The technologies of the past, by replacing human muscle, increased the value of human effort – and in the process drove rapid economic progress. Those of the future, by substituting for man’s senses and brain, will accelerate that process – but at the risk of creating millions of citizens who are simply unable to contribute economically, and with greater damage to an already declining middle class.

Estimates of general rates of technological progress are always imprecise, but it is fair to say that, in the past, progress came more slowly. [Henry Adams](http://www.amazon.com/Education-Henry-Adams/dp/1500587303/ref=sr_1_1?ie=UTF8&qid=1417447300&sr=8-1&keywords=The+Education+of+Henry+Adams), the historian, measured technological progress by the power generated from coal, and estimated that power output doubled every ten years between 1840 and 1900, a compounded rate of progress of about 7% per year. The reality was probably much less. For example, in 1848, the world record for rail speed reached [60 miles per hour](http://en.wikipedia.org/wiki/Land_speed_record_for_rail_vehicles). A century later, commercial aircraft could carry passengers at speeds approaching [600 miles per hour](http://hypertextbook.com/facts/2002/JobyJosekutty.shtml), a rate of progress of only about 2% per year.

By contrast, progress today comes rapidly. Consider the numbers for information storage density in computer memory. Between 1960 and 2003, those densities increased by a factor of five million, at times progressing at a rate of [60% per year](https://www.google.com/search?q=Magnet+disc+storage+densities+1960&client=firefox-a&hs=6S2&rls=org.mozilla:en-US:official&channel=s&hl=en&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ei=y7AYVKqXO-rGiwLTtoHwCw&ved=0CCkQsAQ&biw=1099&bih=1030#facrc=_&imgdii=_&imgrc=qL3sUPUM9jpG2M%253A%3B-IW9InOC12fgQM%3Bhttp%253A%252F%252Fwww.kk.org%252Fthetechnium%252Fz_ibm_arealdensityhistory.jpg%3Bhttp%253A%252F%252Fkk.org%252Fthetechnium%252F2009%252F07%252Fwas-moores-law%252F%3B450%3B338). At the same time, true to Moore’s Law, semiconductor technology has been progressing at a 40% rate for more than 50 years. These rates of progress are embedded in the creation of intelligent machines, from robots to automobiles to drones, that will soon dominate the global economy – and in the process drive down the value of human labor with astonishing speed.

This is why we will soon be looking at hordes of citizens of zero economic value. Figuring out how to deal with the impacts of this development will be the greatest challenge facing free market economies in this century.

If you doubt the march of worker-replacing technology, look at [Foxconn](http://allthingsd.com/20110731/foxconns-terry-gou-tells-employees-the-robots-are-coming/), the world’s largest contract manufacturer. It employs more than [one million workers](http://news.xinhuanet.com/english2010/china/2011-07/30/c_131018764.htm) in China. In 2011, the company installed 10,000 robots, called Foxbots. Today, the [company is installing them](http://appleinsider.com/articles/14/07/09/foxconns-foxbot-robots-will-assist-human-workers-at-major-iphone-factory-report-says) [at a rate](http://www.extremetech.com/electronics/185960-foxconn-is-attempting-to-replace-its-human-workers-with-thousands-of-robots) [of 30,000](http://singularityhub.com/2012/11/12/1-million-robots-to-replace-1-million-human-jobs-at-foxconn-first-robots-have-arrived/) [per year](http://www.dailytech.com/Foxconn+Receives+10000+Robots+to+Replace+Human+Factory+Workers+/article29194.htm). Each robot costs about $20,000 and is used to perform routine jobs such as spraying, welding, and assembly. On June 26, 2013, Terry Gou, Foxconn’s CEO, [told his annual meeting](http://www.pcworld.com/article/2043026/foxconn-to-speed-up-robot-army-deployment-20000-robots-already-in-its-factories.html) that “We have over one million workers. In the future we will add one million robotic workers.” This means, of course, that the company will avoid hiring those next million human workers.

Just imagine what a Foxbot will soon be able to do if Moore’s Law holds steady and we continue to see performance leaps of 40% per year. Baxter, a $22,000 robot that just got a software upgrade, is being produced in quantities of [500 per year](http://robohub.org/rethink-robotics-baxter-and-universal-robots-ur5-and-ur10-succeeding/). A few years from now, a much smarter Baxter produced in quantities of 10,000 might cost less than $5,000. At that price, even the lowest-paid workers in the least developed countries might not be able to compete.

To be sure, technological progress has always displaced workers. But it also has created new opportunities for human employment, at an even a faster rate. This time, things may be very different – especially as the Internet of Things takes the human factor out of so many transactions and decisions. The “Second Economy” (the term used by economist [Brian Arthur](http://tuvalu.santafe.edu/~wbarthur/) to describe the portion of the economy where computers transact business only with other computers) is upon us. It is, quite simply, the virtual economy, and one of its main byproducts is the replacement of workers with intelligent machines powered by sophisticated code. This booming Second Economy is brimming with optimistic entrepreneurs, and already spawning a new generation of billionaires. In fact, the booming Second Economy will probably drive much of the economic growth in the coming decades.

And here is the even more sobering news: Arthur speculates that in a little more than ten years, 2025, this [Second Economy may be as large](http://www.mckinsey.com/insights/strategy/the_second_economy) as the original “first” economy [was in 1995](http://www.usgovernmentspending.com/spending_chart_1950_2010USb_15s2li011lcn__US_Gross_Domestic_Product_GDP_History#view) – about $7.6 trillion. If the Second Economy does achieve that rate of growth, it will be replacing the work of approximately [100 million workers](http://data.worldbank.org/indicator/SL.GDP.PCAP.EM.KD). To put that number in perspective, the current total employed civilian labor force today is [146 million](http://www.bls.gov/news.release/empsit.t01.htm). A sizeable fraction of those replaced jobs will be made up by new ones in the Second Economy. But not all of them. Left behind may be as many as 40 million citizens of no economic value in the U.S alone. The dislocations will be profound.

Suppose, today, that the robots and smart machines of the Second Economy are only capable of doing the work of a person of average intelligence – that is, an IQ of 100. Imagine that the technology in those machines continues to improve at the current rate. Suppose further that this rate of technological progress raises the IQ of these machines by 1.5 points per year. By 2025 these machines will have an IQ [greater than 90%](http://en.wikipedia.org/wiki/IQ_classification) of the U.S. population. That 15 point increase in IQ over ten years would put another 50 million jobs within reach of smart machines.

Politicians, economists, and scientists might debate these particular estimates, but to do so is to miss the larger point. Machine intelligence is already having a major effect on the value of work – and for major segments of the population, human value is now being set by the cost of equivalent machine intelligence.

The challenge now is to keep up with 40% to 60% rates of progress … when even a genius like Henry Adams despaired of keeping up with just a 7% rate.

The simplistic policy answer is better training. But at this pace of change, improving the educational system will be perpetually too little and too late. Likewise, artificially boosting the minimum wage will only hasten the reckoning by subsidizing job replacement by intelligent machines. [David Brooks has suggested](http://www.nytimes.com/2014/10/24/opinion/david-brooks-the-working-nation.html?_r=0) that the government should aggressively build infrastructure, “reduce its generosity to people who are not working but increase its support for people who are,” consider moving to a progressive consumption tax, and “doubling down on human capital, from early education programs to community colleges and beyond.” But even if his program were effectively and aggressively implemented, it might keep up with a 40% rate of progress for only a little while.

Meanwhile, Brooks’s solutions will lead only to bigger government and greater command and control. And it is difficult to imagine how such a sluggish government system could keep up with such a rapid rate of change when it can barely do so now.

Ultimately, we need a new, individualized, cultural, approach to the meaning of work and the purpose of life. Otherwise, people will  find a solution – human beings always do – but it may not be the one for which we began this technological revolution.

Технологии прошлого, заменяя человеческую мышцу, повышали ценность человеческих усилий - и в процессе ускорили экономический прогресс. Будущие, заменив человеческие чувства и мозг, ускорят этот процесс, но рискуют создать миллионы граждан, которые просто неспособны внести экономический вклад и с большим ущербом для уже снижающегося среднего класса.  
Оценки общих темпов технического прогресса всегда неточны, но справедливо сказать, что в прошлом прогресс шел медленнее. Генри Адамс, историк, измерил технологический прогресс в энергии, вырабатываемой из угля, и предположил, что мощность производства удваивается каждые десять лет между 1840 и 1900 годами, что составляет примерно 7% в год. Реальность была, вероятно, намного меньше. Например, в 1848 году мировой рекорд скорости рельса достиг 60 миль в час. Спустя столетие, коммерческие самолеты могли перевозить пассажиров со скоростью, приближающейся к 600 милям в час, скорость прогресса составляла лишь около 2% в год.  
Напротив, прогресс наступает быстро. Рассмотрим числа для плотности хранения информации в памяти компьютера. В период между 1960 и 2003 годами эти плотности увеличились в пять миллионов, порой прогрессируя со скоростью 60% в год. В то же время, верный закону Мура, полупроводниковая технология развивается со скоростью 40% более 50 лет. Эти темпы прогресса внедряются в создание интеллектуальных машин, от роботов до автомобилей до беспилотных летательных аппаратов, которые вскоре будут доминировать в мировой экономике - и в этом процессе с невероятной скоростью снижается ценность человеческого труда.  
Вот почему мы скоро будем искать полчища граждан нулевой экономической ценности. Выяснение того, как бороться с последствиями этого развития, станет самой большой проблемой, с которой сталкиваются свободные рыночные экономики в этом столетии.  
Если вы сомневаетесь в марше замещающей рабочие технологии, посмотрите на Foxconn, крупнейшего в мире производителя контрактов. В нем работает более миллиона рабочих в Китае. В 2011 году компания установила 10 000 роботов под названием Foxbots. Сегодня компания устанавливает их в размере 30 000 в год. Каждый робот стоит около 20 000 долларов США и используется для выполнения обычных работ, таких как распыление, сварка и сборка. 26 июня 2013 года генеральный директор Foxconn Терри Гоу сказал своей ежегодной встрече, что «У нас более миллиона рабочих. В будущем мы добавим миллион рабочих-роботов ». Это означает, конечно, что компания избежит нанимать этих миллионов рабочих.  
Только представьте, что Foxbot скоро сможет сделать, если закон Мура будет устойчивым, и мы продолжаем видеть скачки производительности на 40% в год. Бакстер, робот стоимостью 22 000 долларов, который только что получил обновление программного обеспечения, выпускается в количестве 500 в год. Через несколько лет гораздо более умный Бакстер, произведенный в количестве 10 000, может стоить менее 5000 долларов. По этой цене даже самые низкооплачиваемые работники из наименее развитых стран могут оказаться не в состоянии конкурировать.  
Разумеется, технический прогресс всегда перемещал рабочих. Но он также создал новые возможности для трудоустройства людей, даже более быстрыми темпами. На этот раз все может быть очень по-другому - особенно, поскольку Интернет Вещей вытаскивает человеческий фактор из множества транзакций и решений. «Вторая экономика» (термин, используемый экономистом Брайаном Артуром для описания той части экономики, в которой компьютеры совершают сделки только с другими компьютерами) находится на нас. Это просто виртуальная экономика, и одним из ее основных побочных продуктов является замена рабочих интеллектуальными машинами на основе сложного кода. Эта быстро развивающаяся вторая экономика наполнена оптимистичными предпринимателями и уже порождает миллиардеров нового поколения. Фактически, быстро развивающаяся вторая экономика, вероятно, будет стимулировать экономический рост в ближайшие десятилетия.  
И вот еще более отрезвляющие новости: Артур размышляет, что в течение чуть более десяти лет, 2025 года, эта вторая экономика может быть такой же большой, как первоначальная «первая» экономика в 1995 году - около 7,6 триллиона долларов. Если вторая экономика достигнет этого темпа роста, она заменит работу около 100 миллионов рабочих. Чтобы поставить это число в перспективе, нынешняя общая занятость гражданской рабочей силы сегодня составляет 146 миллионов. Значительная часть замененных рабочих мест будет составляться новыми во второй экономике. Но не все из них. Остается позади может быть до 40 миллионов граждан, не имеющих экономической ценности только в США. Дислокации будут глубокими.

Предположим, что сегодня роботы и умные машины Второй экономики способны выполнять работу человека среднего интеллекта, то есть IQ 100. Представьте себе, что технология на этих машинах продолжает улучшаться с нынешней скоростью , Предположим далее, что эта скорость технологического прогресса повышает IQ этих машин на 1,5 пункта в год. К 2025 году эти машины будут иметь IQ более 90% населения США. Это 15-процентное увеличение IQ за десять лет поставит еще 50 миллионов рабочих мест в пределах досягаемости смарт-машин.  
Политики, экономисты и ученые могут обсуждать эти конкретные оценки, но сделать это - пропустить больший момент. Машинный интеллект уже оказывает существенное влияние на ценность работы - и для основных сегментов населения человеческая ценность теперь определяется стоимостью эквивалентного машинного интеллекта.  
Задача теперь состоит в том, чтобы идти в ногу с 40% до 60% темпов прогресса ... когда даже гений, как Генри Адамс, отчаялся не отставать от 7% ставки.  
Упрощенный политический ответ - лучшее обучение. Но при таких темпах изменений, совершенствование системы образования будет постоянно слишком мало и слишком поздно. Аналогичным образом, искусственное повышение минимальной заработной платы только ускорит расчёт, субсидируя замену работы интеллектуальными машинами. Дэвид Брукс предположил, что правительство должно агрессивно строить инфраструктуру, «уменьшить свою щедрость перед людьми, которые не работают, но увеличить свою поддержку для людей», - подумайте о переходе на прогрессивный налог на потребление и «удвоении человеческого капитала» с раннего образовательные программы в колледжи и за ее пределами ». Но даже если бы его программа была эффективно и агрессивно реализована, она могла бы идти в ногу со скоростью 40% прогресса всего лишь на некоторое время.  
Между тем, решения Брукса приведут только к большему правительству и более широкому управлению и контролю. И трудно себе представить, как такая вялая правительственная система могла бы справиться с такими быстрыми темпами перемен, когда это едва ли можно сделать сейчас.  
В конечном счете, нам нужен новый, индивидуализированный, культурный подход к смыслу работы и цели жизни. В противном случае люди найдут решение - люди всегда будут делать, но это может быть не тот, для которого мы начали эту технологическую революцию.