



Робот держит газету, на Всемирном экономическом форуме 2016 года, Давос, Швейцария.

# Роботы, экономический рост и неравенство

Эндрю Берг, Эдвард Ф. Бафффи и Луи-Фелипе Занна

**Революция в роботехнике может оказать глубокое негативное воздействие на уровень неравенства**

**Н**ЕКОТОРЫЕ утверждают, что мир вступает во «второй век машин». Каждую неделю мы читаем о новой сфере применения искусственного разума, так называемом глубинном обучении, и робототехники. Автоматизированные грузовики для доставки грузов, электронные помощники преподавателей и ассистенты-секретари, компьютеры, которые заменяют собой младших сотрудников юридических компаний, и беспилотные автомобили — вот всего лишь несколько примеров. По всей видимости, некоторые из них приближаются к понятию «робота», придуманному чешским писателем-фантастом Карлом Чапеком, создавшему этот термин в 1921 году для описания мыслящей машины, которая по существу неотличима от человека.

Никто не знает, в какую сторону эта технология движется. Роберт Гордон утверждает, что значимый с точки зрения экономики технологический прогресс (и рост производительности в США) замедляется с 1970-х годов,

за исключением десятилетнего бума в области технологии, который завершился в 2004 году (см. июньский номер «Ф&Р» 2016 года). Однако если говорить о роботах с искусственным интеллектом, то, возможно, мы находимся здесь на начальных этапах революции, и экономистам следует хорошо подумать о том, что это может означать для экономического роста и распределения доходов.

## Противоречие друг другу повествования

В экономической литературе, посвященной вопросам технологии, экономического роста и распределения, появилось два течения мысли. Согласно одному из них, успехи в развитии технологий приводят к росту производительности труда и, следовательно, объема производства в расчете на душу населения. Несмотря на некоторые издержки переходного периода, связанные, прежде всего, с исчезновением рабочих мест, общим эффектом является повыше-

ние уровня жизни. История этого спора, по крайней мере начиная с XIX века, по всей видимости, оставляет решительную победу за технологическими оптимистами. В 2015 году среднестатистический американский работник трудился примерно 17 недель для того, чтобы жить с уровнем достатка среднестатистического рабочего в 1915 году, и технология сыграла огромную роль в этом прогрессе (Autor, 2014).

Данная оптимистическая концепция указывает на многочисленные способы, благодаря которым вклад технологического прогресса не ограничивается одним лишь высвобождением работников. Благодаря ему труд людей становится более производительным, а спрос на их услуги возрастает — например, использование картографического программного обеспечения позволяет водителям такси (а сейчас и водителям сервисов Lyft и Uber) работать с большей эффективностью. А рост доходов порождает спрос на все виды товаров и услуг и, следовательно, на труд. В 1950-х и в начале 1960-х годов США захлестнула волна страхов в отношении последствий компьютеризации для занятости, однако в последующие десятилетия, характеризовавшиеся активным ростом производительности труда и качества жизни, уровень безработицы в целом оставался стабильным, а число занятых росло.

Другая, более пессимистическая, концепция уделяет больше внимания проигравшей стороне (см., например, Sachs and Kotlikoff, 2012; Ford, 2015; Freeman, 2015). В определенной степени рост неравенства, происходивший в последние десятилетия во многих странах с развитой экономикой, мог стать результатом технологического давления. Компьютерная революция в странах с развитой экономикой привела к снижению относительного спроса на профессии, связанные с выполнением монотонного труда (физического или умственного), — на ум приходит работа счетовода или рабочего конвейерной линии на производстве. Поскольку компьютеры, в сочетании с уменьшившимся числом в целом более высококвалифицированных работников, смогли производить продукцию, которая раньше ассоциировалась с этими видами деятельности, относительные заработные платы работников с более низкой квалификацией понизились во многих странах.

## Будут ли роботы иными?

Какое применение можно было бы найти для мыслящих роботов? Для общего обзора этого вопроса мы разработали экономическую модель, которая строится на допущении о том, что роботы представляют собой иную разновидность капитала — такую, которая является близким заменителем работников-людей. Макроэкономисты обычно исходят из того, что производство является результатом сочетания материальных основных фондов (состоящих из машин и сооружений, находящихся как в государственной, так и в частной собственности) и труда. Однако отнесение роботов к новому типу материального капитала, к такому типу, который фактически является дополнением наличествующего (человеческого) труда, является на удивление поучительным. Для производства по-прежнему будут требоваться, скажем, здания и дороги, однако теперь с этим традиционным капиталом смогут работать люди и роботы.

Так что же произойдет, когда этот робототехнический капитал достигнет достаточного уровня производительности, чтобы его можно было использовать? Если мы сделаем допущение, что роботы являются почти что совершенным субститутутом человеческого труда, то положительным следствием этого будет являться рост объема производства на душу населения. Отрицательным результатом будет усугубление неравенства в силу ряда причин. Во-первых, роботы приводят к росту предложения общего эффективного (работники плюс роботы) труда, что в условиях рыночной экономики вызывает снижение заработных плат. Во-вторых, поскольку в таком случае выгодно инве-

стировать в роботов, происходит перенаправление средств, которые инвестировались в традиционный капитал, такой как здания и машины с ручным управлением. Это еще больше снижает спрос на тех работников, чья деятельность связана с таким традиционным капиталом.

Но это лишь только начало. Со временем размах как положительных, так и отрицательных последствий только усиливается. По мере увеличения числа роботов возрастает доходность инвестиций в традиционный капитал (использование складских помещений становится более эффективным, когда задействованы робототехнические устройства для складирования). Поэтому, в конечном итоге, инвестиции в традиционный капитал также активизируются. Это, в свою очередь, позволяет обеспечивать роботов работой, даже несмотря на продолжающийся рост их числа. Со временем два вида капитала начинают расти вместе до тех пор, пока они не займут все более и более доминирующее положение во всей экономике. Весь этот традиционный и робототехнический капитал производит все больше и больше продукции при постоянно уменьшающемся вкладе человеческого труда. А от роботов ожидается не потребление, а только производство (хотя научная фантастика и не дает однозначного ответа на этот вопрос!). Таким образом, объем товаров и услуг, предлагаемый людям, постоянно увеличивается.

Однако уровень заработных плат снижается не только в относительном, но и в абсолютном выражении, несмотря на рост объема производства.

Это может показаться странным или даже парадоксальным. Некоторые экономисты говорят о заблуждении техно-паникеров, которые не понимают, что рынки придут к равновесному состоянию: спрос возрастет в ответ на увеличившееся предложение товаров, произведенных благодаря более совершенным технологиям, а работники найдут новую работу. В данном случае такого заблуждения нет: в нашей простой смоделированной экономике мы не рассматриваем безработицу и прочие осложняющие факторы: заработные платы скорректируются и приведут рынок труда в равновесие.

Итак, каким образом можно объяснить снижение уровня заработных плат на фоне роста объема производства? Иными словами, кто будет покупать всю эту дополнительно произведенную продукцию? Владельцы капитала. В краткосрочной перспективе рост инвестиций с избытком уравнивает любое быстротечное снижение объема потребления. В долгосрочной перспективе доля владельцев капитала в увеличивающемся пироге (и их расходы на потребление) будет сама по себе увеличиваться. На фоне снижающихся заработных плат и растущего объема основных фондов (человеческий) труд будет играть все меньшую роль в экономике. (В крайнем случае совершенной взаимозаменяемости доля заработной платы снизится до нуля.) Томас Пикетти напоминает нам о том, что доля капитала является базовой детерминантой распределения дохода. Во всех странах капитал распределен уже намного более неравномерно, чем доходы. Появление роботов будет способствовать бесконечному увеличению доли капитала, поэтому распределение дохода будет иметь тенденцию к еще большей неравномерности.

## «Сингулярность» экономически активного робота?

Удивительным образом данный процесс самоподдерживающегося, исключительно инвестиционного (роботы плюс традиционный капитал) роста запускается даже при чрезвычайно незначительном повышении эффективности роботов при условии, что это повышение делает роботов конкурентоспособными по отношению к человеческому труду. Этот крошечный прирост в эффективности, таким образом, приводит к своего рода экономической «сингулярности», в результате которой капитал «подминает» под себя всю экономику, вытесняя из нее труд. Это напоминает



Робот-гуманоид Пеппер делает селфи во время конкурса приложений, Токио, Япония.

гипотезу о «технологической сингулярности», популяризованную в работе Kurzweil (2005), согласно которой машины с искусственным интеллектом становятся настолько умными, что они могут программировать сами себя, вызывая тем самым экспоненциальный и непрерывающийся рост машинного интеллекта. Мы, однако, рассматриваем самоподдерживающееся накопление капитала, вызванное не постоянным ростом, а незначительным увеличением эффективности роботов.

До сих пор мы исходили из почти что полной взаимозаменяемости роботов и людей, а также незначительного повышения эффективности роботов. Еще один возможный сценарий отступает от обоих этих допущений. В данном случае речь идет о разновидности роботов, фигурирующих в голливудском кинофильме «Терминатор 2. Судный день»; они являются такими полными аналогами людей, что становятся неотличимыми от них. Было бы более реалистично, по крайней мере на данном этапе, исходить из того, что роботы и человеческий труд являются близкими, но не идеальными субститутами, что люди привносят искру творчества или критически важный человеческий фактор. В то же время, подобно некоторым специалистам по технологиям, мы прогнозируем, что на протяжении пары десятилетий производительность роботов вырастет не просто незначительным, а кардинальным образом.

Эти допущения позволяют нам восстановить некоторую долю оптимизма, типичного для экономиста. Вышеупомянутые силы продолжают действовать: робототехнический капитал, как правило, заменяет собой работающих людей и ведет к снижению заработных плат, и на начальном этапе перенаправление инвестиций в робототехнику сводит к нулю предложение традиционного капитала, которое способствует повышению заработной платы. Однако разница заключается в том, что особые таланты людей приобретают все большую ценность и становятся все более производительными в результате их сочетания с этим постепенно накапливающимся традиционным и робототехническим капиталом. В конечном итоге, это увеличение производительности труда перевешивает тот факт, что роботы заменяют собой людей, и уровень заработных плат, а также объем производства идут вверх.

Однако существует две проблемы. Во-первых, «в конечном итоге» может наступить очень скоро. Точный срок зависит от того, с какой легкостью роботы смогут заменять человеческий труд, и с какой быстротой сбережения и инвестиции прореагируют на уровни доходности. Согласно нашим базисным расчетам, потребуются 20 лет, для того чтобы эффект производительности смог перевесить эффект замещения и вызвать рост заработных плат. Во-вторых, роль капитала в экономике, скорее всего, по-прежнему существенно усилится. Он не подомнет ее под себя,

как это происходит в случае сингулярности, но на него будет приходиться большая доля дохода даже в долгосрочной перспективе, когда заработные платы превысят уровень, предшествующий появлению роботов. Таким образом, произойдет обострение неравенства, возможно, весьма существенное.

### Все люди разные

Читатели, возможно, полагают, что эти страшные сценарии их не касаются, поскольку роботы не смогут выполнять их работу, скажем, экономистов или журналистов. В нашей модели мы начали с того, что посчитали человеческий труд и роботов совершенными заменителями, затем ввели понятие того, что они могут быть близкими, но не совершенными субститутами в производстве. Ситуация еще более осложняется тем, что все работники разные. И, разумеется, возможно и то, что даже сложные машины, наделенные развитым искусственным интеллектом, не заменяют людей во всех сферах занятости. В кинофильмах диапазон профессий, которые позволяют роботам заменять людей, вполне обширен — от робота-охотника («Бегающий по лезвию») до доктора («Чужой»). Роботы также, по крайней мере попробовали себя в роли помощников преподавателей и даже журналистов. Массовые открытые онлайн-курсы могут представлять угрозу даже для профессоров. Но в реальной жизни многие профессии на самом деле находятся вне опасности, по крайней мере на данный момент.

Поэтому в качестве следующего шага в нашей модели мы разделяем всех работников на две категории, которые мы называем «квалифицированными» и «неквалифицированными». Под квалифицированными мы имеем в виду, что они не являются близкими эквивалентами роботов; скорее, имеется в виду, что роботы могут повысить их производительность. Под неквалифицированными мы подразумеваем, что они являются очень близкими субститутами. Таким образом, в нашем случае квалифицированные работники могут и не являться высокообразованными людьми в обычном понимании этого слова; они могут быть людьми, способными к творческой деятельности или эмоциональному сопереживанию, что будет особо сложно воспроизвести будущим роботам. Исходя из работы Frey and Osborne (2013), мы полагаем, что примерно половина трудовых ресурсов может быть заменена роботами и, таким образом, является «неквалифицированной». Что произойдет при удешевлении роботизированной технологии? Как и раньше, объем производства в расчете на душу населения вырастет. А доля совокупного капитала (роботы плюс традиционный капитал) увеличивается. Однако в данном случае возникает дополнительный эффект: заработные платы квалифицированных работников растут относительно заработных плат

неквалифицированных работников, а также в абсолютном выражении. Почему? Потому что производительность этих работников возрастает, когда они трудятся вместе с роботами. Представьте себе, например, насколько увеличится производительность труда конструктора, на службе у которого будет находиться целая армия роботов. Между тем, заработные платы неквалифицированных работников стремительно падают как в относительном, так и в абсолютном выражении даже в долгосрочной перспективе.

В данном случае неравенство растет по двум фундаментальным причинам. Как и прежде, капитал получает большую долю от общего дохода. Кроме того, происходит существенное обострение неравенства в зарплате. Производительность и реальные зарплаты, уплачиваемые квалифицированным работникам, растут устойчивыми темпами, а низкоквалифицированные работники вступают в битву один на один с роботами и терпят сокрушительное поражение. Цифры зависят от нескольких ключевых параметров, таких как степень взаимодополняемости квалифицированных работников и роботов, однако приблизительный диапазон итоговых значений вытекает из простых допущений, сделанных нами. Мы приходим к выводу о том, что, согласно нашим базисным расчетам, на протяжении 50 мучительных лет реальная заработная плата низкоквалифицированных работников сокращается на 40 процентов, а доля этой группы в национальном доходе снижается с 35 до 11 процентов.

До этого момента мы представляли себе большую страну с развитой экономикой, такую как США. И это кажется естественным, учитывая то, что такие страны обычно находятся на более высокой ступени технологического развития. Однако эра роботов также может повлиять на международное распределение производства. Например, если неквалифицированные трудовые ресурсы, заменяемые роботами, напоминают рабочую силу в развивающихся странах, это может привести к снижению относительных заработных плат в этих странах.

### Кому будут принадлежать роботы?

Эти сценарии могут и не сбыться. Во-первых, мы главным образом рассуждаем о последствиях зарождающихся тенденций в технологии, а не анализируем существующие данные. Появившиеся недавно инновации, которые мы имеем в виду, (пока) еще не проявились в статистических данных по производительности или росту в странах с развитой экономикой; на самом деле темпы роста производительности в последние годы были низкими. И, по всей видимости, технологии не являются виновником обострения неравенства во многих странах. В большинстве стран с развитой экономикой рост относительных заработных плат квалифицированных работников был не таким активным, как в США, даже в случае стран с развитой экономикой, предположительно сталкивающихся со схожими изменениями в технологии. Как было подчеркнуто Пикетти и его соавторами, рост неравенства, наблюдавшийся в последние десятилетия, в большей степени сконцентрирован в рамках чрезвычайно малой группы населения, и технологии, по всей вероятности, не являются основным объяснением. Однако рост неравенства, отмеченный в столь многих странах мира за последние несколько десятилетий (и, возможно, даже некоторая политическая нестабильность и популизм в новостях), указывает на риски и повышает ставки. Представляется зловещим то обстоятельство, что после десятилетий относительной стабильности доля труда в доходах США, по всей видимости, снижается с начала века (Freeman, 2014).

Известные три «закона робототехники» писателя-фантаста Айзека Азимова были выведены для защиты людей от физического вреда со стороны роботов. Согласно первому закону, «робот не может причинить вред человеку или своим бездействием допустить, чтобы человеку был причинен вред». Такое руководство может подойти для конструкторов отдельно взятых роботов, но будет малоприменимым для преодоления обсуждаемых нами последствий в масштабах всей экономики. Наша маленькая

модель показывает, что даже в четко функционирующей рыночной экономике роботы могут приносить прибыль владельцам капитала и способствовать росту среднего дохода на душу населения, но результатом этого не станет появление общества, в котором большинство из нас захотело бы жить. Это дает веские доводы в пользу принятия ответных мер государственной политики.

Все эти сценарии предполагают наличие рабочих мест для людей, желающих работать. Проблема заключается в том, что большая часть дохода достается владельцам капитала и квалифицированным работникам, которые не могут быть с легкостью заменены роботами. Остальные довольствуются низкими заработными платами и все уменьшающейся долей пирога. Это указывает на важность образования, которое способствует развитию такого творческого потенциала и навыков, которые будут дополнять разумные машины, а не подменяться ими. Такие инвестиции в человеческий капитал могут привести к росту средних заработных плат и снижению неравенства. Но даже в этом случае появление роботов может вызвать длительное по времени сокращение средних заработных плат, а доля капитала будет увеличиваться.

Пытаясь максимально упростить нашу модель, мы проигнорировали многие из обязательств, с которыми такое общество столкнется. К их числу может относиться обеспечение достаточного объема совокупного спроса в условиях растущей концентрации покупательной способности, поиск ответов на социальные и политические вызовы, связанные с такими низкими зарплатами и острым неравенством, и преодоление последствий снижения зарплат в случае, когда речь идет о способности работников оплачивать услуги здравоохранения и образования и инвестировать в своих детей.

До сих пор мы неявным образом исходили из того, что доход, получаемый от капитала, по-прежнему распределяется крайне неравномерно. Однако рост общего объема производства на душу населения предполагает, что каждый может остаться в выигрыше, если получаемый от капитала доход будет перераспределен. Примуущества базового дохода, финансируемого за счет налогообложения капитала, становятся очевидными. Разумеется, за последние десятилетия глобализация и технологические инновации лишь облегчили возможности по выводу капитала из-под налогообложения. Таким образом, наш анализ делает еще более актуальным вопрос «Кому будут принадлежать роботы?» ■

*Эндрю Берг — заместитель директора Института профессионального и организационного развития МВФ, Эдвард Ф. Баффи — профессор экономики Университета штата Индиана в Блумингтоне и Луи-Фелипе Занна — старший экономист Исследовательского департамента МВФ.*

*Литература:*

Autor, David, 2014, "Why Are There Still So Many Jobs? The History and Future of Workplace Automation," *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 29, No. 3, pp. 3–30.

Čapek, Karel, 1921, R.U.R. (Rossum's Universal Robots) (New York: Penguin).

Ford, Martin, 2015, *The Rise of the Robots* (New York: Basic Books).

Freeman, Richard B., 2015, "Who Owns the Robots Rules the World," *IZA World of Labor*, May.

Frey, Carl Benedikt, and Michael A. Osborne, 2013, "The Future of Employment: How Susceptible Are Jobs to Computerisation?" *Oxford University paper* (Oxford, United Kingdom).

Gordon, Robert, 2016, *The Rise and Fall of American Growth: The U.S. Standard of Living since the Civil War* (Princeton, New Jersey: Princeton University Press).

Kurzweil, Raymond, 2005, *The Singularity Is Near: When Humans Transcend Biology* (New York: Viking).

Sachs, Jeffrey D., and Laurence Kotlikoff, 2012, "Smart Machines and Long-Term Misery," *NBER Working Paper 18629* (Cambridge, Massachusetts: National Bureau of Economic Research).