ли нам будет превратить нашу короткую электронную книгу «Гонка против машины», опубликованную нами за собственный счет, в настоящую книгу с издателем, редактором и обложкой. Конечно, Рафаэль — профессионал

и не использовал слово «настоящая», но мы поняли, что он имел в виду.

И, конечно, мы тут же заинтересовались этой идеей, поскольку после публикации книги в изначальном виде не переставали думать и обсуждать описанные в ней идеи. Более того, оказалось, что, выпустив электронную книгу, мы еще сильнее заинтересовались концепциями технологического прогресса и его экономических последствий, и нам удалось обсудить эти темы с огромным количеством людей по всему миру. Поэтому мы, недолго думая, решили поработать с Рафаэлем, чтобы понять, разделяют ли наш интерес крупные издатели.

К нашему удивлению, они заинтересовались. Мы поняли это с первой же встречи с нашим редактором Бренданом Карри и его коллегами из издательства ДАР. ДАР. *Norton*. Работая в условиях крайне жесткого графика, Брендан и его коллеги Митчелл Коули и Тейра Пауэрс смогли привести нашу рукопись в приемлемый вид. Мы благодарны им за советы и внимание, которое они уделяли нам, невзирая на все сложности.

В точке, где наши общие интересы пересеклись с написанием книги, оказалось несколько наших коллег, родных и друзей, которых мы не перестаем благодарить. Для того чтобы мы лучше познакомились с технологиями, о которых пишем, Дейв Ферруччи и его коллеги из *IBM* привезли в наш кампус компьютер *Watson*, Род Брукс познакомил нас с роботом-гуманоидом *Baxter*, Карл Басс из штаб-квартиры *Autodesk* позволил нам создать несколько объектов с помощью трехмерной печати, а Бетси Масиелло и Хэл Вариан каким-то чудом договорились с *Google*, чтобы нам дали возможность прокатиться в автомобиле без водителя. Мы благодарны и нашим студентам, которые приняли участие в обсуждении идей, вошедших в эту книгу (и многих других, которым не нашлось места).

Мы особенно благодарны нашей команде *Digital Frontier*, группе людей, заинтересованных тем же, что и мы сами, которые периодически собираются вместе для того, чтобы придумывать новые идеи, обмениваться ими и уточнять их формулировки. Многие из этих идей смогли пробиться в нашу книгу. Мэтт Бин, Грэг Гиспел, Шен Юань, Хи Ген Ким, Тод Луффбороу, Френк Маккрори, Макс Новендштерн, Чжо Хи О, Шахар Рейхман, Гийом Сен-Жак, Майкл Шраге, Дипак Шетти, Габриэль Унгер и Джордж Уэстерман помогали нам в изучении цифровых границ. Мэтт и Дипак сделали все возможное и невозможное для того, чтобы графики в нашей книге выглядели красиво, а Габриэль, Джордж, Грэг, Майкл и Тод поделились с нами подробными комментариями относительно рукописи. Макс потратил бесчисленное количество часов времени на выверку фактов. Меган Хеннесси управляла загруженным рабочим графиком Эрика. А сила, смелость и достоинство Марты Павлакис, боровшейся в ходе работы с онкологическим заболеванием и победившей его, постоянно напоминали ему, что же в жизни имеет самое главное значение. Эстер Симmons помогала Энди всюду успевать, его семья помогала ему оставаться в здравом уме, а Татьяна Лингос-Уэбб постоянно давала ему поводы для улыбки (что порой бывает довольно непросто).

И, наконец, наши коллеги из Центра цифрового бизнеса МТИ и Инициативы по вопросам цифровой экономики заслуживают больше благодарности, чем мы в состоянии выразить. Благодаря Тэмми Баззеллу и Джастину Локенвитцу это место работает как часы, а исполнительный директор Дэвид Веррилл не перестает восхищать нас всем, что он делает, и той легкостью, с которой он это делает. Мы уже говорили это раньше, однако наша мысль заслуживает повторения: вне зависимости от того, какие навыки и способности приобретет технология, она вряд ли сможет сравниться с этим человеком.

Примечания

- ¹ Ian Morris, *Why the West Rules — For Now: The Patterns of History, and What They Reveal About the Future* (New York: Farrar, Straus and Giroux, 2010), стр. 73.
- ² Там же, стр. 74.
- ³ Там же, стр. 71.
- ⁴ Там же, стр. 112.
- ⁵ Karl Jaspers, *The Origin and Goal of History* (London: Routledge K. Paul, 1953), стр. 51.
- ⁶ «Основные религии Запада, ранжированные по количеству приверженцев», 2007, http://www.adherents.com/religions_By_Adherents.html/.
- ⁷ Anne Rooney, *The History of Mathematics* (New York: The Rosen Publishing Group, 2012), стр. 18.
- ⁸ Morris, *Why the West Rules — For Now*, стр. 142.
- ⁹ Louis C. Hunter and Eleutherian Mills-Hagley Foundation, *A History of Industrial Power in the United States, 1780–1930: Steam Power* (Charlottesville, VA: University Press of Virginia, 1979): стр. 601–630.
- ¹⁰ Morris, *Why the West Rules — For Now*, стр. 497.
- ¹¹ Там же, стр. 492.
- ¹² Martin L. Weitzman, “Kecombinant Growth”, *Quarterly Journal of Economics* 113, no. 2 (1998): стр. 331–360.
- ¹³ Bjørn Lomborg, *The Skeptical Environmentalist: Measuring the Real State of the World* (Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2001), стр. 165.
- ¹⁴ Frank Levy and Richard J. Murnane, *The New Division of Labor: How Computers Are Creating the Next Job Market* (Princeton, NJ Princeton University Press, 2004).
- ¹⁵ Michael Polanyi, *The Tacit Dimension* (Chicago, IL: University of Chicago Press, 2009), стр. 4.

- ¹⁶ Joseph Hooper, "DARPA's Debacle in the Desert", Popular Science, 4 июня 2004 г., <http://www.popsci.com/scitech/article/2004-06/darpa-grand-challenge-2004darpas-debacle-desert>.
- ¹⁷ Mary Beth Griggs, "4 Questions About Google's Self-Driving Car Crash", Popular Mechanics, 11 августа 2011 г., <http://www.popularmechanics.com/cars/news/industry/4-questions-about-googles-self-driving-car-crash>; John Markoff, "Google Cars Drive Themselves, in Traffic", New York Times, 9 октября 2010 г., <http://www.nytimes.com/2010/10/10/science/10google.html>.
- ¹⁸ Ernest Hemingway, The Sun Also Rises (New York: Harpercollins, 2012), стр. 72.
- ¹⁹ Levy and Murnane, The New Division of Labor, стр. 29.
- ²⁰ "Siri Is Actually Incredibly Useful now", Gizmodo, по состоянию на 4 августа 2013 г., <http://gizmodo.com/5917461/siri-is-better-now>.
- ²¹ Там же.
- ²² "Minneapolis Street Test: Google Gets a B+, Apple's Siri Gets a D — Apple 2.0 — Fortune Tech", CNNMoney, <http://tech.fortune.cnn.com/2012/06/29/minneapolis-streettest-google-gets-a-b-apples-siri-gets-a-d/> (по состоянию на 23 июня 2013 г.).
- ²³ Ning Xiang and Rendell Torres, "Architectural Acoustics and Signal Processing in Acoustics: Topical meeting on Spatial and Binaural evaluation of Performing Arts Spaces I: Measurement Techniques and Binaural and Interaural Modeling", 2004, <http://scitation.aip.org/getpdf/servlet/GetPDFServlet?filetype=pdf&id=JASmAn000116000004>.
- ²⁴ Цит. по John Markoff, "Armies of Expensive Lawyers, replaced by Cheaper Software", New York Times, 4 марта 2011 г., http://www.nytimes.com/2011/03/05/science/05legal.html?pagewanted=all&_r=0.
- ²⁵ "Spring Cleaning for some of our APIs", The Official Google Code Blog, 3 июня 2011 г., <http://googlecode.blogspot.com/2011/05/spring-cleaning-for-some-of-our-apis.html>.

- 26 Douglas Adams, *The Hitchhiker's Guide to the Galaxy* (New York: Random House, 2007), стр. 54.
- 27 По материалам личного разговора с Сарой Буда, вице-президентом *Lionbridge*, об отношениях с инвесторами и корпоративном развитии, сентябрь 2011 г.
- 28 "Top 10 TV ratings / Top 10 TvShows / Nielsen", Evernote, 18 августа 2012 г., <https://www.evernote.com/shard/s13/sh/a4480367-9414-4246-bba4-d588d60e64ce/bb3f380315cd10deef79e33a88e56602> (по состоянию на 23 июня 2013 г.).
- 29 "Meet Watson, the Jeopardy!-Playing Computer", TV.com, 1 декабря 2004 г., <http://www.tv.com/news/meet-watson-the-jeopardy-playing-computer-25144/>.
- 30 "What's The most Money Won on Jeopardy?", Celebrity Net Worth, 20 мая 2010 г., <http://www.celebritynetworth.com/articles/entertainment-articles/whats-themost-money-won-of/>.
- 31 Stephen Baker, *Final Jeopardy: Man Vs. Machine and the Quest to Know Everything* (Houghton Mifflin Harcourt, 2011), стр. 19.
- 32 "IBM and 'Jeopardy!' relive History With Encore Presentation of 'Jeopardy!'", Did You Know..., 2013, <http://www.jeopardy.com/showguide/abouttheshow/showhistory/>.
- 33 Вся статистика по Уотсону и человеческой деятельности взята из кейса Willy Shih, "Building Watson: Not so Elementary, my Dear!", Harvard Business Schoolcase 612-017, сентябрь 2011 г. (с изменениями от июля 2012 г.), <http://hbr.org/product/buildingwatson-not-so-elementary-my-dear/an/612017-PDF-enG>.
- 34 Исследование, проведенное авторами.
- 35 Ken Jennings, "MyPunyHumanBrain", Slate, 16 февраля 2011 г., http://www.slate.com/articles/arts/culturebox/2011/02/my_puny_human_brain.single.html.
- 36 Isaac Asimov, "The Vocabulary of Science Fiction", в книге "Asimov on Science Fiction" (New York, Doubleday, 1981), стр. 69.
- 37 "The Robot Panic of the Great Depression", Slate, 29 ноября 2011 г., <http://www.slate.com/slideshows/>

- technology/the-robot-panic-of-the-great-depression.html
(по состоянию на 23 июня 2013 г.).
- 38 "Isaac Asimov Explains His Three Laws of Robots", Open Culture, 31 октября 2012 г., http://www.openculture.com/2012/10/isaac_asimov_explains_his_three_laws_of_robots.html (по состоянию на 23 июня 2013 г.).
- 39 Brian Lam, "Honda Asimo vs. Slippery Stairs", 11 декабря 2006 г., <http://gizmodo.com/220771/honda-asimo-vs-slippery-stairs?op=showcustomobject&postId=220771&item=0>.
- 40 Hans Moravec, *Mind Children: The Future of Robot and Human Intelligence* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1988), стр. 15.
- 41 "Moravec's Paradox", Wikipedia, the Free Encyclopedia, 28 апреля 2013 г., http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=moravecpercent27s_paradox&oldid=540679203.
- 42 Steven Pinker, *The Language Instinct* (New York: Harper Perennial Modern Classics, 2007), стр. 190–191.
- 43 Christopher Drew, "For iRobot, the Future Is Getting Closer", New York Times, 2 марта 2012 г., <http://www.nytimes.com/2012/03/03/technology/for-irobot-thefuture-is-getting-closer.html>.
- 44 Danielle Kucera, "Amazon Acquires Kiva Systems in Second-Biggest Takeover", Bloomberg, 19 марта 2012 г., <http://www.bloomberg.com/news/2012-03-19/amazon-acquires-kiva-systems-in-second-biggest-takeover.html> (по состоянию на 23 июня 2013 г.).
- 45 Marc Devids, "First Production Run of Double has Sold out!", 16 августа 2012 г., <http://blog.doublerobotics.com/2012/8/16/welcome-double-update>.
- 46 "DARPA robotics challenge", n.d., http://www.darpa.mil/our_Work/Tto/Programs/darpa_robots_challenge.aspx.
- 47 DARPA, "Broad Agency Announcement DARPA Robots Challenge Tactical Technology Office", 10 апреля 2012 г., <http://www.fbo.gov/utils/view?id=74d674ab011d5954c7a46b9c21597f30>.
- 48 См., к примеру, Philips Vital Signs Camera, n.d., <http://www.vitalsignscamera.com/>; Steve Casimiro, "2011 Best outdoor iPhone Apps — Best Weather Apps", n.d.,

- 48 <http://www.adventure-journal.com/2011-best-outdoor-iphone-apps-%e2%80%94-bestweather-apps/>;
iSeismometer, n. d., <https://itunes.apple.com/us/app/iseismometer/id304190739?mt=8>.
- 49 "Solomo", Schott's Vocab Blog, <http://schott.blogs.nytimes.com/2011/02/22/solomo/> (по состоянию на 23 июня 2013 г.).
- 50 "ScIgen — An Automatic CS Paper Generator", по состоянию на 14 сентября 2013 г., <http://pdos.csail.mit.edu/scigen/>.
- 51 Herbert Schlangemann, "Towards the Simulation of e-commerce", в Proceedings of the 2008 International Conference on Computer Science and Software Engineering, vol. 5, CSSE2008 (Washington, D. c.: IEEE computer Society, 2008), 1144–47, doi:10.1109/cSSe.2008.1.
- 52 Narrative Science, "Forbes Earnings Preview: H. J. Heinz", 24 августа 2012 г., <http://www.forbes.com/sites/narrativescience/2012/08/24/forbes-earnings-preview-h-jheinz-3/>.
- 53 "How Stereolithography 3-D layering Works", How Stuff Works, <http://computer.howstuffworks.com/stereolith.htm> (по состоянию на 4 августа 2013 г.).
- 54 Claudine Zap, "3D Printer Could Build a House in 20 Hours", 10 августа 2012 г., <http://news.yahoo.com/blogs/sideshow/3d-printer-could-build-house-20-hours-224156687.html>; см. также: Samantha Murphy, "Woman Gets Jawbone made By 3D Printer", 6 февраля 2012 г., <http://mashable.com/2012/02/06/3d-printer-jawbone/>;
"Great Ideas Soar even Higher with 3D Printing", 2013, <http://www.stratasys.com/resources/case-studies/aerospace/nasa-mars-rover>.
- 55 G. E. Moore, "Cramming More Components onto Integrated Circuits", Electronics 38, no. 8 (19 апреля 1965 г.): стр. 114–117, doi:10.1109/jproc.1998.658762.
- 56 Там же.
- 57 Michael Kanellos, "Moore's Law to Roll on for Another Decade", CNET, <http://news.cnet.com/2100-1001-984051.html> (по состоянию на 26 июня 2013 г.).

- 58 Rick Merritt, "Broadcom: Time to Prepare for the End of Moore's Law", EE Times, 23 мая 2013 г., http://www.eetimes.com/document.asp?doc_id=1263256.
- 59 Adam Sneed, "A Brief History of Warnings About the Demise of Moore's Law", Future Tense blog, Slate.com, 3 мая 2012 г., http://www.slate.com/blogs/future_tense/2012/05/03/michio_kako_and_a_brief_history_of_warnings_about_the_end_of_moore_s_law.html (по состоянию на 26 июня 2013 г.).
- 60 "Moore's Law: The Rule that Really Matters in Tech", CNET, 15 октября 2012 г., http://news.cnet.com/8301-11386_3-57526581-76/moores-law-the-rule-that-reallymatters-in-tech/.
- 61 H. J. R. Murray, *A History of Chess* (Northampton, MA: Benjamin Press, 1985).
- 62 Ray Kurzweil, *The Age of Spiritual Machines: When Computers Exceed Human Intelligence* (London: Penguin, 2000), стр. 36.
- 63 См. http://www.cuug.ab.ca/~branderr/pmc/012_coal.html (по состоянию на 23 сентября 2013 г.).
- 64 Lonut Arghire, "The Petaflop Barrier Is Down, Going for the Exaflop?", Softpedia, 10 июня 2008 г., <http://news.softpedia.com/news/The-Petaflop-Barrier-Is-Down-Goingfor-the-exaflop-87688.shtml>.
- 65 "The TopsinFlops", Scribd, <http://www.scribd.com/doc/88630700/The-Topsin-Flops> (по состоянию на 26 июня 2013 г.).
- 66 Matt Gemmell, "iPad Multi-Touch", 9 мая 2010 г., <http://mattgummell.com/2010/05/09/ipad-multi-touch/>.
- 67 "Company News: Cray to Introduce a Supercomputer", New York Times, 11 февраля 1988 г., <http://www.nytimes.com/1988/11/02/business/company-news-cray-to-introduce-a-supercomputer.html> (по состоянию на 26 июня 2013 г.).
- 68 Thomas Fine, "The Dawn of Commercial Digital Recording", ARSC Journal 39 (Spring 2008): 1-17; Jurrien Raif, "Steven Sasson named to CE Hall of Fame", Let's Go Digital, 18 сентября 2007 г., <http://www.letsgodigital.org/en/16859/ce-hall-of-fame/>.

- 69 "Hendy's Law", Nida Javed, 7 декабря 2012 г., <http://prezi.com/v-rooknipogx/hendys-law/>.
- 70 Josep Aulinas et al., "The SIAM Problem: A Survey", in Proceedings of the 2008 Conference on Artificial Intelligence Research and Development: Proceedings of the 11th International Conference of the Catalan Association for Artificial Intelligence (Amsterdam: Ios Press, 2008), стр. 363–371, <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1566899.1566949>.
- 71 Dylan McGrath, "Teardown: Kinect has Processor After All", EE Times, 15 ноября 2010 г., <http://www.eetimes.com/electronics-news/4210757/Teardown — kinecthas-processor-after-all>.
- 72 "Microsoft Kinect Sales Top 10 million, Set New Guinness World Record", Mashable, 9 марта 2011 г., <http://mashable.com/2011/03/09/kinect-10-million/> (по состоянию на 26 июня 2013 г.).
- 73 "Xbox Kinect's Game launch lineup revealed", Mashable, 18 октября 2010 г., <http://mashable.com/2010/10/18/kinect-launch-games/> (по состоянию на 26 июня 2013 г.).
- 74 "KinectFusion: The Self-hack that Could Change Everything", The Creators Project, 18 августа 2011 г., <http://thecreatorsproject.vice.com/blog/kinectfusion-the-selfhack-that-could-change-everything> (по состоянию на 26 июня 2013 г.).
- 75 Sarah Kessler, "KinectFusion HQ — Microsoft Research", <http://research.microsoft.com/apps/video/dl.aspx?id=152815> (по состоянию на 26 июня 2013 г.).
- 76 "Microsoft's KinectFusion Research Project offers Real-time 3D Reconstruction, Wild at Possibilities", Engadget, 9 августа 2011 г., <http://www.engadget.com/2011/08/09/microsofts-kinectfusion-research-project-offers-real-time-3d-re/> (по состоянию на 26 июня 2013 г.).
- 77 Thomas Whelan et al., "Kintinuous: Spatially Extended KinectFusion", n.d., <http://dspace.mit.edu/bitstream/handle/1721.1/71756/MIT-cSAIL-Tr-2012-020.pdf?sequence=1>.

- 78 Brett Solomon, "Velodyne Creating Sensors for China Autonomous Vehicle Market", Technology Tell, 5 июля 2013 г., <http://www.technologytell.com/in-car-tech/4283/velodyne-creating-sensors-for-china-autonomous-vehicle-market/>.
- 79 Nick Wingfield and Brian X. Chen, "Apple Keeps Loyalty of Mobile App Developers", New York Times, 10 июня 2012 г., <http://www.nytimes.com/2012/06/11/technology/apple-keeps-loyalty-of-mobile-app-developers.html>.
- 80 "How Was the Idea for Waze created?", <http://www.waze.com/faq/> (по состоянию на 27 июня 2013 г.).
- 81 Daniel Feldman, "Waze hits 20 million Users!", 5 июля 2012 г., <http://www.waze.com/blog/waze-hits-20-million-users/>.
- 82 Carl Shapiro and Hal R. Varian, *Information Rules: A Strategic Guide to the Network Economy* (Boston, MA: Harvard Business School Press, 1998), стр. 3.
- 83 Jules Verne, *Works of Jules Verne* (New York: V. Parke, 1911), <http://archive.org/details/worksjulesvern01vernuoft>.
- 84 Shapiro and Varian, *Information Rules*, стр. 21.
- 85 "Friendster", Wikipedia, <http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Friendster&oldid=559301831> (по состоянию на 27 июня 2013 г.); "history of Wikipedia", Wikipedia, http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=history_of_Wikipedia&oldid=561664870 (по состоянию на 27 июня 2013 г.); "Blogger (service)", Wikipedia, [http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Blogger_\(service\)&oldid=560541931](http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Blogger_(service)&oldid=560541931) (по состоянию на 27 июня 2013 г.).
- 86 "Top Sites", Alexa: The Web Information Company, <http://www.alexa.com/topsites> (по состоянию на 8 сентября 2012 г.).
- 87 "IBM Watson vanquishes Human Jeopardy Foes", PC World, 16 февраля 2011 г., http://www.pcworld.com/article/219893/ibm_watson_vanquishes_human_jeopardy_foes.html.
- 88 "IBM's Watson Memorized the Entire 'Urban Dictionary,' Then His Overlords had to Delete It", The Atlantic,

- January 10, 2013, <http://www.theatlantic.com/technology/archive/2013/01/ibms-watson-memorized-the-entire-urban-dictionary-then-his-overlords-had-to-delete-it/267047/>.
- 89 Kevin J. O'Brien, "Talk to Me, One Machine Said to the Other", New York Times, 29 июля 2012 г., <http://www.nytimes.com/2012/07/30/technology/talk-to-me-one-machine-said-to-the-other.html>.
- 90 "VNI Forecast highlights", Cisco, http://www.cisco.com/web/solutions/sp/vni/vni_forecast_highlights/index.html (по состоянию на 28 июня 2013 г.).
- 91 "VNI Forecast highlights", Cisco, http://www.cisco.com/web/solutions/sp/vni/vni_forecast_highlights/index.html (по состоянию на 28 июня 2013 г.).
- 92 Infographic, "The Dawn of the Zettabyte Era", Cisco Blogs, <http://blogs.cisco.com/news/the-dawn-of-the-zettabyte-era-infographic/> (по состоянию на 28 июня 2013 г.).
- 93 Russ Rowlett, "How many? A Dictionary of Units of Measurement", 16 апреля 2005 г., <http://www.unc.edu/~rowlett/units/prefixes.html>.
- 94 Rumi Chunara, Jason R. Andrews, and John S. Brownstein, "Social and News Media Enable Estimation of Epidemiological Patterns early in the 2010 Haitian Cholera Outbreak", American Journal of Tropical Medicine and Hygiene 86, no. 1 (2012): стр. 39–45, doi:10.4269/ajtmh.2012.11-0597.
- 95 Sitaram Asur and Bernardo A. Huberman, "Predicting the Future with Social Media", arXiv e-print, Cornell University Library, 29 марта 2010 г., <http://arxiv.org/abs/1003.5699>.
- 96 Jennifer Howard, "Google Begins to Scale Back Its Scanning of Books From University Libraries", Chronicle of Higher Education, 9 марта 2012 г., <http://chronicle.com/article/Google-Begins-to-Scale-Back/131109/>.
- 97 "Culturomics", <http://www.culturomics.org/> (по состоянию на 28 июня 2013 г.).
- 98 Jean-Baptiste Michel et al., "Quantitative Analysis of Culture Using millions of Digitized Books", Science

- 331, no. 6014 (2011): стр. 176–182, doi:10.1126/science.1199644.
- ⁹⁹ Steve Lohr, "For Today's Graduate, Just One Word: Statistics", *New York Times*, 6 августа 2009 г., <http://www.nytimes.com/2009/08/06/technology/06stats.html>.
- ¹⁰⁰ Boyan Brodaric, *Field Data Capture and Manipulation Using GSC Fieldlog V3.0*, U.S. Geological Survey Open-File report 97-269 (Geological Survey of Canada, 7 октября 1997 г.), <http://pubs.usgs.gov/of/1997/of97-269/brodaric.html>.
- ¹⁰¹ Selective Availability (National Coordination Office for Space-Based Positioning, Navigation, and Timing, 17 февраля 2012 г.), <http://www.gps.gov/systems/gps/modernization/sa/>.
- ¹⁰² Henry Southgate, *Many Thoughts of Many Minds: Being a Treasury of Reference Consisting of Selections from the Writings of the Most Celebrated Authors...* (Griffin, Bohn, and company, 1862), стр. 451.
- ¹⁰³ Paul R. Krugman, *The Age of Diminished Expectations: U.S. Economic Policy in the 1990s* (Cambridge, MA: MIT Press, 1997), стр. 11.
- ¹⁰⁴ Joseph Alois Schumpeter, *Business Cycles: A Theoretical, Historical, and Statistical Analysis of the Capitalist Process* (Philadelphia, NJ: Porcupine Press, 1982), стр. 86.
- ¹⁰⁵ Robert J. Gordon, *Is U.S. Economic Growth Over? Faltering Innovation Confronts the Six Headwinds*, Working Paper (national Bureau of Economic Research, август 2012 г.), <http://www.nber.org/papers/w18315>.
- ¹⁰⁶ Там же.
- ¹⁰⁷ Tyler Cowen, *The Great Stagnation: How America Ate All the Low-hanging Fruit of Modern History, Got Sick, and Will (Eventually) Feel Better* (New York: Dutton, 2011).
- ¹⁰⁸ Gavin Wright, "Review of Helpman (1998)", *Journal of Economic Literature* 38 (март 2000 г.): стр. 161–162.
- ¹⁰⁹ Boyan Jovanovic and Peter L. Rousseau, "General Purpose Technologies", in *Handbook of Economic Growth*, ed. Philippe Aghion and Steven N. Durlauf, vol. 1, Part B (Amsterdam: Elsevier, 2005): стр. 1181–1224,

- [http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S157406840501018X.](http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S157406840501018X)
- ¹¹⁰ Alexander J. Field, Does Economic History Need GPTs? (Rochester, NY: Social Science Research Network, 2008), <http://papers.ssrn.com/abstract=1275023>.
- ¹¹¹ Gordon, Is U.S. Economic Growth Over?, стр. 11.
- ¹¹² Cowen, The Great Stagnation, location 520.
- ¹¹³ Gordon, Is U.S. Economic Growth Over?, стр. 2.
- ¹¹⁴ Kary Mullis, "The Polymerase chain reaction" (Nobel lecture, 8 декабря 1993 г.), http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/1993/mullis-lecture.html?print=1.
- ¹¹⁵ W. Brian Arthur, The Nature of Technology: What It Is and How It Evolves (New York: Simon and Schuster, 2009), стр. 122.
- ¹¹⁶ Paul Romer, "Economic Growth", Library of Economics and Liberty, 2008, <http://www.econlib.org/library/enc/economicGrowth.html>.
- ¹¹⁷ Там же.
- ¹¹⁸ Associated Press, "Number of Active Users at Facebook over the Years", Yahoo! Finance, <http://finance.yahoo.com/news/number-active-users-facebook-over-years-214600186> — finance.html (по состоянию на 29 июня 2013 г.).
- ¹¹⁹ Martin L. Weitzman, "Recombinant Growth", Quarterly Journal of Economics 113, no. 2 (1998): стр. 331–360.
- ¹²⁰ Там же, стр. 357.
- ¹²¹ Eric Raymond, "The Cathedral and the Bazaar", 11 сентября 2000 г., <http://www.catb.org/esr/writings/homesteading/cathedral-bazaar/>.
- ¹²² "NASA Announces Winners of Space Life Sciences Open Innovation Competition", NASA — Johnson Space Center — Johnson News, <http://www.nasa.gov/centers/johnson/news/releases/2010/J10-017.html> (по состоянию на 29 июня 2013 г.).
- ¹²³ Steven Domeck, "NASA Challenge Pavilion Results", 2011, http://www.nasa.gov/pdf/651444main_Innocentive%20nASA%20challenge%20results%20coecI_D1_0915%20to%200955.pdf.

- ¹²⁴ Lars Bo Jeppesen and Karim Lakhani, "Marginality and Problem Solving Effectiveness in Broadcast Search", *Organization Science* 20 (2013), http://dash.harvard.edu/bitstream/handle/1/3351241/Jeppesen_marginality.pdf?sequence=2.
- ¹²⁵ "Predicting Liability for Injury from Car Accidents", Kaggle, 2013, <http://www.kaggle.com/solutions/casestudies/allstate>.
- ¹²⁶ "Carlsberg Brewery harnesses Design Innovation Using Affinnova", Affinnova, <http://www.affinnova.com/success-story/carlsberg-breweries/> (по состоянию на 6 августа 2013 г.).
- ¹²⁷ John Markoff, "Israeli Start-Up Gives Visually Impaired a Way to Read", *New York Times*, 3 июня 2013 г., <http://www.nytimes.com/2013/06/04/science/israeli-start-upgives-visually-impaired-a-way-to-read.html>.
- ¹²⁸ "Press Announcements — FDA Approves First Retinal Implant for Adults with Rare Genetic Eye Disease", WebContent, 14 февраля 2013 г., <http://www.fda.gov/newsevents/newsroom/PressAnnouncements/ucm339824.htm>.
- ¹²⁹ "Wheelchair Makes the Most of Brain Control", *MIT Technology Review*, 13 сентября 2010 г., <http://www.technologyreview.com/news/420756/wheelchair-makes-the-most-of-brain-control/>.
- ¹³⁰ "IBM Watson helps Fight Cancer with Evidence-based Diagnosis and Treatment Suggestions", Memorial Sloan-Kettering Cancer Center, январь 2013 г., http://www-03.ibm.com/innovation/us/watson/pdf/mSk_case_Study_Imc14794.pdf.
- ¹³¹ David L. Rimm, "C-Path: A Watson-like Visit to the Pathology lab", *Science Translational Medicine* 3, no. 108 (2011): 108fs8-108fs8.
- ¹³² Andrew H. Beck et al., "Systematic Analysis of Breast Cancer Morphology Uncovers Stromal Features Associated with Survival", *Science Translational Medicine* 3, no. 108 (2011): 108ra113-108ra113, doi:10.1126/scitranslmed.3002564.
- ¹³³ Julian Lincoln Simon, *The Ultimate Resource* (Princeton, NJ: Princeton University Press, 1981), стр. 196.

- ¹³⁴ Julian Lincoln Simon, *The Ultimate Resource2* (rev. ed., Princeton, NJ: Princeton University Press, 1998), стр. xxxviii.
- ¹³⁵ World Bank, *Information and Communications for Development 2012: Maximizing Mobile* (Washington, DC: World Bank Publications, 2012).
- ¹³⁶ Robert Jensen, "The Digital Provide: Information (Technology), Market Performance, and Welfare in the South Indian Fisheries Sector", *Quarterly Journal of Economics* 122, no. 3 (2007): стр. 879–924, doi:10.1162/qjec.122.3.879.
- ¹³⁷ Erica Kochi, "How The Future of Mobile Lies in the Developing World", *TechCrunch*, 27 мая 2012 г., <http://techcrunch.com/2012/05/27/mobile-developing-world/>.
- ¹³⁸ Marguerite Reardon, "Smartphones to Outsell Feature Phones in 2013 for First Time", *CNET*, 4 марта 2013 г., http://news.cnet.com/8301-1035_3-57572349-94/smartphones-to-outsell-feature-phones-in-2013-for-first-time/.
- ¹³⁹ Jonathan Rosenblatt, "Analyzing your Data on the AWS Cloud (with r)", *R-statistics Blog*, 22 июля 2013 г., <http://www.r-statistics.com/2013/07/analyzing-yourdata-on-the-aws-cloud-with-r/>.
- ¹⁴⁰ Carl Bass, "We've reached Infinity — So Start creating", *Wired UK*, 22 февраля 2012 г., <http://www.wired.co.uk/magazine/archive/2012/03/ideas-bank/weve-reachedinfinity>.
- ¹⁴¹ Noam Cohen, "Surviving Without Newspapers", *New York Times*, 7 июня 2009 г., <http://www.nytimes.com/2009/06/07/weekinreview/07cohen.html>.
- ¹⁴² Несмотря на колебания темпа во времена рецессии, в более длительные периоды он представляется на удивление стабильным. В 1957 году экономист Николас Калдор суммировал все известные на то время факты относительно экономического роста в своей классической статье «*A Model of Economic Growth*», *Economic Journal* 67, no. 268 (1957): стр. 591–624. Его наблюдения, в том числе о сравнительно постоянных темпах роста ключевых переменных, таких как величина

заработной платы и величина капитала в расчете на работника, известны под общим названием «Факты Калдора» или «Стилизованные факты».

¹⁴³ Bret Swanson, “Technology and the Growth Imperative”, The American, 26 марта 2012 г., <http://www.american.com/archive/2012/march/technology-and-the-growthimperative> (по состоянию на 23 сентября 2013 г.).

¹⁴⁴ Congressional Budget office, The 2013 Long-Term Budget Outlook, сентябрь 2013 г., стр. 95. <http://www.cbo.gov/sites/default/files/cbofiles/attachments/44521-ITBo2013.pdf>.

¹⁴⁵ Robert Solow, “We’d Better Watch Out”, New York Times Book Review, 12 июля 1987 г.

¹⁴⁶ Erik Brynjolfsson, “The Productivity Paradox of Information Technology”, Communications of the ACM36, no. 12 (1993): стр. 66–77, doi:10.1145/163298.163309.

¹⁴⁷ См., к примеру, Erik Brynjolfsson and Lorin Hitt, “Paradox Lost: Firm Level Evidence on the Returns to Information Systems”, Management Science 42, no. 4 (1996): стр. 541–558. См. также Brynjolfsson and Hitt, “Beyond computation: Information Technology, Organizational Transformation and Business Performance”, Journal of Economic Perspectives 14, no. 4 (2000): стр. 23–48, в которой приведено резюме большого объема литературы по этой теме.

¹⁴⁸ Dale W. Jorgenson, Mun S. Ho, and Kevin J. Stiroh, “Will the U.S. Productivity Resurgence Continue?”, Current Issues in Economics and Finance (2004), <http://ideas.repec.org/a/fip/fedncl/y2004idecnv.10no.13.html>.

¹⁴⁹ C. Syverson, “Will History Repeat Itself? Comments on ‘Is the Information Technology Revolution over?’”, International Productivity Monitor 25 (2013): стр. 37–40.

¹⁵⁰ “Computer and Dynamo: The Modern Productivity Paradox in a Not-too-distant Mirror”, Center for Economic Policy Research, no. 172, Stanford University, июль 1989 г., <http://www.dklevine.com/archive/refs4115.pdf>.

151

См., к примеру, системы планирования материальных ресурсов (MRP), предшествовавшие появлению планирования ресурсов предприятий (ERP), затем управлению отношениями с поставщиками (SCM), управлению отношениями с клиентами (CRM), и совсем недавно появившиеся системы бизнес-анализа (BI), а также многие другие широкомасштабные системы.

152

Todd Traub, "Walmart Used Technology to Become Supply Chain Leader", Arkansas Business, <http://www.arkansasbusiness.com/article/85508/wal-mart-used-technology-to-become-supply-chain-leader> (по состоянию на 20 июля 2013 г.).

153

Это вполне соответствует результатам аналогичного анализа, проведенного Oliner and Sichel (2002): «основными факторами возрождения производительности стали использование информационных технологий и рост эффективности, связанный с производством информационных технологий». Также в работе Oliner, Sichel, and Stiroh (2007) было показано, что ключевым фактором этого возрождения стали именно информационные технологии. Dale Jorgenson, Mun Ho, and Kevin Stiroh, "Will the U.S. Productivity Resurgence Continue?" Federal Reserve Bank of New York: Current Issues in Economics and Finance, декабрь 2004 г., http://www.newyorkfed.org/research/current_issues/ci10-13/ci10-13.html. Сьюзен Хаусман, экономист из Upjohn Institute, утверждает, что огромный прирост производительности отрасли по производству компьютеров привел к общему искажению статистики по производительности производственного сектора (http://www.minneapolisfed.org/publications_papers/pub_display.cfm?id=4982). По ее словам, «компьютерная отрасль невелика — с точки зрения добавленной стоимости в производстве ее доля составляет лишь 12 процентов. Но она оказывает слишком большое влияние на статистику производства... Можно увидеть, что, если исключить данные по компьютерной отрасли, значения показателей роста ценности в производственном секторе снижаются на две трети, а рост производитель-

ности падает почти вдвое. Судя по всему, производство в целом выглядит не особенно сильным сектором». Однако мы склонны считать, что стакан наполовину полон, и не можем не радоваться тому вкладу, который вносят компьютеры, даже если остальные производственные секторы отстают.

¹⁵⁴ См. K.J. Stiroh, "Information Technology and the U.S. Productivity Revival: What Do the Industry Data Say?", *American Economic Review* 92, no. 5 (2002): стр. 1559–1576; and D.W. Jorgenson, M.S. Ho, and J.D. Samuels, "Information Technology and U.S. Productivity Growth: Evidence from a Prototype Industry Production Account", *Journal of Productivity Analysis*, 36, no. 2 (2011): стр. 159–175, особенно таблицу 5, в которой показано, что общий коэффициент производительности в отраслях, активно использовавших ИТ, был в 10 раз выше.

¹⁵⁵ См. E. Brynjolfsson and L.M. Hitt, "Computing Productivity: Firm-level Evidence", *Review of Economics and Statistics* 85, no. 4 (2003): стр. 793–808. Николас Блум из Стенфордского университета, Рафаэла Садун из Гарварда и Джон ван Ринен из Лондонской школы экономики обнаружили, что американские фирмы оказались особенно успешны в процессе внедрения практик менеджмента, максимизировавших ценность ИТ, что привело ко вполне заметному и измеримому росту производительности. См. N. Bloom, R. Sadun, and J. Van Reenen "Americans Do IT Better:

U.S. Multinationals and the Productivity Miracle (no. w13085)", National Bureau of Economic Research, 2007.

¹⁵⁶ Andrew McAfee, "Pharmacy Service Improvement at CVS (A)", *Harvard Business Review*, case Study, 2005, <http://hbr.org/product/pharmacy-service-improvementat-cvs-a/an/606015-PDF-enG>.

¹⁵⁷ Erik Brynjolfsson, Lorin Hitt, and Shinkyu Yang, "Intangible Assets: Computers and Organizational Capital", *Brookings Papers on Economic Activity*, 2002, http://ebusiness.mit.edu/research/papers/138_eric_Intangible_Assets.pdf.

158 Больше деталей по этому вопросу можно найти в книге Erik Brynjolfsson and Adam Saunders, *Wired for Innovation: How Information Technology Is Reshaping the Economy* (Cambridge, MA; London: MIT Press, 2013).

159 Согласно данным Бюро по статистике труда США, рост производительности составлял в среднем 2,4 процента за период между 2001 и 2010 годами, 2,3 процента — между 1991 и 2000, 1,5 процента между 1981 и 1990 и 1,7 процента между 1971 и 1980 годами.

160 Joel Waldfogel, "Copyright Protection, Technological Change, and the Quality of New Products: Evidence from Recorded Music Since Napster", Working Paper(National Bureau of Economic Research, октябрь 2011), <http://www.nber.org/papers/w17503>.

161 Albert Gore, *The Future: Six Drivers of Global Change* (New York: Random House, 2013), стр. 45.

162 В английской версии «Википедии» содержится свыше 2,5 млрд слов, что в 50 раз больше, чем в *Encyclopaedia Britannica*. "Wikipedia: Size Comparisons", Wikipedia, the Free Encyclopedia, 4 июля 2013 г., http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Wikipedia:_Size_comparisons&oldid=562880212 (по состоянию на 17 августа 2013 г.).

163 В настоящее время свыше 90 процентов приложений на смартфонах бесплатны. Alex Cocotas, "Nine out of Ten Apps on Apple's App Store Are Free", Business Insider, 19 июля 2013 г., <http://www.businessinsider.com/nine-out-of-10-apps-are-free-2013-7#ixzz2cojAAocy> (по состоянию на 17 августа 2013 г.).

164 Согласно данным аналитической группы Ovum, каннибализация услуг SMS за счет бесплатного сервиса OTT (over-the-top) обошлась телефонным компаниям в 2013 году в сумму выше 30 млрд долларов. Graeme Philipson, "Social Messaging to Cost Telcos \$30 Billion in lost SMS Revenues", IT Wire, 2 мая 2013 г., [http://www.itwire.com/it-industry-news/strategy/59676-social-messaging-to-cost-telcos-\\$30-billion-in-lost-sms-revenues](http://www.itwire.com/it-industry-news/strategy/59676-social-messaging-to-cost-telcos-$30-billion-in-lost-sms-revenues) (по состоянию на 17 августа 2013 г.). В тео-

рии статистика Бюро экономического анализа должна каким-то образом учитывать изменения цены, связанные с изменением качества. На практике это срабатывает для небольших изменений, но не может применяться в случае появления радикально новых продуктов и услуг. Кроме того, в некоторых случаях рост ВВП отражает снижение уровня нашего благосостояния.

К примеру, рост преступности может привести к росту затрат на сигнализацию, полицию и тюрьмы. Каждый доллар, потраченный на эти виды деятельности, повышает значение ВВП, но понятно, что для страны было бы лучше, если бы уровень преступности был ниже и на все эти вещи не пришлось бы тратить средства.

¹⁶⁵ См. <http://archive.org/stream/catalogno12400sear#page/370/mode/2up> (по состоянию на 15 сентября 2013 г.).

¹⁶⁶ Вы можете ознакомиться с каталогом Sears за 1912 год (стр. 873) и увидеть, что его цена равна всего 72 центам; см. <http://archive.org/stream/catalogno12400sear#page/872/mode/2up>.

¹⁶⁷ Судя по всему, вы можете получить несколько иной ответ в зависимости от того, пытаетесь ли сымитировать «счастье», которое ощущали в 1993 году, с помощью каталога за 2013 год или же повторить уровень счастья 2013 года с помощью каталога 1993 года.

С технической точки зрения речь идет о разнице между тем, что экономисты называют ценовыми индексами Пааше и Ласпейреса. Другой подход может состоять в постоянной корректировке корзины рассматриваемых товаров, что позволяет создавать так называемые связанные ценовые индексы. Выбор различных ценовых индексов может со временем привести к возникновению различий в сотни миллиардов долларов, как в случае индексирования платежей по социальному страхованию, связанных с изменениями стоимости жизни.

¹⁶⁸ В принципе, когда тот же самый товар становится доступным по меньшей цене, номинальное значение ВВП снижается, а реальное ВВП — нет. Различие между ними отражается в ценовом индексе. На практи-

ке подобные изменения в потреблении не влияют на изменения ценовых индексов, вследствие чего наблюдается снижение официальных значений как для nominalного, так и для реального ВВП.

¹⁶⁹ Erik Brynjolfsson, "The contribution of Information Technology to Consumer Welfare", *Information Systems Research* 7, no. 3 (1996): стр. 281–300, doi:10.1287/isre.7.3.281.

¹⁷⁰ Erik Brynjolfsson and Joo Hee Oh, "The Attention Economy: Measuring the Value of Free Goods on the Internet", in NBER Conference on the Economics of Digitization, Stanford, 2012, http://conference.nber.org/confer//2012/eoDs12/Brynjolfsson_oh.pdf.

¹⁷¹ Hal Varian, "Economic Value of Google", 29 марта 2011 г., <http://cdn.oreillystatic.com/en/assets/1/event/57/The%20economic%20Impact%20of%20Google%20Presentation.pdf> (по состоянию на 23 августа 2013 г.). Yan Chen, Grace Young, Joo Jeon, and Yong-Mi Kim, "A Day without a Search Engine: An Experimental Study of Online and Offline Search", <http://yanchen.people.si.umich.edu/>.

¹⁷² Emil Protalinski, "10.5 Billion Minutes Spent on Facebook Daily, excluding Mobile", ZDNet, <http://www.zdnet.com/blog/facebook/10-5-billion-minutes-spent-on-facebook-daily-excluding-mobile/11034> (по состоянию на 23 июля 2013 г.).

¹⁷³ Daniel Weld, "Internet Enabled Human Computation", 22 июля 2013 г., слайд 49, https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:hka8bkFJkrQJ:www.cs.washington.edu/education/courses/cse454/10au/slides/13-hcomp.ppt+facebook+hours+panama+canal+ahn&hl=en&gl=us&pid=bl&srcid=ADGeeSjo16vz-mrtg5P2gFvrc82qooJvshnvmr56n1XbswDpmqoxb1pUmlJacAgvndPrk5ocU0gPcjbf_3SIvu4oiqcyAqywUkc18vIBdwie2SwTQrGJXoxuhZFpu_gy6JrmzAtri0&sig=AhlbtBQnkvDd9ybDuAJQJmImhD8r_ont8Q.

¹⁷⁴ Хороший обзор по этой теме приведен в статье Clive Thompson, "For Certain Tasks, the Cortex Still Beats the CPU", *Wired*, 25 июня 2007 г.

- ¹⁷⁵ National Science Foundation, "Industry, Technology, and the Global Marketplace", Science and Engineering Indicators 2012, 2012, <http://www.nsf.gov/statistics/seind12/c6/c6h.htm#s2> (по состоянию на 27 июля 2013 г.).
- ¹⁷⁶ Michael Luca, "Reviews, Reputation, and Revenue: The Case of yelp.com", Harvard Business School Working Paper (Harvard Business School, 2011), <http://ideas.repec.org/p/hbs/wpaper/12-016.html> (по состоянию на 12 сентября 2013 г.).
- ¹⁷⁷ Ralph Turvey, "Review of: Toward a More Accurate Measure of the Cost of Living: Final report to the Senate Finance Committee from the Advisory Committee to Study the Consumer Price Index by Michael J. Boskin; Ellen R. Dullberger; Robert J. Gordon", Economic Journal 107, no. 445 (1997): стр. 1913–1915, doi:10.2307/2957930.
- ¹⁷⁸ Jonathan Rothwell et al., "Patenting Prosperity: Invention and Economic Performance in the United States and Its Metropolitan Areas", февраль 2013 г., <http://www.brookings.edu/research/reports/2013/02/patenting-prosperity-rothwell> (по состоянию на 12 сентября 2013 г.).
- ¹⁷⁹ См. Carol Corrado, Chuck Hulten, and Dan Sichel, "Intangible Capital and Economic Growth", NBER Working Paper no. 11948, 2006, <http://www.nber.org/papers/w11948>.
- ¹⁸⁰ Erik Brynjolfsson, Lorin Hitt, and Shinkyu Yang, "Intangible Assets: Computers and Organizational Capital", Brookings Papers on Economic Activity, 2002, http://ebusiness.mit.edu/research/papers/138_ekrik_Intangible_Assets.pdf (по состоянию на 18 августа 2013 г.); Erik Brynjolfsson and Lorin M. Hitt, "Computing Productivity: Firm-level Evidence", SSRN Scholarly Paper (Rochester, NY: Social Science research network, 2003), <http://papers.ssrn.com/abstract=290325>.
- ¹⁸¹ Rick Burgess, "One Minute on the Internet: 640TB Data Transferred, 100k Tweets, 204 Million e-mails Sent", TechSpot, <http://www.techspot.com/news/52011-one->

- minute-on-the-internet-640tb-data-transferred-100k-tweets-204-million-e-mails-sent.html (по состоянию на 23 июля 2013 г.).
- ¹⁸² “Facebook Newsroom”, <http://newsroom.fb.com/content/default.aspx?newsAreaId=21> (по состоянию на 23 июля 2013 г.).
- ¹⁸³ Dale Jorgenson and Barbara Fraumeni, “The Accumulation of Human and Nonhuman Capital, 1948-84”, в книге The Measurement of Saving, Investment, and Wealth (Chicago, IL: University of Chicago Press for National Bureau of Economic Research, 1989), стр. 230, <http://www.nber.org/chapters/c8121.pdf>.
- ¹⁸⁴ Adam Smith, An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations, ed. Edwin Cannan (Library of Economics and Liberty, 1904), <http://www.econlib.org/library/Smith/smWn20.html> (по состоянию на 23 сентября 2013 г.).
- ¹⁸⁵ Ana Aizcorbe, Moylan Carol, and Robbins Carol, “Toward Better Measurement of Innovation and Intangibles”, BEA Briefing, январь 2009 г., http://www.bea.gov/scb/pdf/2009/01%20January/0109_innovation.pdf.
- ¹⁸⁶ Цит. по “GDP: One of the Great Inventions of the 20th Century”, January 2000 Survey of Current Business, http://www.bea.gov/scb/account_articles/general/0100od/maintext.htm.
- ¹⁸⁷ Joseph E. Stiglitz, “GDP Fetishism”, Project Syndicate, <http://www.project-syndicate.org/commentary/gdp-fetishism> (по состоянию на 23 июля 2013 г.).
- ¹⁸⁸ “Human Development Index (HDI)”, Human Development Reports, 2012, <http://hdr.undp.org/en/statistics/hdi/> (по состоянию на 23 июля 2013 г.).
- ¹⁸⁹ “Policy — A Multidimensional Approach”, Oxford Poverty & Human Development Initiative, 2013, <http://www.ophi.org.uk/policy/multidimensional-poverty-index/>.
- ¹⁹⁰ “DHS Overview”, Measure DHS: Demographic and Health Surveys, 2013, <http://www.measuredhs.com/What-We-Do/Survey-Types/DHS.cfm> (по состоянию на 11 сентября 2013 г.).

- ¹⁹¹ Joseph Stiglitz, Amartya Sen, and Jean-Paul Fitoussi, "Report by the Commission on the Measurement of Economic Performance and Social Progress", Council on Foreign Relations, 25 августа 2010 г., <http://www.cfr.org/world/report-commission-measurement-economic-performance-social-progress/p22847> (по состоянию на 9 августа 2013 г.).
- ¹⁹² См. Social Progress Index по адресу <http://www.socialprogressimperative.org/data/spi>.
- ¹⁹³ См. Well-Being Index по адресу <http://www.well-beingindex.com/>.
- ¹⁹⁴ См. MIT Billion Prices Project по адресу <http://bpp.mit.edu>.
- ¹⁹⁵ См., к примеру, Hyunyoung Choi and Hal Varian, "Predicting the Present with Google Trends", Google Inc., 10 апреля 2009 г., http://static.googleusercontent.com/external_content/untrusted_dlcp/www.google.com/en/us/googleblogs/pdfs/google_predicting_the_present.pdf (по состоянию на 11 сентября 2013 г.); Lynn Wu and Erik Brynjolfsson, "The Future of Prediction: how Google Searches Foreshadow housing Prices and Sales", SSRN Scholarly Paper (Rochester, NY: Social Science Research Network, 2013), <http://papers.ssrn.com/abstract=2022293>.
- ¹⁹⁶ Jonathan Good, "How Many Photos have ever Been Taken?", 1000 memories, 15 сентября 2011 г., <http://blog.1000memories.com/94-number-of-photos-ever-takendigital-and-analog-in-shoebox> (по состоянию на 10 августа 2013 г.).
- ¹⁹⁷ Там же.
- ¹⁹⁸ Tomi Ahonen, "Celebrating 30 Years of Mobile Phones, Thank you NTT of Japan", Communities Dominate Brands, 13 ноября 2009 г., <http://communities-dominate.blogs.com/brands/2009/11/celebrating-30-years-of-mobile-phones-thank-you-ntt-of-japan.html> (по состоянию на 11 сентября 2013 г.).
- ¹⁹⁹ Good, "How Many Photos have ever Been Taken?".
- ²⁰⁰ Craig Smith, "By the Numbers: 12 Interesting Instagram Stats", Digital Marketing Ramblings..., 23 июня 2013 г..

- 201 <http://expandedramblings.com/index.php/important-instagram-stats/> (по состоянию на 10 августа 2013 г.). Leena Rao, "Facebook Will Grow Headcount Quickly In 2013 To Develop Money-Making Products, Total Expenses Will Jump By 50 Percent", TechCrunch, 30 января 2013 г., <http://techcrunch.com/2013/01/30/zuck-facebook-will-grow-headcountquickly-in-2013-to-develop-future-money-making-products/> (по состоянию на 10 августа 2013 г.).
- 202 Brad Stone and Ashlee Vance, "Facebook's 'Next Billion': A Q&A with Mark Zuckerberg", Bloomberg BusinessWeek, 4 октября 2012 г., <http://www.businessweek.com/articles/2012-10-04/facebook-s-next-billion-a-q-and-a-with-mark-zuckerberg> (по состоянию на 11 сентября 2013 г.).
- 203 "Kodak's Growth and Decline: A Timeline", Rochester Business Journal, 19 января 2012 г., http://www.rbj.net/print_article.asp?aID=190078.
- 204 По данным анализа налоговой отчетности в США за 2006 год, проведенного Эммануэлем Саэзом из Университета штата Калифорния в Беркли.
- 205 Напротив, ожидаемая продолжительность жизни для мужчин и женщин, уровень образования которых был выше школьного, за этот период выросла.
- 206 Sylvia Allegretto, "The State of Working America's Wealth, 2011", Briefing Paper no. 292, Economic Policy Institute, Washington, D. C.
- 207 См., к примеру, Josh Bivens, "Inequality, Exhibit A: Walmart and the Wealth of American Families", Working Economics, Economic Policy Institute blog, <http://www.epi.org/blog/inequality-exhibit-wal-mart-wealth-american/> (по состоянию на 17 сентября 2013 г.).
- 208 Luisa Kroll, "Inside the 2013 Forbes 400: Facts and Figures on America's Richest", Forbes, 16 сентября 2013 г., <http://www.forbes.com/sites/luisakroll/2013/09/16/inside-the-2013-forbes-400-facts-and-figures-on-americas-richest/> (по состоянию на 16 сентября 2013 г.).

²⁰⁹

Около трети различий было связано с техническими отличиями в том, как рассчитываются цены продуктов на выходе на основе расчетов производительности или потребительских цен, использованных для расчета доходов. Кроме того, около 12 процентов было вызвано ростом благ в неденежной форме, таких как медицинская страховка. См. Lawrence Mishel, "The Wedges Between Productivity and Median Compensation Growth", Economic Policy Institute, 26 апреля 2012 г., <http://www.epi.org/publication/ib330-productivity-vs-compensation/>. При изучении доходов домохозяйств около 20 процентов снижения отражает тот факт, что размер домохозяйств в наши дни меньше, чем 30 лет назад.

²¹⁰

Данные Организации по экономическому сотрудничеству и развитию (ОЭСР) показывают, что неравенство в доходах наблюдается в 17 из 32 стран, включая Мексику, США, Израиль, Великобританию, Италию, Австралию, Новую Зеландию, Японию, Канаду, Германию, Нидерланды, Люксембург, Финляндию, Швецию, Чешскую Республику, Норвегию и Данию. См. "An overview of Growing Income Inequalities in the OECD countries: Main Findings", from the OECD, 2011, <http://www.oecd.org/social/soc/49499779.pdf>.

²¹¹

См., к примеру, Robert M. Solow, "Technical Change and the Aggregate Production Function", *Review of Economics and Statistics* 39, no. 3 (1957): стр. 312-320, doi:10.2307/1926047.

²¹²

См. David H. Autor, Lawrence F. Katz, and Alan B. Krueger, "Computing Inequality: Have Computers Changed the Labor Market?", Working Paper (National Bureau of Economic Research, март 1997 г.), <http://www.nber.org/papers/w5956>; F. Levy and R.J. Murnane, *The New Division of Labor: How Computers Are Creating the Next Job Market* (Princeton, NJ: Princeton University Press, 2012); D. Autor, "The Polarization of Job opportunities in the U.S. labor market", The Brookings Institution, <http://www.brookings.edu/research/papers/2010/04/jobs-autor> (по состоянию на 10 августа 2013 г.); and Daron Acemoglu and David Autor, "Skills,

- Tasks and Technologies: Implications for Employment and Earnings", Working Paper (National Bureau of Economic Research, июнь 2010 г.), <http://www.nber.org/papers/w16082>.
- ²¹³ Daron Acemoglu and David Autor, "Skills, Tasks and Technologies: Implications for Employment and Earnings", Handbook of Labor Economics 4 (2011): стр. 1043–1171.
- ²¹⁴ См. "Digest of Education Statistics, 1999", National Center for Education Statistics, <http://nces.ed.gov/programs/digest/d99/d99t187.asp> (по состоянию на 10 августа 2013 г.).
- ²¹⁵ См. T.F. Bresnahan, E. Brynjolfsson, and L.M. Hitt, "Information Technology, Workplace Organization, and the Demand for Skilled labor: Firm-level evidence", Quarterly Journal of Economics, 117, no. 1 (2002): стр. 339–376. См. также E. Brynjolfsson, L.M. Hitt, and S. Yang, "Intangible Assets: Computers and Organizational Capital", Brookings Papers on Economic Activity, 2002: стр. 137–198.
- ²¹⁶ См. Brynjolfsson, Hitt, and Yang, "Intangible Assets: Computers and Organizational Capital", and Erik Brynjolfsson, David Fitoussi, and Lorin Hitt, "The IT Iceberg: Measuring the Tangible and Intangible Computing Assets", Working Paper (октябрь 2004 г.).
- ²¹⁷ E. Brynjolfsson and L.M. Hitt, "Computing Productivity: Firm-level Evidence", Review of Economics and Statistics8, no. 4 (2003): стр. 793–808.
- ²¹⁸ Timothy F. Bresnahan, Erik Brynjolfsson, and Lorin M. Hitt, "Information Technology, Workplace Organization, and the Demand for Skilled Labor: Firm-level evidence", Quarterly Journal of Economics 117, no. 1 (2002): стр. 339–376, doi:10.1162/003355302753399526.
- ²¹⁹ Консультанты по вопросам реинжиниринга любят рассказывать историю о том, как в XVII веке вокруг Бостона бродили стада коров. Со временем они протоптали дороги, вдоль которых люди начали ставить дома и магазины, а затем и ездить по ним на своих повозках.

Затем эти дороги были замощены, а к XX веку покрыты асфальтом (к этому времени коровы из окрестностей Бостона уже куда-то исчезли). И, как может заметить любой человек, которому довелось ездить по Бостону на автомобиле, способ организации дорожного движения, когда-то предложенный коровами, не вполне подходит для современного города.

²²⁰ См. David Autor, "The Polarization of Job Opportunities in the U.S. Labor Market", Brookings Institution (апрель 2010 г.), <http://www.brookings.edu/research/papers/2010/04/jobs-autor> (по состоянию на 10 августа 2013 г.); and Daron Acemoglu and David Autor, "Skills, Tasks and Technologies: Implications for Employment and Earnings", Working Paper (National Bureau of Economic Research, июнь 2010 г.), <http://www.nber.org/papers/w16082>.

²²¹ См. N. Jaimovich and H.E. Siu, "The Trend is the Cycle: Job Polarization and Jobless Recoveries (no. w18334)", National Bureau of Economic Research, 2012.

²²² По словам Ханса Моравеца, «компьютерам сравнительно легко демонстрировать уровень обычного взрослого человека в тестах интеллектуальных способностей или в игре в шашки, однако когда дело касается восприятия и мобильности, их уровень навыков не дотягивает до уровня годовалого младенца». Hans Moravec, *Mind Children: The Future of Robot and Human Intelligence* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1988).

²²³ См. главу 6 в книге Jonathan Schaeffer, *One Jump Ahead: Computer Perfection at Checkers* (New York: Springer, 2009), <http://public.eblib.com/eBIPublic/Publicview.do?ptiID=418209>.

²²⁴ Цит. по Daniel Crevier, *AI: The Tumultuous History of the Search for Artificial Intelligence* (New York: Basic Books, 1993), стр. 108.

²²⁵ Jack Copeland, "A Brief History of Computing", июнь 2000 г., http://www.alanturing.net/turing_archive/pages/reference%20Articles/Briefhistofcomp.html.

²²⁶ Шахматная программа для мобильных телефонов Pocket Fritz выиграла в 2009 году турнир Сопа Mercosur

в Буэнос-Айресе, Аргентина. “Breakthrough Performance by Pocket Fritz 4 in Buenos Aires”, Chess News, <http://en.chessbase.com/home/TabId/211/PostId/4005719/breakthrough-performance-by-pocket-fritz-4-in-buenos-aires.aspx> (по состоянию на 10 августа 2013 г.).

²²⁷ Steve Musil, “Foxconn reportedly Installing robots to replace Workers” CNET, 13 ноября 2012 г., http://news.cnet.com/8301-1001_3-57549450-92/foxconn-reportedly-installing-robots-to-replace-workers/ (по состоянию на 13 ноября 2012 г.).

²²⁸ В ходе панельной дискуссии с Эндрю Макафи на конференции Techonomy 2012 в Тусконе, штат Аризона, 12 ноября 2012 г., Брукс оценил затраты, связанные с Baxter, на уровне 4 долларов в час.

²²⁹ Karl Marx, *Capital: A Critique of Political Economy* (New York: Modern Library, 1906): стр. 708–709.

²³⁰ См. Dale Jorgenson, *A New Architecture for the U.S. National Accounts* (Chicago, IL: University of Chicago Press, 2006).

²³¹ Susan Fleck, John Glaser, and Shawn Sprague, “The Compensation-Productivity Gap: A Visual Essay”, *Monthly Labor Review* (январь 2011 г.), <http://www.bls.gov/opub/mlr/2011/01/art3full.pdf>: стр. 57–69.

²³² L. Karabarbounis and B. Neiman, “The Global Decline of the Labor Share (no. w19136)”, National Bureau of Economic Research, 2013.

²³³ См. http://w3.epi-data.org/temp2011/BriefingPaper324_FInAI%283%29.pdf.

²³⁴ См. <http://blogs.wsj.com/economics/2011/09/28/its-man-vs-machine-and-man-is-losing>.

²³⁵ См., к примеру, Lucian A. Bebchuk and Yaniv Grinstein, “The Growth of Executive Pay”, *Oxford Review of Economic Policy* 21 (2005): стр. 283–303; *Harvard Law and Economics Discussion Paper* no. 510. Available at SSRN, <http://papers.ssrn.com/abstract=648682> (по состоянию на 10 августа 2013 г.).

²³⁶ Nike — You Don’t Win Silver, You Lose Gold, 2012, http://www.youtube.com/watch?v=ZnlceXmhzBs&feature=youtube_gdata_player.

- ²³⁷ В большинстве случаев победитель не забирает весь рынок в буквальном смысле слова. Возможно, более точным было бы сказать «победитель забирает большую часть». Но так получилось, что в соревновании на наиболее точное описание этого явления победила именно такая формулировка, поэтому мы будем использовать именно ее.
- ²³⁸ Emmanuel Saez, "Striking It Richer: The Evolution of Top Incomes in the United States", 23 января 2013 г., <http://elsa.berkeley.edu/~saez/saez-UStopincomes-2011.pdf>.
- ²³⁹ "Why The Haves Have So Much: NPR", NPR.org, 29 октября 2011 г., <http://www.npr.org/2011/10/29/141816778/why-the-haves-have-so-much> (по состоянию на 11 августа 2013 г.).
- ²⁴⁰ Alex Tabarrok, "Winner Take-All Economics", Marginal Revolution, 13 сентября 2010 г., <http://marginalrevolution.com/marginalrevolution/2010/09/winner-take-allconomics.html>.
- ²⁴¹ Steven N. Kaplan and Joshua Rauh, "It's the Market: The Broad-Based Rise in the Return to Top Talent", Journal of Economic Perspectives 27, no. 3 (2013): стр. 35–56.
- ²⁴² David Streitfeld, "As Boom lures App Creators, Tough Part Is making a Living", New York Times, 17 ноября 2012 г., <http://www.nytimes.com/2012/11/18/business/as-boom-lures-app-creators-tough-part-is-making-a-living.html>.
- ²⁴³ Heekyung Kim and Erik Brynjolfsson, "CEO Compensation and Information Technology", ICIS2009 Proceedings, 1 января 2009 г., <http://aisel.aisnet.org/icis2009/38>.
- ²⁴⁴ См. Xavier Gabaix and Augustin Landier, "Why has CEO Pay Increased so much?", SSRN Scholarly Paper (Rochester, NY: Social Science Research Network, 8 мая 2006 г.), <http://papers.ssrn.com/abstract=901826>.
- ²⁴⁵ Robert H. Frank and Philip J. Cook, *The Winner-take-all Society: Why the Few at the Top Get so Much More Than the Rest of Us* (New York: Penguin Books, 1996).

- ²⁴⁶ Sherwin Rosen, "The Economics of Superstars", *American Economic Review* 71, no. 5 (1981): стр. 845–858, doi:10.2307/1803469.
- ²⁴⁷ D. Rush, "Google buys Waze map App for \$1.3bn", *Guardian* (UK), 11 июня 2013 г., <http://www.theguardian.com/technology/2013/jun/11/google-buys-waze-mapsbillion>.
- ²⁴⁸ Вы можете посмотреть видеофильм и изучить данные о количестве просмотров по адресу <https://www.youtube.com/watch?v=oypwAtnywTk>.
- ²⁴⁹ См. Roy Jones and Haim Mendelson on this point: "Information Goods vs. Industrial Goods: Cost Structure and Competition", *Management Science* 57, no. 1 (2011): стр. 164–176, doi:10.1287/mnsc.1100.1262.
- ²⁵⁰ Крайне низкая величина предельных издержек может сделать прибыльной масштабную группировку товаров и услуг в рамках единого предложения. В этом состоит одна из причин, по которым услуги кабельных каналов продаются в пакетах или почему *Microsoft Office* смогла забрать долю рынка у продуктов, более сфокусированных на определенных функциях. Подобное группирование оказывается в интересах и суперзвезд, и поставщиков нишевых решений, поскольку помогает создать всеобъемлющее предложение и продавать продукты потребителям, по-разному оценивающим важность отдельных элементов группы. Однако чаще всего рынки, на которых распространено группирование, оказываются рынками, на которых победителю достается все. См. Yannis Bakos and Erik Brynjolfsson, *Management Science* 45, no. 12 (1999); Yannis Bakos and Erik Brynjolfsson, "Bundling and competition on the Internet", *Marketing Science* 19, no. 1 (2000): стр. 63–82, doi:10.1287/mksc.19.1.63.15182.
- ²⁵¹ См. Michael D. Smith and Erik Brynjolfsson, "Consumer Decision-making at an Internet Shopbot: Brand Still matters", NBER (1 декабря 2001 г.): стр. 541–558.
- ²⁵² Catherine Rampell, "College Degree Required by Increasing Number of Companies", *New York Times*, 19 февраля 2013 г., <http://www.nytimes.com>.

com/2013/02/20/business/college-degree-required-by-increasing-number-of-companies.html.

253 Этот вопрос детально обсуждается в нашей статье “Investing in the IT That makes a Competitive Difference”, июль 2008 г., <http://hbr.org/2008/07/investing-in-the-it-that-makes-a-competitive-difference>.

254 Alfred Marshall, Principles of Economics, 8th edition, New York: Macmillan, 1947, стр. 685.

255 См., к примеру, <http://www.koomey.com/books.html> or <http://www.johntreed.com/Fcm.html>.

256 Этот вопрос подробно рассматривается в статье Harvard Business Review (A. McAfee and E. Brynjolfsson, “Investing in the IT That makes a competitive Difference: Studies of Corporate Performance reveal a Growing Link between certain kinds of Technology Investments and Intensifying Competitiveness”, Harvard Business Review [2006]: стр. 98–103) и научной работе (E. Brynjolfsson, A. McAfee, M. Sorell, and F. Zhu, “Scale without Mass: Business Process Replication and Industry Dynamics”, MIT center for Digital Business Working Paper, 2008).

257 С более формальной точки зрения экспоненциальные законы характеризуются формулой $f(x) = ax^k$. Например, в случае продаж книг через Amazon $f(x)$ представляет собой функцию рейтинга книги x , возведенного в степень k . У экспоненциальных законов имеется интересная характеристики — при отображении на двойной логарифмической шкале их график представляет собой прямую линию, наклон которой определяется величиной экспоненты k .

258 Erik Brynjolfsson, Yu Jeffrey Hu, and Michael D. Smith, “Consumer Surplus in the Digital Economy: estimating the Value of Increased Product Variety at Online Booksellers”, SSRN Scholarly Paper (Rochester, NY: Social Science Research Network, 1 июня 2003 г.), <http://papers.ssrn.com/abstract=400940>.

259 Иными словами, события, называемые «черными лебедями», в условиях экспоненциального распределения возникают значительно чаще, чем при нормальном.

- 260 Технически доходы основной части населения лучше всего описываются логарифмически нормальным распределением, вариацией нормального распределения, а доходы на самом верху следуют экспоненциальному распределению.
- 261 Презентация Ким Тайпейл на 21-м ежегодном круглом столе Aspen Institute по вопросам информационных технологий, 1 августа 2013 г.
- 262 Настоящие «ботаники» знают, что в некоторых случаях значение среднего при экспоненциальном распределении оказывается бесконечным. В частности, значение среднего в распределении будет бесконечным, когда значение экспоненты в распределении (k в приведенном выше уравнении) оказывается меньше двух.
- 263 См. “Dollars and Sense Part Two: MIB Player Salary Analysis”, Purple Row, <http://www.purplerow.com/2009/4/23/848870/dollars-and-sense-part-two-mlb> (по состоянию на 10 августа 2013 г.). Различия будут еще выше, если включить в расчет суммы рекламных контрактов суперзвезд.
- 264 “The World’s Billionaires: 25th Anniversary Timeline”, Forbes, 2012, <http://www.forbes.com/special-report/2012/billionaires-25th-anniversary-timeline.html> (по состоянию на 7 августа 2013 г.); “Income, Poverty and Health Insurance Coverage in the United States: 2011”, U.S. Census Bureau Public Information office, 12 сентября 2012 г., http://www.census.gov/newsroom/releases/archives/income_wealth/cb12-172.html (по состоянию на 9 августа 2013 г.).
- 265 N. G. Mankiw, “Defending the One Percent”, Journal of Economic Perspectives, 8 июня 2013 г., http://scholar.harvard.edu/files/mankiw/files/defending_the_one_percent_0.pdf.
- 266 Felix Salmon, “Krugman vs. Summers: The Debate”, Reuters Blogs — Felix Salmon, 15 ноября 2011 г., <http://blogs.reuters.com/felix-salmon/2011/11/15/krugman-vs-summers-the-debate/> (по состоянию на 10 августа 2013 г.).

- ²⁶⁷ Donald J. Boudreux and Mark J. Perry, "The Myth of a Stagnant Middle Class", Wall Street Journal, 23 января 2013 г., <http://online.wsj.com/article/SB10001424127887323468604578249723138161566.html>.
- ²⁶⁸ Mark J. Perry, "Thanks to Technology, Americans Spend Dramatically less on Food Than They Did 3 Decades Ago", AEI Ideas, 7 апреля 2013 г., <http://www.aei-ideas.org/2013/04/technology-innovation-and-automation-have-lowered-the-cost-ofour-food-and-improved-the-lives-of-all-americans/>.
- ²⁶⁹ Scott Winship, "Myths of Inequality and Stagnation", The Brookings Institution, 27 марта 2013 г., <http://www.brookings.edu/research/opinions/2013/03/27-inequalitymyths-winship> (по состоянию на 10 августа 2013 г.).
- ²⁷⁰ Jared Bernstein, "Three Questions About Consumer Spending and the Middle Class", Bureau of Labor Statistics, 22 июня 2010 г., <http://www.bls.gov/cex/duf2010bernstein1.pdf>.
- ²⁷¹ Annamaria Lusardi, Daniel J. Schneider, and Peter Tufano, "Financially Fragile Households: Evidence and Implications", Working Paper (National Bureau of Economic Research, май 2011 г.), <http://www.nber.org/papers/w17072>.
- ²⁷² Jason Matthew DeBacker et al., "Rising Inequality: Transitory or Permanent? New Evidence from a Panel of U. S. Tax returns 1987–2006", SSRN Scholarly Paper (Rochester, NY: Social Science Research Network, 2 января 2012 г.), <http://papers.ssrn.com/abstract=1747849>.
- ²⁷³ Robert D. Putnam, "Crumbling American Dreams", Opinionator, блог New York Times, 3 августа 2013 г., <http://opinionator.blogs.nytimes.com/2013/08/03/crumblingamerican-dreams/>.
- ²⁷⁴ "Repairing the Rungs on the Ladder", The Economist, 9 февраля 2013 г., <http://www.economist.com/news/leaders/21571417-how-prevent-virtuous-meritocracyentrenching-itself-top-repairing-rungs> (по состоянию на 10 августа 2013 г.).

- ²⁷⁵ Daron Acemoglu and James A. Robinson, "The Problem with U.S. Inequality", Huffington Post, 11 марта 2012 г., http://www.huffingtonpost.com/daron-acemoglu/us-inequality_b_1338118.html (по состоянию на 13 августа 2013 г.).
- ²⁷⁶ John Bates Clark, *Essentials of Economic Theory as Applied to Modern Problem of Industry and Public Policy* (London: Macmillan, 1907), стр. 45.
- ²⁷⁷ W. M. Leiserson, The Problem of Unemployment Today 31, *Political Science Quarterly* (1916), <http://archive.org/details/jstor-2141701>, стр. 12.
- ²⁷⁸ John Maynard Keynes, *Essays in Persuasion* (New York: W. W. Norton & Company, 1963), стр. 358.
- ²⁷⁹ Linus Pauling, *The Triple Revolution* (Santa Barbara, CA: Ad hoc committee on the Triple revolution, 1964), <http://osulibrary.oregonstate.edu/specialcollections/coll/pauling/peace/papers/1964p.7-02.html>.
- ²⁸⁰ Wassily Leontief, "National Perspective: The Definition of Problems and opportunities", *The Long-Term Impact of Technology on Employment and Unemployment* (National Academy of Engineering, 1983): стр. 3-7.
- ²⁸¹ Richard M. Cyert and David C. Mowery, eds., *Technology and Employment: Innovation and Growth in the U.S. Economy* (National Academies Press, 1987), http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=1004.
- ²⁸² Raghuram Rajan, Paolo Volpin, and Luigi Zingales, "The eclipse of the U.S. Tire Industry", Working Paper (Center for Economic Studies, U.S. Census Bureau, 1997), <http://ideas.repec.org/p/cen/wpaper/97-13.html>.
- ²⁸³ William D. Nordhaus, "Do Real Output and Real Wage Measures Capture Reality? The History of Lighting Suggests Not", Cowles Foundation Discussion Paper (Cowles Foundation for research in economics, Yale University, 1994), <http://ideas.repec.org/p/cwl/cwldpp/1078.html>.
- ²⁸⁴ В одной своей работе Эрик рассчитал, что эластичность спроса на компьютерное оборудование составляет около 1,1, то есть рост цены на каждый 1 процент ведет к повышению спроса на 1,1 процента, что значит,

что по мере повышения эффективности компьютеров благодаря развитию технологий общие расходы на их покупку повысились. См. Erik Brynjolfsson, "The contribution of Information Technology to consumer Welfare", *Information Systems Research* 7, no. 3 (1996): стр. 281–300.

²⁸⁵ Это пример действия закона Сэя, согласно которому спрос и предложение всегда остаются в сбалансированном состоянии.

²⁸⁶ John Maynard Keynes, "Economic Possibilities for our Grandchildren", *Keynes on Possibilities*, 1930, <http://www.econ.yale.edu/smith/econ116a/keynes1.pdf>.

²⁸⁷ Tim Kreider, "The 'Busy' Trap", *Opinionator*, 30 июня 2012 г., <http://opinionator.blogs.nytimes.com/2012/06/30/the-busy-trap/>.

²⁸⁸ Лауреат Нобелевской премии Джо Стиглиц утверждал, что именно быстрая автоматизация сельского хозяйства, например за счет тракторов с бензиновыми двигателями, способна отчасти объяснить высокий уровень безработицы 1930-х годов. См. Joseph E. Stiglitz, *The Price of Inequality: How Today's Divided Society Endangers Our Future* (New York: W. W. Norton & Company, 2013).

²⁸⁹ Wassily Leontief, "Technological Advance, Economic Growth, and the Distribution of Income", *Population and Development Review* 9, no. 3 (1 сентября 1983 г.): стр. 403–410.

²⁹⁰ Michael Spence, *The Next Convergence: The Future of Economic Growth in a Multispeed World* (New York: Macmillan, 2011).

²⁹¹ D. Autor, D. Dorn, and G. H. Hanson, "The China Syndrome: Local Labor Market Effects of import competition in the United States", *American Economic Review* (готовится к публикации, декабрь 2013).

²⁹² J. Banister and G. Cook, "China's Employment and Compensation Costs in Manufacturing through 2008", *Monthly Labor Review* 134, no. 3 (2011): стр. 39–52. Более пристальный взгляд на статистику Китая показывает, что методы классификации со временем несколько

изменились, так что реальные значения изменений в занятости могут отличаться от заявленных, но общая тенденция представляется достаточно ясной.

293 "Computers Are Useless. They can only Give you Answers", Quote Investigator, 5 ноября 2011 г., <http://quoteinvestigator.com/2011/11/05/computers-useless/>.

294 D. T. Max, "The Prince's Gambit", The New Yorker, 21 марта 2011 г., http://www.newyorker.com/reporting/2011/03/21/110321fa_fact_max.

295 Garry Kasparov, "The Chess Master and the Computer", New York Review of Books, 11 февраля 2010 г., <http://www.nybooks.com/articles/archives/2010/feb/11/the-chess-master-and-the-computer/>.

296 "Chess Quotes", <http://www.chessquotes.com/player-karpov> (по состоянию на 12 сентября 2013 г.).

297 Kasparov, "The Chess Master and the Computer".

298 Evan Esar, 20,000 Quips & Quotes (Barnes and Noble, 1995), стр. 654.

299 Kevin Kelly, "Better than Human: Why Robots will — and must — take our Jobs", Wired, 24 декабря 2012 г.

300 Подход *Zara* детально описывается в кейсе для Гарвардской школы бизнеса, написанном Энди с двумя коллегами: Andrew McAfee, Vincent Dessain, and Anders Sjöman, "Zara: IT for Fast Fashion", Harvard Business School, 2007 (case number 604081-PDF-enG).

301 John Timbs, "The Mirror of Literature, Amusement, and Instruction (London: John Limbird, 1825)", стр. 75.

302 Sugata Mitra, "Build a School in the Cloud", TED, video on TED.com, февраль 2013 г., http://www.ted.com/talks/sugata_mitra_build_a_school_in_the_cloud.html.

303 Там же.

304 Peter Sims, "The Montessori Mafia", Wall Street Journal, 5 апреля 2011 г., <http://blogs.wsj.com/ideas-market/2011/04/05/the-montessori-mafia/>.

305 Richard Arum and Josipa Roksa, Academically Adrift: Limited Learning on College Campuses (Chicago, IL: University of Chicago Press, 2010); Richard Arum, Josipa Roksa, and Esther Cho, "Improving Undergraduate Learning: Findings and Policy Recommendations from the

- SSRC-CIA Longitudinal Project", Social Science research council, 2008, <http://www.ssrc.org/publications/view/D06178Be-3823-e011-ADeF-001cc477ec84/>.
- 306 Ernest T. Pascarella and Patrick T. Terenzini, *How College Affects Students: A Third Decade of Research*, 1st ed. (San Francisco: Jossey-Bass, 2005), стр. 602.
- 307 Michael Noer, "One Man, One Computer, 10 Million Students: How Khan Academy Is Reinventing Education", *Forbes*, 19 ноября 2012 г., <http://www.forbes.com/sites/michaelnoer/2012/11/02/one-man-one-computer-10-million-students-how-khan-academy-is-reinventing-education/>.
- 308 William J. Bennet, "Is Sebastian Thrun's Udacity the Future of Higher Education?", *CNN*, 5 июля 2012 г., <http://www.cnn.com/2012/07/05/opinion/bennett-udacity-education/index.html>.
- 309 David Autor, "The Polarization of Job Opportunities in the U.S. Labor Market: Implications for Employment and Earnings", *Brookings Institution*, апрель 2010 г., <http://www.brookings.edu/research/papers/2010/04/jobs-autor>.
- 310 Catherine Rampell, "Life Is OK., If You Went to College", *Economixblog*, *New York Times*, 3 мая 2013 г., <http://economix.blogs.nytimes.com/2013/05/03/life-is-o-k-if-you-went-to-college/>.
- 311 Catherine Rampell, "College Degree Required by Increasing Number of Companies", *New York Times*, 19 февраля 2013 г., <http://www.nytimes.com/2013/02/20/business/college-degree-required-by-increasing-number-of-companies.html>.
- 312 Meta Brown et al., "Grading Student loans", блог *Liberty Street Economics*, *Federal Reserve Bank of New York*, 5 марта 2012 г., [http://libertystreeteconomics.newyorkfed.org/2012/03/grading-student-loans.html?utm_source=feedburner&utm_medium=feed&utm_campaign=Feed:+libertyStreeteconomics+\(liberty+Street+economics\)](http://libertystreeteconomics.newyorkfed.org/2012/03/grading-student-loans.html?utm_source=feedburner&utm_medium=feed&utm_campaign=Feed:+libertyStreeteconomics+(liberty+Street+economics)).
- 313 Tim Hornyak, "Towel-folding Robot Won't Do the Dishes", *CNET*, 31 марта 2010 г., http://news.cnet.com/8301-17938_105-10471898-1.html.

- 314 Nate Silver, *The Signal and the Noise: Why So Many Predictions Fail — But Some Don't*, 1st ed. (New York: Penguin, 2012).
- 315 "Employment level", Economic Research — Federal Reserve Bank of St. Louis (U.S. Department of Labor, Bureau of Labor Statistics, 2 августа 2013 г.), <http://research.stlouisfed.org/fred2/series/lnU02000000>.
- 316 Claudia Goldin and Lawrence F. Katz, *The Race Between Education and Technology* (Cambridge, MA: Belknap Press of Harvard University Press, 2010).
- 317 "PISA 2009key Findings", OECD, <http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/pisa2009/pisa2009keyfindings.htm> (по состоянию на 12 августа 2013 г.).
- 318 Martin West, "Global Lessons for Improving U.S. Education", 29 сентября 2011 г., <http://www.issues.org/28.3/west.html>.
- 319 Marcella Bombardieri, "Professors Take Lessons from Online Teaching", Boston Globe, 9 июня 2013 г., <http://www.bostonglobe.com/metro/2013/06/08/professors-take-lessons-from-online-teaching/k5XTnA8n1cvGIQ8JJW5Pcl/story.html> (по состоянию на 19 августа 2013 г.).
- 320 Raj Chetty, John N. Friedman, and Jonah E. Rockoff, "The Long-Term Impacts of Teachers: Teacher value-Added and Student outcomes in Adulthood", NBER Working Paper (National Bureau of Economic Research, 2011), <http://ideas.repec.org/p/nbr/nberwo/17699.html>.
- 321 Ray Fisman, "Do Charter Schools Work?", Slate, 22 мая 2013 г., http://www.slate.com/articles/news_and_politics/the_dismal_science/2013/05/do_charter_schools_work_a_new_study_of_boston_schools_says_yes.single.html (по состоянию на 12 августа 2013 г.).
- 322 Olga Khazan, "Here's Why other Countries Beat the U.S. in Reading and Math", Washington Post, 11 декабря 2012 г., <http://www.washingtonpost.com/blogs/worldviews/wp/2012/12/11/heres-why-other-countries-beat-the-u-s-in-reading-andmath/> (по состоянию на 12 августа 2013 г.).

- ³²³ См., к примеру, мнение о программе "Knowledge is Power Program": Miles Kimball, "Confessions of a Supply-Side Liberal", 23 июля 2012 г., <http://blog.supplysideliberal.com/post/27813547755/magic-ingredient-1-more-k-12-school> (по состоянию на 12 августа 2013 г.).
- ³²⁴ B. Holmstrom and P. Milgrom, "Multitask Principal-Agent Analyses: Incentive Contracts, Asset Ownership, and Job Design", *Journal of Law, Economics & Organization* 7, no. 24 (1991).
- ³²⁵ Joseph Alois Schumpeter, *The Theory of Economic Development: An Inquiry Into Profits, Capital, Credit, Interest, and the Business Cycle* (Piscataway, NJ: Transaction Publishers, 1934).
- ³²⁶ Там же, стр. 66.
- ³²⁷ Пресс-релиз, "U. S. Job Growth Driven entirely by Startups, According to Kauffman Foundation Study", Reuters, 7 июля 2010 г., <http://www.reuters.com/article/2010/07/07/idUS165927+07-Jul-2010+mW20100707>.
- ³²⁸ John Haltiwanger et al., "Business Dynamics Statistics Briefing: Job Creation, Worker Churning, and Wages at young Businesses", SSRN Scholarly Paper (Rochester, NY: Social Science Research Network, 1 ноября 2012 г.), <http://papers.ssrn.com/abstract=2184328>.
- ³²⁹ "Kauffman Index of entrepreneurial Activity", Ewing Marion Kauffman Foundation, 2012, <http://www.kauffman.org/research-and-policy/kauffman-index-of-entrepreneurial-activity.aspx>.
- ³³⁰ Vivek Wadhwa, Annalee Saxenian, and Francis Daniel Siciliano, "Then and Now: America's New Immigrant Entrepreneurs", Part 7, Stanford Public law Working Paper no. 2159875; Rock Center for Corporate Governance at Stanford University Working Paper no. 127, SSRN Scholarly Paper (Rochester, NY: Social Science Research Network, 1 октября 2012 г.), <http://papers.ssrn.com/abstract=2159875>.
- ³³¹ Leora Klapper, Luc Laeven, and Raghuram Rajan, "Entry Regulation as a Barrier to Entrepreneurship", *Journal of*

Financial Economics 82, no. 3 (2006): стр. 591–629,
doi:10.1016/j.jfineco.2005.09.006.

332 “Research and Development: Essential Foundation for U.S. Competitiveness in a Global Economy”, в книге “A Companion to Science and Engineering Indicators 2008” (National Science Board, январь 2008 г.), <http://www.nsf.gov/statistics/nsb0803/start.htm>.

333 В своей новой книге «*The Entrepreneurial State*» Марина-на Маццукато отлично иллюстрирует эту ситуацию, отмечая, что каждая из прорывных технологий, использовавшихся в *iPhone*, была основана на исследованиях, финансировавшихся правительством, — мобильной телефонии, интернете, GPS, микрочипах, сенсорах, тачскрине (и даже идея, лежавшая в основе *Siri*). См. Mariana Mazzucato, *The Entrepreneurial State: Debunking Public vs. Private Sector Myths* (New York: Anthem Press, 2013).

334 Если вы стали беспокоиться, не должны ли вы кому-то денег за исполнение этой песни в ресторане на прошлой неделе, то, возможно, вам повезло. Правомерность ежегодного лицензионного сбора суммы в 2 миллиона долларов владельцем прав на песню “*Happy Birthday*” в настоящее время оспаривается в суде с неплохими перспективами выигрыша дела противной стороной. См. Jacob Goldstein, “This One Page could end the Copyright War over ‘Happy Birthday’”, NPR, 17 июня 2013 г., <http://www.npr.org/blogs/money/2013/06/17/192676099/this-one-page-could-end-the-copyright-war-over-happy-birthday>.

335 Этот список взят из презентации «*Tom Kalil’s Grandchallenges*», копия которой доступна по адресу <http://www2.itif.org/2012-grand-challenges-kalil.pdf> (по состоянию на 9 августа 2013 г.). См. также “Implementation of Federal Prize Authority: Progress report” by the U. S. office of Science and Technology Policy, март 2012 г., доступно по адресу http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/competes_report_on_prizes_final.pdf (по состоянию на 18 сентября 2013 г.).

- 336 Детальный список приведен в приложении к исследовательскому отчету McKinsey and Company, "And the Winner Is...", 2009, http://mckinseyonsociety.com/downloads/reports/Social-Innovation/And_the_winner_is.pdf (по состоянию на 18 сентября 2013 г.).
- 337 "2013 report card for America's Infrastructure", ASCE, 2013, <http://www.infrastructurereportcard.org/a/#p/home> (по состоянию на 12 августа 2013 г.).
- 338 См. Matthew Yglesias, "The collapse of Public Investment", Moneyboxblog, Slate, 7 мая 2013 г., http://www.slate.com/blogs/moneybox/2013/05/07/public_sector_investmentCollapse.html (по состоянию на 12 августа 2013 г.); см. также данные в "Real State & Local Consumption Expenditures & Gross Investment, 3 Decimal", Economic Research — Federal Reserve Bank of St. Louis (U.S. Department of Commerce: Bureau of Economic Analysis, 31 июля 2013 г.), <http://research.stlouisfed.org/fred2/series/Slcec96>.
- 339 "Siemens CEO on US Economic Outlook", CNBC, 14 марта 2013 г., <http://video.cnbc.com/gallery/?video=3000154454> (по состоянию на 12 августа 2013 г.).
- 340 John Maynard Keynes, The General Theory of Employment, Interest, and Money, 21 октября 2012 г., http://ebooks.adelaide.edu.au/k/keynes/john_maynard/k44g/.
- 341 Peter B. Dixon and Maureen T. Rimmer, "Restriction or Legalization? Measuring the Economic Benefits of Immigration Reform", Cato Institute, 13 августа 2009 г., <http://www.cato.org/publications/trade-policy-analysis/restriction-or-legalization-measuring-economic-benefits-immigration-reform> (по состоянию на 14 декабря 2012 г.); Robert Lynch and Patrick Oakford, "The Economic Effects of Granting Legal Status and Citizenship to Undocumented Immigrants", Center for American Progress, 20 марта 2013 г., <http://www.americanprogress.org/issues/immigration/report/2013/03/20/57351/the-economic-effects-of-granting-legal-status-and-citizenship-to-undocumented-immigrants/> (по состоянию на 12 августа 2013 г.).

- 342 David Card, "The Impact of the Mariel Boatlift on the Miami Labor Market", Working Paper (National Bureau of Economic Research, август 1989 г.), <http://www.nber.org/papers/w3069>.
- 343 Rachel M. Friedberg, "The Impact of Mass Migration on the Israeli Labor Market", *Quarterly Journal of Economics* 116, no. 4 (2001): стр. 1373–1408, doi:10.1162/003355301753265606.
- 344 Amy Sherman, "Jeb Bush Says Illegal Immigration Is 'net Zero'", *Miami Herald*, 3 сентября 2012 г., <http://www.miamiherald.com/2012/09/01/2980208/jeb-bush-saysillegal-immigration.html>.
- 345 Gordon F. De Jong et al., "The Geography of Immigrant Skills: Educational Profiles of Metropolitan Areas", Brookings Institution, 9 июня 2011 г., <http://www.brookings.edu/research/papers/2011/06/immigrants-singer>.
- 346 "State and County QuickFacts", United States Census Bureau, 27 июня 2013 г., <http://quickfacts.census.gov/qfd/states/00000.html>; vivek Wadhwa et al., "America's New Immigrant Entrepreneurs: Part I", SSRN Scholarly Paper, Duke Science, Technology & Innovation Paper no. 23 (Rochester, NY: Social Science Research Network, 4 января 2007 г.), <http://papers.ssrn.com/abstract=990152>.
- 347 "The 'New American' Fortune 500", Partnership for a New American Economy, июнь 2011 г., <http://www.reneweconomy.org/sites/all/themes/pnae/img/newamerican-fortune-500-june-2011.pdf>.
- 348 Michael Kremer, "The O-Ring Theory of Economic Development", *Quarterly Journal of Economics* 108, no. 3 (1993): 551–75, doi: 10.2307/2118400.
- 349 Vivek Wadhwa et al., "America's New Immigrant Entrepreneurs: Part I", SSRN Scholarly Paper, Duke Science, Technology & Innovation Paper no. 23 (Rochester, NY: Social Science Research Network, 4 января 2007 г.), <http://papers.ssrn.com/abstract=990152>; Darrell West, "Inside the Immigration Process", *Huffington Post*, 15 апреля 2013 г.,

http://www.huffingtonpost.com/darrell-west/inside-the-immigration-pr_b_3083940.html (по состоянию на 12 августа 2013 г.).

- 350 Nick Leiber, "Canada Launches a Startup Visa to Lure Entrepreneurs", Bloomberg BusinessWeek, 11 апреля 2013 г., <http://www.businessweek.com/articles/2013-04-11/canada-launches-a-startup-visa-to-lure-entrepreneurs>.
- 351 Greg Mankiw, "Rogoff Joins the Pigou Club", Greg Mankiw's Blog, 16 сентября 2006 г., <http://gregmankiw.blogspot.com/2006/09/rogoff-joins-pigou-club.html>; Ralph Nader and Toby Heaps, "We Need a Global Carbon Tax", Wall Street Journal, 3 декабря 2008 г., <http://online.wsj.com/article/SB122826696217574539.html>.
- 352 P. A. Diamond and E. Saez, "The Case for a Progressive Tax: From Basic Research to Policy Recommendations", Journal of Economic Perspectives 25, no. 4 (2011): стр. 165–190.
- 353 Если говорить точнее, Чинн обнаружил, что в среднем более высокие ставки налогов коррелировали со сравнительно более быстрым ростом. См. Menzie Chinn, "Data on Tax rates, by Quintiles", Econbrowser, 12 июля 2012 г., http://www.econbrowser.com/archives/2012/07/data_on_tax_rat.html.
- 354 Craig Tomlin, "SXSW 2012 Live Blog create more Value than you Capture", Useful Usability, 12 марта 2012 г., <http://www.usefulusability.com/sxsw-2012-live-blogcreate-more-value-than-you-capture/>.
- 355 Sir Winston Churchill and Robert Rhodes James, Winston S. Churchill: His Complete Speeches, 1897–1963: 1943–1949 (Chelsea House Publishers, 1974): стр. 7, 566.
- 356 Martin Luther King, Jr., Where Do We Go from Here: Chaos or Community? (New York: Harper & Row, 1967), стр. 162.
- 357 Jyotsna Sreenivasan, Poverty and the Government in America: A Historical Encyclopedia, 1st ed. (Santa Barbara, CA: ABC-CLIO, 2009), стр. 269.

- 358 “WGBH American Experience. Nixon | PBS”, American Experience, <http://www.pbs.org/wgbh/americanexperience/features/general-article/nixon-domestic/> (по состоянию на 12 августа 2013 г.).
- 359 Voltaire, Candide, trans. Francois-Marie Arouet (Mineola, NY: Dover Publications, 1991), стр. 86.
- 360 Daniel H. Pink, Drive: The Surprising Truth About What Motivates Us (New York: Riverhead Books, 2011).
- 361 Sarah O’Connor, “Amazon Unpacked”, Financial Times, 8 февраля 2013 г., <http://www.ft.com/intl/cms/s/2/ed6a985c-70bd-11e2-85d0-00144feab49a.html#slide0>.
- 362 Don Peck, “How a New Jobless Era Will Transform America”, The Atlantic, март 2010 г., http://www.theatlantic.com/magazine/archive/2010/03/how-a-new-jobless-erawill-transform-america/307919/?single_page=true.
- 363 Jim Clifton, The Coming Jobs War (New York: Gallup Press, 2011).
- 364 William Julius Wilson, When Work Disappears: The World of the New Urban Poor, 1st ed. (New York: Vintage, 1997).
- 365 Charles Murray, Coming Apart: The State of White America, 1960–2010 (New York: Crown Forum, 2013, repr.).
- 366 Мюррей считает, что самый важный объясняющий фактор — это вредные изменения в ценностях. Он пишет: «Ухудшение состояния социального капитала у представителей нижнего класса белой Америки лишает людей одного из основных ресурсов, с помощью которых американцы добиваются счастья. То же самое можно сказать об ухудшении состояния браков, трудолюбия, честности и религиозности. Конечно, эти аспекты жизни не всегда можно считать важными, в зависимости от личных предпочтений. Но именно они, взятые воедино, создают материал жизни» (стр. 253).
- 367 Интервью с Милтоном Фридманом, Newsfront, NET, 8 мая 1968 г.; цит. по Gordon Skene, “Milton Friedman Explains The Negative Income Tax — 1968”.

Newstalgia, 6 декабря 2011 г., <http://newstalgia.crooksandliars.com/gordonskene/milton-friedman-explains-negative-inco>.

- 368 Raj Chetty et al., "The Economic Impacts of Tax Expenditures: Evidence From Spatial Variation Across the U.S.", White Paper, 2013, http://obs.rc.fas.harvard.edu/chetty/tax_expenditure_soi_whitpaper.pdf.
- 369 "Citi Community Development marks National ELTC Awareness Day with Release of Money Matters Publication", News, Citigroup Inc., 25 января 2013 г., <http://www.citigroup.com/citi/news/2013/130125a.htm>.
- 370 "Gas Guzzler Tax", Fuel Economy, United States Environmental Protection Agency, <http://www.epa.gov/fueleconomy/guzzler/> (по состоянию на 12 августа 2013 г.).
- 371 "History of the Income Tax in the United States", Infoplease, 2007, <http://www.infoplease.com/ipa/A0005921.html>.
- 372 Roberton Williams, "The Numbers: What Are the Federal Government's Sources of Revenue?" The Tax Policy Briefing Book: A Citizens' Guide for the Election, and Beyond (Tax Policy center: Urban Institute and Brookings Institution, 13 сентября 2011 г.), <http://www.taxpolicycenter.org/briefing-book/background/numbers/revenue.cfm>.
- 373 В 2013 году в США только доходы ниже 113 700 долларов в год облагались налогами по социальному страхованию. См. "Social Security and Medicare Tax rates; Maximum Taxable Earnings", Social Security: The Official Website of the U.S. Social Security Administration, 6 февраля 2013 г., http://ssa-custhelp.ssa.gov/app/answers/detail/a_id/240/~social-security-and-medicare-tax-rates%3B-maximum-taxable-earnings.
- 374 Даже если налог или какой-то другой социальный платеж номинально выплачивается работодателем, значительная часть этого расхода будет все равно ложиться на плечи сотрудника в виде снижения зарплаты или даже снижения занятости. См. Melanie Berkowitz, "The Health Care Reform Bill Becomes Law:

- What It means for Employers", Monster: Workforce Management, n.d., <http://hiring.monster.com/hr/hr-best-practices/workforce-management/employeebenefits-management/health-care-reform.aspx>.
- ³⁷⁵ Bruce Bartlett, The Benefit and The Burden: Tax Reform — Why We Need It and What It Will Take (New York: Simon & Schuster, 2012).
- ³⁷⁶ Steve Lohr, "Computer Algorithms Rely Increasingly on Human Helpers", New York Times, 10 марта 2013 г., <http://www.nytimes.com/2013/03/11/technology/computer-algorithms-rely-increasingly-on-human-helpers.html>.
- ³⁷⁷ Jason Pontin, "Artificial Intelligence, With Help From the Humans", New York Times, 25 марта 2007 г., <http://www.nytimes.com/2007/03/25/business/yourmoney/25Stream.html>.
- ³⁷⁸ Gregory M. Lamb, "When Workers Turn into 'Turkers'", Christian Science Monitor, 2 ноября 2006 г., <http://www.csmonitor.com/2006/1102/p13s02-wmgn.html>.
- ³⁷⁹ Pontin, "Artificial Intelligence, With Help From the Humans."
- ³⁸⁰ Daren C. Brabham, "Crowdsourcing as a Model for Problem Solving An Introduction and Cases", Convergence: The International Journal of Research into New Media Technologies 14, no. 1 (2008): стр. 75–90, doi:10.1177/1354856507084420.
- ³⁸¹ Alyson Shontell, "Founder Q&A: Make a Boatload of Money Doing your Neighbor's Chores on TaskRabbit", Business Insider, 27 октября 2011 г., <http://www.businessinsider.com/taskrabbit-interview-2011-10> (по состоянию на 12 августа 2013 г.).
- ³⁸² Tomio Geron, "Airbnb and the Unstoppable Rise of the Share Economy", Forbes, 23 января 2013 г., <http://www.forbes.com/sites/tomiogeran/2013/01/23/airbnb-and-the-unstoppable-rise-of-the-share-economy/> (по состоянию на 12 августа 2013 г.).
- ³⁸³ Johnny B., "Taskrabbit names Google veteran Stacy Brown-Philpot as Chief Operating Officer", TaskRabbit Blog, 14 января 2013 г., <https://www.taskrabbit.com/>

blog/taskrabbit-news/taskrabbit-names-google-veteran-stacy-brown-philpot-as-chief-operating-officer/ (по состоянию на 12 августа 2013 г.).

- 384 Johnny B., "Taskrabbit Welcomes 1,000 new Taskrabbits each month", TaskRabbit Blog, 23 апреля 2013 г., <https://www.taskrabbit.com/blog/taskrabbit-news/taskrabbit-welcomes-1000-new-taskrabbits-each-month/>.
- 385 "Employment Situation News Release", Bureau of Labor Statistics, 3 мая 2013 г., <http://www.bls.gov/news.release/empsit.htm>.
- 386 Charles Perrow, *Normal Accidents: Living with High-Risk Technologies* (Princeton, NJ: Princeton University Press, 1999); *Interim Report on the August 14, 2003 Blackout* (New York Independent System operator, 8 января 2004 г.), <http://www.hks.harvard.edu/hepg/Papers/nyISO.blackout.report.8.Jan.04.pdf>.
- 387 Steven Cherry, "How Stuxnet Is Rewriting the Cyberterrorism Playbook", IEEE Spectrum podcast, 13 октября 2010 г., <http://spectrum.ieee.org/podcast/telecom/security/how-stuxnet-is-rewriting-the-cyberterrorism-playbook>.
- 388 Bill Joy, "Why the Future Doesn't Need Us", Wired, апрель 2000 г., http://www.wired.com/wired/archive/8.04/joy_pr.html.
- 389 Издержки, связанные с секвенированием генов, снижаются намного быстрее, чем издержки процесса вычислений. Дискуссия по вопросам революции в области геномики слишком масштабна для этой книги; мы говорим о ней только для того, чтобы напомнить, что она реальна и что в будущие годы и десятилетия здесь можно ожидать значительных изменений. См. Kris Wetterstrand, "DNA Sequencing costs: Data from the NHGRI Genome Sequencing Program (GSP)", National Human Genome Research Institute, 16 июля 2013 г., <http://www.genome.gov/sequencingcosts/>.
- 390 Вопросы азартных игр рассматриваются в книге Nicholas Carr, *The Shallows: What the Internet Is Doing to Our Brains* (New York: W. W. Norton & Company, 2011); о кибербалкизации см. Marshall van Alstyne

and Erik Brynjolfsson, "Electronic Communities: Global Villages or Cyberbalkanization?" ICIS1996 Proceedings, 31 декабря 1996 г., <http://aisel.aisnet.org/icis1996/5>; и Eli Pariser, *The Filter Bubble: How the New Personalized Web Is Changing What We Read and How We Think* (New York: Penguin, 2012); вопросы социальной изоляции — см. Sherry Turkle, *Alone Together: Why We Expect More from Technology and Less from Each Other* (New York: Basic Books, 2012); and Robert D. Putnam, *Bowling Alone: The Collapse and Revival of American Community*, 1st ed. (New York: Simon & Schuster, 2001); вопросы деградации окружающей среды — см. Albert Gore, *The Future: Six Drivers of Global Change*, 2013.

³⁹¹ Chad Brooks, "What Is the Singularity?"

TechNewsDaily, 29 апреля 2013 г., <http://www.technewsdaily.com/17898-technological-singularity-definition.html>.

³⁹² Для того чтобы дожить до сингулярности, Курцвейл (которому в 2045 году будет 95 лет) сел на придуманную им самим диету, которая предполагает ежедневный прием 150 пищевых добавок. См. Kristen Philipkoski, "Ray Kurzweil's Plan: Never Die", *Wired*, 18 ноября 2002 г., <http://www.wired.com/culture/lifestyle/news/2002/11/56448>.

³⁹³ Steve Lohr, "Creating Artificial Intelligence Based on the Real Thing", *New York Times*, 5 декабря 2011 г., <http://www.nytimes.com/2011/12/06/science/creating-artificial-intelligence-based-on-the-real-thing.html>.

³⁹⁴ Gareth Cook, "Watson, the Computer Jeopardy! Champion, and the Future of Artificial Intelligence", *Scientific American*, 1 марта 2011 г., <http://www.scientificamerican.com/article.cfm?id=watson-the-computer-jeopa>.

³⁹⁵ Martin Luther King Jr., "Sermon at Temple Israel of Hollywood", 26 февраля 1965 г., <http://www.american-rhetoric.com/speeches/mlktempleisraelhollywood.htm>.

ПРАВА НА ИЛЛЮСТРАЦИИ

Количественные данные индекса социального развития на рис. 1.1 и 1.2 взяты из книги Йена Морриса «Why the West Rules... For Now: The Patterns of History, and What They Reveal About the Future» (New York: Picador, 2011).

Количественные данные относительно населения планеты представляют собой средние оценки «Исторических расчетов населения мира» статистического ведомства США, http://www.census.gov/population/international/data/worldpop/table_history.php.

Цифры населения мира на 2000 год взяты из «CIA World Factbook».

3.1 Создано автором

3.2 Создано автором

3.3 Скорость суперкомпьютеров:

http://www.riken.jp/en/pr/publications/riken_research/2006/

<http://www.intel.com/pressroom/kits/quickrefyr.htm>

<http://www.green500.org/home.php>

Расходы на приобретение жесткого диска:

http://www.riken.jp/en/pr/publications/riken_research/2006/

<http://www.intel.com/pressroom/kits/quickrefyr.htm>

<http://www.green500.org/home.php>

Энергоэффективность суперкомпьютеров:

<http://ed-thelen.org/comp-hist/crAy-1-hardrefman/crAy-1-hrm.html>

<http://www.green500.org/home.php>

Количество транзисторов в чипе:

<http://www.intel.com/pressroom/kits/quickrefyr.htm>

Скорость загрузки:

<http://www.akamai.com/stateoftheinternet/>

7.1 Бюро Экономического Анализа США

7.2 Chad Syverson, «Will History Repeat Itself? Comments on 'Is the Information Technology Kevolution over?'», *International Productivity Monitor* 25 (2013), стр. 37-40.

John W. Kendrick, "Productivity Trends in the United States", National Bureau of Economic Research, 1961. David M. Byrne, Stephen D. Oliner, and Daniel E. Sichel, "Is the Information Technology Revolution over?", *International Productivity Monitor* 25 (Spring 2013), стр. 20-36.

9.1 <http://research.stlouisfed.org/fred2/graph/?id=USArdGDPc>

<http://www.census.gov/hhes/www/income/data/historical/people/>

9.2 D. Acemoglu and David Autor, "Skills, Tasks and Technologies: Implications for Employment and Earnings", *Handbook of Labor Economics* 4 (2011), стр. 1043-1171.

9.3 <http://research.stlouisfed.org/fred2/graph/?id=GDPcA>

<http://research.stlouisfed.org/fred2/graph/?id=A055rc0A144nBeA>

<http://research.stlouisfed.org/fred2/graph/?id=W270re1A156nBeA>

10.1 Нет данных.

11.1 <http://research.stlouisfed.org/fred2/series/USPr1v>

<http://research.stlouisfed.org/fred2/graph/?id=USArdGDPb>

Исключительные права на публикацию книги
на русском языке принадлежат издательству
AST Publishers.

Любое использование материала данной книги,
полностью или частично, без разрешения
 правообладателя запрещается.

Научно-популярное издание
Эрик Бриньолфсон,
Эндрю Макафи
Вторая эра машин

Редакторы Елизавета Канатова, Александр Туров
Корректоры Ольга Португалова, Надежда Власенко
Верстка: Роман Рыдалин

Подписано в печать 11.08.2017.
Формат 84 × 108 1/32
Усл. печ. л. 20,16. Тираж 2500 экз.
Заказ 4560.

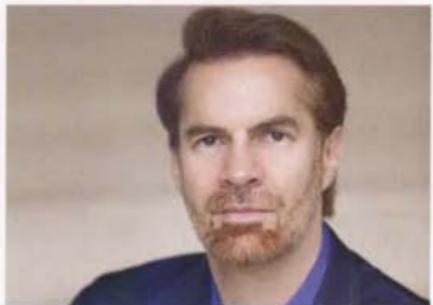
ООО «Издательство АСТ»
129085, г. Москва, Звездный бульвар, д. 21, строение 1,
комната 39
Наш электронный адрес: www.ast.ru
E-mail: neoclassic@ast.ru
ВКонтакте: vk.com/ast_neoclassic
Отпечатано с электронных носителей издательства
ОАО «Тверской полиграфический комбинат»,
170024, г. Тверь, пр-т Ленина, 5.
Телефон: (4822) 44-52-03, 44-50-34,
Телефон/факс: (4822) 44-42-15
Home page - www.tverpk.ru
Электронная почта (E-mail) - sales@tverpk.ru





ЭТА КНИГА ИЗДАНА ПРИ ПОДДЕРЖКЕ ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО МУЗЕЯ
И ОДОБРЕНА ЕГО ЭКСПЕРТАМИ.
ПОДДЕРЖКА ПОЛИТЕХА – ЗНАК НАУЧНОГО КАЧЕСТВА КНИГИ.

POLYMUS.RU



КТО ЭТО НАПИСАЛ?

ЭРИК БРИНЬОЛФСОН – ДИРЕКТОР ЦЕНТРА ЦИФРОВОГО БИЗНЕСА МАССАЧУСЕТСКОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА, ОДИН ИЗ САМЫХ ЦИТИРУЕМЫХ УЧЕНЫХ В ОБЛАСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ И НОВЕЙШИХ ТЕХНОЛОГИЙ. ЭНДРЮ МАКАФИ – СОЦИОЛОГ И ЭКОНОМИСТ ИЗ МИТ, ИССЛЕДУЕТ «НОВУЮ ЭКОНОМИКУ», КОТОРУЮ ЭТИ ТЕХНОЛОГИИ СОЗДАЮТ ПРЯМО НА НАШИХ ГЛАЗАХ.

О ЧЕМ РЕЧЬ?

ПЕРВАЯ ЭРА МАШИН (ПРОМЫШЛЕННАЯ РЕВОЛЮЦИЯ XVIII ВЕКА) СОЗДАЛА СОВРЕМЕННОЕ ОБЩЕСТВО. ЦИФРОВАЯ РЕВОЛЮЦИЯ ТОЖЕ ПРИВЕДЕТ К РОЖДЕНИЮ НОВОГО МИРА, СОВСЕМ НЕ ПОХОЖЕГО НА МИР СЕГОДНЯШНИЙ.

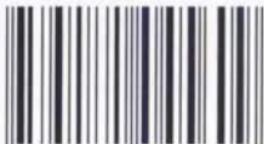
ПОЧЕМУ ЭТО СТОИТ ПРОЧИТАТЬ?

ЦИФРОВОЕ БУДУЩЕЕ, В КОТОРОМ НАМ ПРЕДСТОИТ ЖИТЬ, НЕ БУДЕТ БЕЗОБЛАЧНЫМ: КАК И ПРИ ЛЮБОЙ РЕВОЛЮЦИИ, КТО-ТО ОКАЖЕТСЯ В ВЫИГРЫШЕ, А КТО-ТО СЕРЬЕЗНО ПРОИГРАЕТ – ВЕДЬ РАСЦВЕТ ТЕХНОЛОГИЙ НЕ ОБЯЗАТЕЛЬНО ОЗНАЧАЕТ БЛАГОСОСТОЯНИЕ ДЛЯ ВСЕХ...

ЧТО ОБ ЭТОМ ГОВОРЯТ?

«ОПТИМИСТИЧЕСКАЯ И ИНТРИГУЮЩАЯ КНИГА».
THE WASHINGTON POST

ISBN 978-5-17-104560-9



www.ast.ru

9 785171 045609

