

УДК 008
ББК 87
С50

Growth: From Microorganisms to Megacities by Vaclav Smil
© 2019 Massachusetts Institute of Technology
Права на русскоязычное издание приобретены через
Литературно-издательское Агентство Александра Корженевского (Москва).

Смил, Вацлав.

С50 От микроорганизмов до мегаполисов. Поиск компромисса между прогрессом и будущим планеты / Вацлав Смил ; [перевод с английского И. А. Окуньковой]. — Москва : Эксмо, 2023. — 704 с. — (Цивилизации Вацлава Смил).

ISBN 978-5-04-118648-7

Книги Вацлава Смил, одного из самых авторитетных мыслителей современности, всегда заметны и вызывают широкий общественный и научный резонанс, потому что затрагивают глобальные проблемы человечества, волнующие каждого из нас. Новая книга всемирно известного ученого и писателя посвящена исследованию роста как понятия, в природе и обществе, от крошечных организмов до империй и цивилизаций. Рост управляет жизнями микроорганизмов и галактик, нашими мозгами и экономикой; участвует в становлении ребенка и распространении раковых клеток, увеличении численности населения и городов.

УДК 008
ББК 87

ISBN 978-5-04-118648-7

© Окунькова И.А., перевод на русский язык, 2020
© Оформление. ООО «Издательство «Эксмо», 2023

Все права защищены. Книга или любая ее часть не может быть скопирована, воспроизведена в электронной или механической форме, в виде фотокопии, записи в память ЭВМ, репродукции или каким-либо иным способом, а также использована в любой информационной системе без получения разрешения от издателя. Копирование, воспроизведение и иное использование книги или ее части без согласия издателя является незаконным и влечет уголовную, административную и гражданскую ответственность.

Научно-популярное издание

ЦИВИЛИЗАЦИИ ВАЦЛАВА СМИЛА

Смил Вацлав

ОТ МИКРООРГАНИЗМОВ ДО МЕГАПОЛИСОВ ПОИСК КОМПРОМИССА МЕЖДУ ПРОГРЕССОМ И БУДУЩИМ ПЛАНЕТЫ

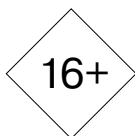
Главный редактор *Р. Фасхутдинов*
Начальник отдела *В. Обручев*
Ответственный редактор *Ю. Лаврова*
Научный редактор *А. Соловьев*
Литературный редактор *Р. Болдинова*
Художественный редактор *О. Сапожникова*
Компьютерная верстка *Е. Матусовская*
Младший редактор *А. Клементьева*

Страна происхождения: Российская Федерация
Шығарылған елі: Ресей Федерациясы

ООО «Издательство «Эксмо»
123308, Россия, город Москва, улица Зорге, дом 1, строение 1, этаж 20, каб. 2013.
Тел.: 8 (495) 411-68-86.
Home page: www.eksmo.ru E-mail: info@eksmo.ru
Эндүрүш: «ЭКСМО» АҢБ Баспасы.
123308, Ресей, қала Мәскеу, Зорге көшесі, 1 үй, 1 кінәрат, 20 кәбат, офис 2013 ж.
Тел.: 8 (495) 411-68-86.
Home page: www.eksmo.ru E-mail: info@eksmo.ru
Тауар белгісі: «Эксмо»

Интернет-магазин: www.book24.kz
Интернет-дүкен: www.book24.kz
Импортер в Республику Казахстан ТОО «РДЦ-Алматы».
Қазақстан Республикасындағы импорттаушы «РДЦ-Алматы» ЖШС.
Дистрибутор и представитель по приему претензий на продукцию,
в Республике Казахстан: ТОО «РДЦ-Алматы»
Қазақстан Республикасында дистрибутор және өнім бойынша арыз-талаптарды
қабылдаушының өкілі «РДЦ-Алматы» ЖШС.
Алматы қ., Домбровский көш., 3-а., литер Б, офис 1.
Тел.: 8 (727) 251-59-90/91/92; E-mail: RDC-Almaty@eksmo.kz
Өнімнің жарамдылық мерзімі шектелмеген.
Сертификация туралы ақпарат сайты: www.eksmo.ru/certification
Сведения о подтверждении соответствия издания согласно законодательству РФ
о техническом регулировании можно получить на сайте Издательства «Эксмо»
www.eksmo.ru/certification
Өндүрген мемлекет: Ресей. Сертификация қарастырылмаған

Дата изготовления / Подписано в печать 01.03.2023.
Формат 70x100^{1/16}. Печать офсетная. Усл. печ. л. 57,04.
Тираж экз. Заказ



В электронном виде книги издательства вы можете
купить на www.litres.ru

ЛитРес:
один клик до книг



ISBN 978-5-04-118648-7



Хочешь стать
автором «Эксмо»?

БОМБОРА
ИЗДАТЕЛЬСТВО

БОМБОРА – лидер на рынке полезных и вдохновляющих книг.
Мы любим книги и создаем их, чтобы вы могли творить, открывать
мир, пробовать новое, расти. Быть счастливыми. Быть на волне.

[bombora.ru](https://www.bombora.ru) [bomborabooks](https://www.bomborabooks.com) [bombora](https://www.bombora.com)



eksmo.ru

Официальный
интернет-магазин
издательства «Эксмо»

Оглавление

Предисловие	7
Глава 1. Траектории, или Распространенные модели роста	27
Временные интервалы	30
Критерии изучения	33
Линейный и экспоненциальный рост	40
Модели ограниченного роста	62
Коллективные результаты роста	87
Глава 2. Природа, или Рост живой материи	105
Микроорганизмы и вирусы	112
Деревья и леса	133
Сельскохозяйственные культуры	151
Животные	173
Люди	198
Глава 3. Энергия, или Рост первичных и вторичных преобразователей	221
Укращение воды и ветра	225
Пар: котлы, двигатели и турбины	235
Двигатели внутреннего сгорания	249
Ядерные реакторы и солнечные батареи	268
Электрическое освещение и моторы	272

Глава 4. Артефакты, или Рост объектов искусственного происхождения и их показателей	281
Инструменты и простые машины	285
Постройки	298
Инфраструктура	311
Транспорт	328
Электроника	348
Глава 5. Население, общество, экономика, или Рост наиболее сложных структур	367
Города	401
Империи	428
Экономика	450
Потребление сырья и материалов	466
Цивилизации	516
Глава 6. Что наступает после роста:	
прекращение и непрерывность	531
Жизненные циклы организмов	537
Исчезновение артефактов и процессов	543
Население и общество	554
Экономика	576
Современная цивилизация	586
Эпилог	597
Аббревиатуры	602
Единицы измерения и их множители	606
Библиография	608

Предисловие

Рост является повсеместной многообразной реальностью нашей жизни – маркером эволюции, увеличения размера и способностей нашего организма с взрослением, накопления коллективных возможностей для эксплуатации земных ресурсов и организации общества для повышения качества жизни. Рост оставался и невысказанной, подразумеваемой – и явной – целью, индивидуальным и коллективным стремлением на протяжении всей эволюции человека и его короткой документированной истории. Он управляет жизнью микроорганизмов и галактик. Рост определяет размер океанической коры и использование всех артефактов, созданных для улучшения нашей жизни, а также степень ущерба, наносимого нашему организму аномально развивающимися клетками. Рост формирует возможности нашего необычайно объемного мозга, а также состояние экономики. Благодаря повсеместному распространению, рост можно изучать на самых различных уровнях – от внутриклеточного и клеточного (с целью выявления метаболических и регуляторных потребностей и процессов) до составления долгосрочных траекторий развития таких комплексных систем, как тектонические сдвиги, демография на национальном и глобальном уровне, города, экономики или империи.

Терраформирующий рост – геотектонические силы, создающие океаническую и континентальную кору, вулканы и горные хребты и формирующие водоразделы, равнины и береговые линии, – происходит очень медленно. Его основная функция, формирование новой океанической коры в срединно-океанических хребтах, реализуется со скоростью менее 55 мм в год, а скорость исключительно быстрого создания морского дна может достигать около 20 см в год (Schwartz et al., 2005). Что касается годового прироста континентальной коры, по расчетам Реймера и Шуберта (Reymer and Schubert, 1984), объем ее увеличения составляет $1,65 \text{ км}^3$ и с учетом объема субдукции (когда старая кора превращается в мантию) $0,59 \text{ км}^3$ дает чистый показатель прироста $1,06 \text{ км}^3$ в год.

Это мизерный годовой прирост, если учитывать, что континенты покрывают почти 150 Гм^2 и толщина континентальной коры составляет в основном 35–40 км, но он продолжается весь фанерозойский эон, то есть последние 542 млн лет.

И еще один пример, на этот раз вертикальный, неизбежно низких тектонических скоростей: подъем Гималаев, самого внушительного горного хребта нашей планеты составляет около 10 мм в год (Burchfiel and Wang, 2008; рис. 0.1). Тектонический рост коренным образом определяет рамки изменения климата Земли (так как влияет на циркуляцию воздуха в атмосфере всей планеты и распределение давления) и продуктивность экосистем (так как влияет на температуру и выпадение осадков) и, следовательно, жизнедеятельность человека и экономическую активность. Но мы никак не можем повлиять на его сроки, место и скорость или напрямую использовать с выгодой для себя, поэтому не будем уделять ему внимания в этой книге.

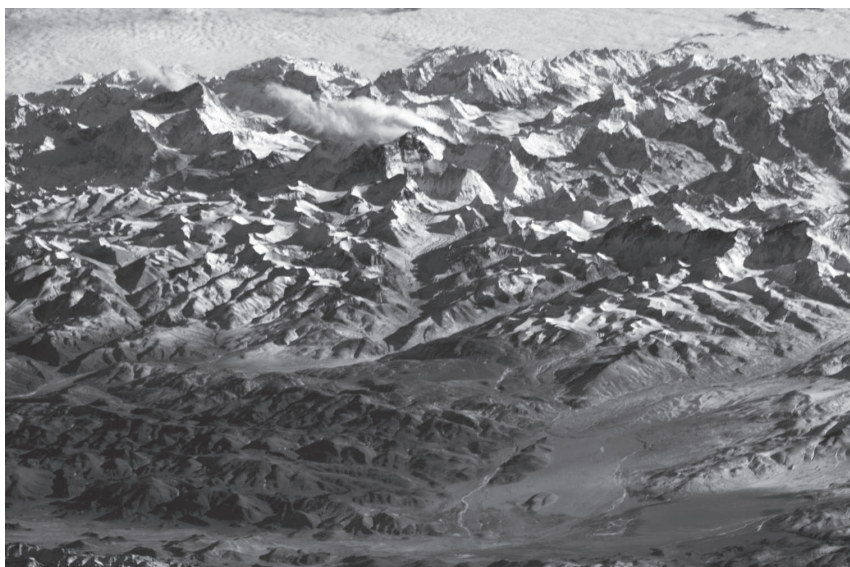


Рис. 0.1. Медленный, но упорный тектонический рост. Гималаи образовались в результате столкновения Индийской и Евразийской плит, которое началось более 50 млн лет назад и по-прежнему продолжается, благодаря чему этот горный хребет растет на 1 см в год. Фотография сделана с Международной космической станции (в южном направлении из нижней части Тибетского нагорья) в январе 2004 года. Снимок доступен на https://www.nasa.gov/multimedia/imagegallery/image_feature_152.html

Рост организмов, квинтэссенция проявления жизни, включает все процессы, посредством которых все элементы и соединения со временем трансформируются в новую живую массу (биомассу). Эволюция человека экзистенциально зависит от этого естественного роста: сначала он добывал пищу собирательством и охотой, затем стал добывать топливо и сырье и, наконец, пользоваться выращенной пищей

и продукцией пищевых производств, а также в больших масштабах эксплуатировать лесную фитомассу и вылавливать рыбу и другие морепродукты. Рост вмешательства человека в биосферу вызвал крупномасштабную трансформацию многих экосистем – прежде всего превращение лесов и заболоченных земель в пахотные угодья и активное использование лугов под пастбища (Smil, 2013a).

Рост также является признаком прогресса и воплощением надежды в делах человека. Рост технических возможностей позволил освоить новые источники энергии, повысить уровень и надежность обеспечения продуктами питания, создать новые материалы и новые отрасли промышленности. Экономический рост приносит ощутимые материальные выгоды с накоплением частного имущества, обогащающие нашу краткую жизнь, и создает нематериальные ценности: радость достижений и чувство удовлетворенности. Но рост также сопровождается тревогой, волнениями и страхами. Люди – будь то дети, отмечающие, насколько они выросли, на дверном косяке, бесчисленные главные экономисты, готовящие сомнительные прогнозы объемов производства и торговых показателей, или рентгенологи, изучающие магнитно-резонансные снимки, – волнуются о нем по огромному количеству поводов.

Рост часто кажется слишком медленным или слишком быстрым. Он вызывает беспокойство о пределах адаптации, страх перед личными и общественными неурядицами. В ответ люди пытаются управлять ростом, который могут контролировать, меняя его темп (ускорять, сдерживать или прекращать), и мечтают – и стараются – расширить контроль и распространить его на новые области. Эти попытки часто проваливаются, даже если сначала кажутся успешными (а ощущение перманентного контроля может оказаться лишь временным успехом), но никогда не кончаются: мы можем наблюдать их в как в микро-, так и в макромире, когда ученые пытаются изучать новые формы жизни, расширяя генетический код и включая синтетическую ДНК в новые организмы (Malyshev et al., 2014) или предлагая контролировать климат Земли с помощью геоинжиниринга (Keith, 2013).

Рост организмов является результатом длительного эволюционного процесса, и современная наука добилась понимания его предпосылок, путей и результатов и выявила его траектории, более или менее соответствующие конкретным функциям, преимущественно S-образным (сигмоидальным) кривым. Поиск общих черт и полезные обобщения, касающиеся естественного роста, – сложная задача, но его количественное выражение выглядит относительно просто, как и оценка роста множества созданных человеком артефактов (инструментов, машин, производственных систем) путем отслеживания увеличения их

мощности, производительности, эффективности или сложности. Во всех этих случаях мы имеем дело с базовыми физическими единицами измерения (длиной, массой, временем, силой тока, температурой, количеством вещества, силой света) и их многочисленными производными, от объема и скорости до энергии и силы.

Измерение феноменов роста, связанных с суждениями, ожиданиями и мирным или насильственным взаимодействием людей, представляется более проблематичным. Некоторые сложные совокупные процессы невозможно измерить, если предварительно произвольно не ограничить область исследования и не прибегнуть к более или менее сомнительным концепциям: измерение экономического роста с помощью таких переменных, как ВВП или национальный доход, является прекрасным примером подобных сложностей и неопределенностей. Но даже когда многие признаки так называемого социального роста (или общественного прогресса) легко поддаются измерению (здесь можно привести множество разнообразных примеров от среднего размера жилплощади на семью и владения бытовой техникой до разрушительной силы запасов ракетного оружия и общей площади территорий, контролируемых силами империи), их истинные траектории развития по-прежнему открыты для разнообразных интерпретаций, поскольку эти количественные представления скрывают значительные качественные отличия.

Накопление материального имущества является особенно интересным аспектом роста, так как проистекает из сочетания похвально-го стремления повысить качество жизни, понятного, но менее рационального желания позиционировать себя в более широкой социальной среде и сравнительно атавистического импульса владеть, даже накапливать запасы. Есть и те, кто безразличен к росту и потребностям: индийские *садху*, носящие набедренные повязки или ходящие обнаженными, и монахи, принадлежащие к сектам, призывающим к аскетичной простоте. На другой стороне спектра мы видим страстных коллекционеров (каким бы изысканным ни был их вкус) и страдающих психическим расстройством собирателей хлама, превращающих свое жилище в подобие свалки. Но между этими полюсами в любом обществе с растущими стандартами жизни мы наблюдаем менее драматичные повседневные склонности, так как большинство людей хотят сильнее ощущать рост, материальный или неосознанный, подпадающий под иллюзорное определение удовлетворенности жизнью или личного счастья, которое достигается путем накопления богатств или получения уникального жизненного опыта.

Скорость и размах этих стремлений ясно дают понять, насколько со-временным является этот повсеместный опыт и насколько оправдано

растущее беспокойство в связи с ростом. Удвоение средних размеров стало распространенным явлением в течение жизни одного поколения: с 1950 года средняя площадь американских домов выросла в 2,5 раза (USBC, 1975; USCB, 2013), с 1970 года удвоился объем винных бокалов в Великобритании (Zupan et al., 2017), к 2002 году масса типичных европейских автомобилей выросла более чем вдвое по сравнению с послевоенными моделями (Citroen 2 CV, Fiat Topolino) – с менее 600 кг до приблизительно 1200 кг (Smil, 2014b). Многие артефакты и достижения испытали еще более значительный рост за тот же период: типичная площадь телевизионных экранов выросла приблизительно в 15 раз с послевоенных стандартов диагонали 30 см до среднего для США показателя 120 см к 2015 году, причем доля продаж телевизоров с диагональю, превышающей 150 см, продолжает расти. И даже этот впечатляющий рост выглядит ничтожным по сравнению с ростом крупнейших индивидуальных состояний: в 2017 году в мире насчитывалось 2043 миллиардера (Forbes, 2017). Сравнительное влияние этих феноменов не является беспрецедентным, но сочетания абсолютной диспропорции, возникающей в результате современного роста, и ее частоты и скорости прежде не наблюдалось.

Темпы роста

Разумеется, отдельные люди и общества всегда окружены бесчисленными проявлениями естественного роста, и стремление к материальному обогащению и расширению территорий служило движущей силой общественных процессов на совершенно разных уровнях, от племен до империй, от набегов на соседние деревни в джунглях Амазонки до подчинения крупных частей Евразии централизованной власти. Но в период Античности, Средневековья и значительной части раннего Нового времени (обычно ограниченного тремя веками между 1500 и 1800 годами), большинство людей вело натуральное крестьянское хозяйство, продукты которого давали ограниченные и нестабильные излишки, достаточные для поддержания лишь сравнительно небольшого числа лучше обеспеченных обитателей (семьи ремесленников и торговцев) в основном небольших городов и представителей светской и религиозной правящей элиты.

Ежегодные урожаи в том простом обществе периода, предшествующего Новому времени, и начала Нового времени практически не демонстрировали признаков заметного роста. Аналогично почти все фундаментальные переменные эпохи домодерна – общее население, размер городов, продолжительность жизни и грамотность, поголовье скота, домашнее имущество и производительность используемых

машин – росли настолько медленно, что их прогресс был очевиден только на очень длительных отрезках времени. И часто они или находились в состоянии полного застоя, или хаотично колебались вокруг удручающих средних значений, переживая длинные периоды частых регрессий. Для многих из этих феноменов у нас имеются доказательства в виде сохранившихся артефактов и жизнеописаний, и некоторые события мы можем восстановить с помощью фрагментарных записей, охватывающих века.

Например, в Древнем Египте понадобилось более 2500 лет (со времен строительства великих пирамид до постримской эры) на то, чтобы население, способное прокормиться с 1 гектара сельскохозяйственных земель, выросло вдвое (Butzer, 1976). Очевидная причина заключалась в отсутствии роста урожаев, и эта реальность сохранялась до конца Средневековья: начиная с XIV века для повышения урожайности среднестатистического английского пшеничного поля вдвое требовалось более 400 лет, причем в первые 200 лет урожаи были крайне бедными (Stanhill, 1976; Clark, 1991). Технический прогресс также шел очень медленно. В доиндустриальных цивилизациях самыми мощными механическими источниками энергии были водяные колеса, но на то, чтобы повысить их мощность в десять раз, с 2 до 20 квт, понадобилось около 17 веков (со II века нашей эры до конца XVIII века) (Smil, 2017a). Отсутствие роста урожаев или в лучшем случае слабый их рост вкупе с медленным развитием производственных и транспортных возможностей ограничивали рост городов: с 1300 года на то, чтобы население Парижа выросло вдвое и составило 400 000 человек, ушло более трех веков, но в конце XIX века население Парижа удвоилось всего за 30 лет (1856–1886) и составило 2,3 млн человек (Atlas Historique de Paris, 2016).

Многие реалии сохранялись тысячелетиями: максимальное расстояние, покрываемое конными гонцами (самый быстрый способ сообщения на больших расстояниях по суше до появления железных дорог), было оптимизировано еще в Древней Персии царем Киrom, когда он связал города Сузы и Сарды после 550 года до н.э., и оно оставалось неизменным в течение следующих 2400 лет (Minetti, 2003). Средняя скорость сменных лошадей (13–16 км/ч) и расстояние, преодолеваемое одной лошастью (18–25 км в день), оставались практически постоянными. В категорию застойных попадают многие другие показатели, включая владение хозяйственными предметами в бедных семьях и уровень грамотности среди сельского населения. Эти переменные начали заметно меняться также только во второй половине раннего Нового времени.

Когда в XIX веке множество технических и социальных изменений – рост сетей железных дорог, расширение маршрутов паромов,

увеличение выпуска стали, изобретение и применение двигателей внутреннего сгорания и электричества, быстрая урбанизация, улучшение санитарных условий, растущая средняя продолжительность жизни – начало происходить с беспрецедентной скоростью, их развитие вызвало ожидания дальнейшего неуклонного роста (Smil, 2005). И эти надежды оправдывали себя (несмотря на задержки, вызванные двумя мировыми войнами, другими конфликтами и периодическими экономическими спадами), по мере того как возможности отдельных машин, сложных промышленных процессов и экономика в целом продолжали расти в течение XX века. Этот рост выливался в улучшение физических показателей (увеличение роста людей, более высокая средняя продолжительность жизни), повышение материальной обеспеченности и комфорта (измеряемых в реальных доходах или владении устройствами, облегчающими труд) и беспрецедентное развитие коммуникаций и мобильности (Smil, 2006b).

Ничто не отражает эту реальность и надежду последних десятилетий так заметно, как рост числа транзисторов и других компонентов, которые мы можем поместить на кремниевую пластину. Этот рост, как широко известно, подтверждает закон Мура, согласно которому число элементов интегральной схемы примерно удваивается каждые два года: в результате самые мощные интегральные схемы, произведенные в 2018 году, имели более 23 млрд компонентов, на семь порядков (приблизительно в 10,2 млн раз, если быть точнее) больше, чем первое подобное устройство (Intel 4004, 4-битный процессор для японского калькулятора, имевший 2300 компонентов), разработанное в 1971 году (Moore, 1965; 1975; Intel, 2018; Graphcore, 2018). Как и во всех случаях экспоненциального роста (см. главу 1), в линейной системе координат эти показатели прироста отображаются в виде резко восходящей кривой, в то время как в полупологарифмической они отображаются в виде прямой линии (рис. 0.2).

Такой прогресс привел к практически неограниченным ожиданиям еще больших успехов, и недавнее быстрое распространение разнообразных электронных устройств (и используемых ими приложений) особенно зачаровывает апологетов ускоренного роста, которые везде находят его признаки. Приведу лишь один из недавних ярких примеров. В отчете, подготовленном Оксфордской школой Мартина и опубликованном Citi, указаны следующие промежутки времени, которые понадобились, чтобы охватить 50 млн пользователей: телефон – 75 лет, радио – 38 лет, телевидение – 13 лет, интернет – 4 года и игра-приложение Angry Birds – 35 дней (Frey and Osborne, 2015). Эти заявления приписывают Citi Digital Strategy Team, но команда плохо подготовилась и проигнорировала здравый смысл.

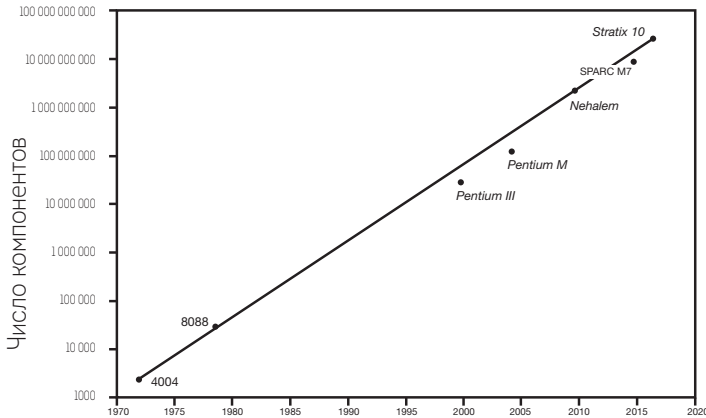


Рис. 0.2. Ключевой маркер современного роста: закон Мура, 1971–2018. График с полулогарифмическими координатами демонстрирует устойчивый экспоненциальный рост с 10^3 до 10^{10} компонентов на микросхему (Smil, 2017a; IBM, 2018b)

Эти цифры относятся к распространению по миру или по США? В отчете об этом не говорится, но 50 млн явно относится к США, где это число телефонов было достигнуто в 1953 году (1878 год + 75 лет). Но число телефонных номеров не равно числу абонентов, которое, учитывая средний размер семьи и распространение телефонов на работе, должно быть значительно выше. Началом телевизионного вещания можно считать несколько дат: вещание и продажа первых телевизоров в США начались в 1928 году, но 13 лет спустя, в 1941 году, в собственности по-прежнему находилось минимальное количество телевизоров, и их общее число (еще раз: аппаратов, а не пользователей) достигло 50 млн только в 1963 году. Та же ошибка повторяется с интернетом, доступ к которому миллионы пользователей имели в университетах, школах и на работе, прежде чем провели его домой. Кроме того, что считать «годом возникновения» интернета?

Все это лишь небрежный сбор данных в погоне за сенсацией, но, что еще важнее – непростительная категориальная ошибка: сравнение сложной системы, опирающейся на новую обширную инфраструктуру, с развлекательным программным обеспечением*. В конце XIX века телефония была передовой системой прямых личных коммуникаций, реализация которой потребовала первой крупномасштабной электрификации общества (от добычи топлива до генерации тепловой

* Иными словами, попытка сравнения несопоставимых величин, одна из которых (приложение Angry Birds) еще и находится в нелинейной зависимости от другой (интернет). – Прим. ред.

энергии и передачи сигнала, причем значительные части американской глубинки не имели хорошей связи даже в 1920-е годы), прокладки телефонных сетей и продажи (изначально отдельных) аппаратов и трубок.

В отличие от телефонии Angry Birds или любое другое несерьезное приложение может распространяться вирусно, так как мы потратили больше века на установку последовательных компонентов физической системы, сделавшей возможным подобное распространение: ее рост начался в 1880-х годах с выработки электроэнергии и передачи сигнала и достиг кульминации в 2000-х, когда началась волна разработки и производства миллиардов мобильных телефонов и установки плотной сети вышек сотовой связи. А с учетом одновременного повышения надежности работы этой сети любые темпы распространения контента по ней становятся не такими уж и примечательными. Эту ошибку сравнения можно проиллюстрировать массой аналогий. Например, вместо телефонов можно взять распространение микроволновых печей, а вместо приложения – массовое производство попкорна для приготовления в микроволновых печах: очевидно, что скорость распространения самого популярного бренда попкорна будет быстрее, чем скорость приобретения микроволновых печей. США понадобилось около 30 лет, чтобы настольные микроволновые печи, впервые представленные в 1967 году, появились в 90% домохозяйств.

Рост информации кажется не менее впечатляющим, хотя ее накопление – вовсе не новость. Экспоненциальный рост в книгоиздании начался с изобретения наборного шрифта (в 1450 году), и количество книг в XVIII веке достигло приблизительно 1 млн томов по сравнению с примерно 200 000 томов в XVI веке. Сегодня в среднем каждый год выходят более 2 млн книг (лидерами являются Китай, США и Великобритания) (UNESCO, 2018). Добавьте сюда графическую информацию, рост которой стал возможен сначала с помощью литографии, затем – ротогравюры, а сегодня она преимущественно распространяется с помощью электронных дисплеев мобильных устройств. Звукозапись началась с хрупкого фонографа Эдисона в 1878 году (Smil, 2018a; рис. 0.3), а сегодня миллиардам пользователей мобильных телефонов легко доступен огромный выбор звуковых файлов. Но объем изображений, постоянно собираемых целыми флотилиями разведывательных, метеорологических спутников и спутников наблюдения Земли, превосходит поток информации во всех этих категориях. Неудивительно, что совокупный рост информации напоминает гиперболическую кривую развития, характерную для глобального роста населения до 1960 года.



Рис. 0.3. Томас Эдисон со своим фонографом на фотографии Мэтью Брэди, сделанной в апреле 1878 года. Фотография из коллекции Брэди-Хэнди Библиотеки Конгресса США

Недавно появилась возможность сказать, что 90% или более всей дошедшей до нашего времени информации было создано за предыдущие два года. Компания Seagate в 2005 году оценила объем всей информации, созданной в мире, в 0,1 зеттабайта (10^{21} 3б), в 2010 году – в 2 3б, в 2016 году – 16,1 3б и прогнозировала, что к 2025 году годовой объем информации составит 163 3б (Seagate, 2017). Год спустя компания подняла предварительную оценку глобальной информационной сферы к 2025 году до 175 3б и заявила, что рост общего объема будет продолжать ускоряться (Reinsel et al., 2018). Но если принять во внимание ключевые компоненты этого потока новых данных, то заявления об ускорении не производят особого впечатления. Приток новых, высокоцентрализованных данных включает постоянное движение электронных денег и инвестиций между крупными банками и инвестиционными

компаниями, а также широкомасштабный мониторинг телефонных и интернет-коммуникаций правительственными ведомствами.

В то же время миллиарды пользователей мобильных телефонов, общающихся в социальных сетях, добровольно отказываются от неприкосновенности частной жизни, позволяя шпионским программам невозбранно следить за их сообщениями и переходами по ссылкам, анализировать индивидуальные предпочтения и слабости, которые они демонстрируют, сравнивать их с другими людьми и упаковывать их для продажи рекламодателям, желающим всучить им ненужный хлам – и сохранить в неприкосновенности экономический рост. И, конечно, потоки данных постоянно создаются людьми, носящими мобильные телефоны с включенной функцией GPS. Добавьте сюда поток бессодержательных изображений, включая несметное число селфи и видео с котиками (даже фото очень «байтоёмки»: фотография, сделанная на смартфон, обычно занимает 2–3 МБ, что в два-три раза больше, чем текст этой книги), – и беспрецедентный рост «информации» начинает вызывать скорее сожаление, чем восхищение.

И вот одно из наиболее важных нежелательных последствий этого информационного потока: время, потраченное взрослым пользователем на цифровые медиа в день, удвоилось в период между 2008 и 2015 годами и составило 5,5 часа (eMarketer, 2017), создав новую форму жизни – экранных зомби. Но быстрое распространение электроники и программного обеспечения – мелочи по сравнению с ожидаемыми в конце концов достижениями ускоренного роста, и никто не выразил их эмоциональнее Рэя Курцвейла, с 2012 года занимающего должность технического директора в Google и задолго до того изобретшего такие электронные устройства, как планшетный сканер с ПЗС-сенсорами, первый коммерческий синтезатор речи из текстовой информации и первую универсальную систему оптического распознавания текста.

В 2001 году он сформулировал свой Закон ускорения отдачи (Kurzweil, 2001, 1):

Анализ истории технологий показывает, что технологические изменения носят экспоненциальный характер, что противоречит здравому «интуитивно линейному» взгляду. В XXI веке мы пройдем не через 100 лет прогресса – скорее это будет 20 000 лет прогресса (если мерять сегодняшними темпами). «Отдача», такая как скорость работы и рентабельность интегральных схем, также растет экспоненциально. Даже экспоненциальный рост растет по экспоненте. В течение нескольких десятилетий машинный интеллект превзойдет человеческий, приведя к Сингулярности – настолько