

## Глава 6

# Будет ли технология благом или проклятием?

Казино и курорт в Габороне (Ботсвана) был не совсем тем местом, где обычно проводят конференции, посвященные новым технологиям. Я приехал послушать, как Африка изменилась благодаря технологиям и как она меняла технологии сама. С одной стороны, хороших новостей было хоть отбавляй, и везение тут ни при чем. Один из столпов стратегии развития Ботсваны «Видение 2016» — «присоединиться к глобальным коммуникационным сетям»<sup>148</sup>. Представители правительства заявили, что в стране был создан Центр инноваций, который призван стать катализатором для технологических компаний, способных развить потенциал Африки. Исследовательский центр Microsoft уже запланировал свое появление в Габороне: он расположится на территории нового технопарка, который должен быть скоро построен.

Двухдневная конференция на многое открыла мне глаза: и на масштабы политических, экономических и экологических проблем, с которыми сталкивается Африка, и на технологический прогресс, которого удалось достичь в столь краткие сроки. Из положительных моментов: Алан Бошуаэн из ботсванского Центра инноваций поведал нам, что «Африка 80-х и 90-х — совсем не то же, что Африка сегодня... на нашем континенте на каждый проданный компьютер приходится

четыре смартфона<sup>149</sup>. Проникновение мобильной связи на континенте составляло 65%», и число абонентов мобильных телефонов в Африке удваивалось каждый год начиная с 2002 г. Сегодня в Африке вдвое больше сотовых телефонов, чем в США. И — кстати говоря — в Африке находятся многие из наиболее быстрорастущих экономик мира. Процент урбанизации стал резко расти, и с большой долей вероятности Африка в ближайшие лет десять превзойдет азиатские показатели.

И все же глава ботсванского Центра инноваций сообщил нам, что еще много белых пятен, которые технологическим компаниям только предстоит осваивать: правила расплывчаты, стратегии невнятны, полномочия не определены, а бюджеты правительствами не выделяются.

Какими бы многообещающими ни были изменения, многие участники беседы считали, что этого недостаточно. Один из выступавших предостерег нас: «Проблемы возможны, несмотря на технологии и улучшенный доступ к информации». Особое беспокойство у него вызывал рост численности населения. «К 2030 г. в Центральной Африке будет проживать около 1,5 млрд человек. Если нам не удастся подстегнуть экономический рост, мы не сможем удовлетворить потребности населения». Есть способы контроля рождаемости, но культура зачастую препятствует их широкому использованию.

Итак, здесь мы наблюдаем появление некоего сценария. Дело не только в изобретении или открытии новых технологий или устройств, не менее важен контекст. Изменение социальных и культурных норм иногда играет определяющую роль в том, изменится ли что-нибудь с появлением новой технологии.

Хорошая новость такова: мы частенько недооцениваем скорость, с которой внедряются новые технологии. Скорость, с которой люди способны осваивать новинки, быстро растет. Понадобилось около половины столетия, прежде чем четверть населения США стала использовать электрическое освещение после того, как оно было коммерциализировано в начале 1870-х. Всемирной паутиной, изобретенной в 1991 г.,

понадобилось каких-то семь лет. А главное, такое ускорение наблюдается и на гораздо менее благополучных континентах. В Африке смартфоны — для большинства способ попасть в интернет и все чаще — получить доступ к банковским услугам. Перемены начинаются снизу.

Вы также можете проследить это по распространению исследовательских центров во всем мире. Хорошая иллюстрация — исследовательские лаборатории IBM, над которыми никогда не заходит солнце, как когда-то было с Британской империей. Во время визита в отделение компании в Бразилии нам рассказали, как развивалась IBM — «от аппаратуры к сервису, затем к комплексным решениям и сотрудничеству для создания более разумной планеты» — и о том, как она вышла за границы США и распространилась по всему миру<sup>150</sup>. Первая иностранная лаборатория появилась в швейцарском Цюрихе в 50-е, затем последовал Израиль в 60-е и Япония в 80-е. Черед Китая и Индии настал в 1996 и 1998 гг. Основными центрами исследований IBM с 2010 г. стали Бразилия и Австралия. Похоже, экспансия IBM шла в ногу с ростом экономик этих стран в мировом масштабе.

Лучше всего воспринимать инновации как феномен «полного цикла», от зарождения идеи до ее использования. Причем результат может уже толком не иметь ничего общего с изначальной идеей. Ученые не всегда хорошо представляют себе, как использовать их изобретения. Так нам сказали в бостонском Центре интеграции медицинских и инновационных технологий (Center for Integration of Medicine and Innovative Technology, CIMIT). CIMIT занимается разработками медицинского оборудования, воплощая инновационные идеи с нуля до внедрения и коммерциализации. Руководство обсудило с нами, как важно для продажи изобретения на определенном этапе отодвинуть разработчиков на второй план. «Когда мы переходим к этапу реализации проекта, ученые и медики уже не так важны». Здесь доминирующим игроком становится предприниматель.

Школьные познания о том, что атомы и молекулы находятся в постоянном хаотическом движении, быстро перемещаются и постоянно

сталкиваются друг с другом, пожалуй, могли бы быть хорошей метафорой для инноваций и технологии. Мы привыкли считать, что между научными дисциплинами есть четкие границы, как и между наукой и законом, или городским планированием, или управлением организацией. Но эти границы стираются. Вместо них, как постоянно движущиеся и сталкивающиеся атомы и молекулы, различные научные дисциплины и другие сферы деятельности человека постоянно наслаиваются друг на друга и друг в друга проникают. Более того, попытки разделить их сегодня мешают думать о науке и технологии. Успешные предприниматели и новаторы, управленцы, политики и педагоги — да много кто еще — должны будут учиться, как усидеть на нескольких стульях.

Ставки выросли. Я уже говорил о многих масштабных технологиях — в частности, нанотехнологии, биотехнологии, ИТ, 3D-печати, искусственном интеллекте, новых материалах и робототехнике — и о том, что они сейчас резко пошли на взлет. Геном человека не мог бы быть расшифрован без предварительного наращивания вычислительной мощности компьютера. Революция в синтетической биологии и биоинженерии — а мы только на ее пороге — опирается на процесс трехмерной печати не меньше, чем на прорывы в секвенировании генома: и для того и для другого необходимы достижения в сфере ИТ. Так что образ атомов и молекул, хаотично мечущихся и составляющих разные комбинации, удачен. Он предполагает, что нас ждет бесконечная широта возможностей для столкновения, комбинирования и безумного творчества.

Разнообразие комбинаций расширяет спектр не только возможностей, но и рисков. Начнем с автоматизации и производственных технологий. Со временем они совершат переворот в природе труда. Масштаб изменений, которые мы наблюдаем в производственных технологиях, сопоставим с Третьей промышленной революцией<sup>151</sup>. Этот процесс может за 20 лет изменить наш мир даже сильнее, чем интернет за последние 20 лет. Очевидно, без него не было бы и новой

волны индустриализации, но Третья промышленная революция обладает собственной мощью и выходит за рамки интернета, особенно если учесть масштаб прорыва в биотехнологиях.

Большинство историков считают Первой промышленной революцией появление в XVIII в. парового двигателя. Вторая началась с изобретения современного конвейера в начале XX в. Как и две предыдущие, Третья промышленная революция — а она уже началась — меняет способ, место и время производства продукта и способ распространения. Она снижает количество потребляемой энергии и сырья, а также уменьшает негативное воздействие на окружающую среду. Она влияет на общественные отношения, создает и уничтожает рабочие места и меняет отношение людей к продуктам. Она заставляет мир перейти от массового производства стандартных товаров к созданным на заказ, отвечающим конкретным индивидуальным требованиям. Она также трансформирует мировую экономику, предоставляет новые возможности как развитым странам, так и развивающимся. Но если какие-то страны не смогут адаптироваться к новым условиям, у них возникнут серьезные трудности.

Технология аддитивной печати — официальное название 3D-печати — включает группу технологий, позволяющих устройству создавать предмет, постепенно добавляя материал послойно. 3D-печать уже сегодня используется для создания моделей из пластика в таких отраслях, как производство товаров широкого потребления, автомобилестроение и космическая промышленность. Судя по всему, она постепенно заменит стандартное массовое производство, в частности для мелкосерийных продуктов или в сферах, где требуется массовое производство по индивидуальным заказам.

3D-устройства используют компьютерное моделирование (computer-aided design, CAD) и управляемый компьютером лазер, экструзионный пресс или печатающую головку, чтобы изготовить объект. Основа технологии на самом деле была изобретена 30 лет назад, но по настоящему набрала обороты только после того, как стала

использоваться с CAD. Принтеры могут генерировать геометрически сложные объекты с внутренними полостями или подвижными частями внутри, которые невозможно произвести при помощи традиционного оборудования. С 3D-печатью производители могут избежать значительных расходов на предварительную отладку оборудования и изготовление лекал. Файл CAD может представлять собой данные лазерного сканирования поверхности другого объекта или человека, а также содержать медицинскую информацию, например компьютерную томограмму (КТ) или данные магнитно-резонансной томографии (МРТ), что позволяет создавать объекты в форме и с функциями костей или внутренних органов.

Революция 3D-печати происходит в двух направлениях: сверху вниз и снизу вверх<sup>152</sup>. Ведущие мировые производители (General Electric, Boeing, EADS/Airbus, Ford) используют высокопроизводительные печатные машины 3D для решения разных задач — от быстрого создания прототипов до изготовления важных деталей самолетов, автомобилей и ветровых установок. Технология становится более демократичной за счет использования недорогих устройств и онлайн-магазинов 3D-объектов и расширяет возможности личности. Это напоминает нам о начале эпохи интернета, когда маленькие компании могли становиться могущественными. Технологию подстегнуло движение «сделай сам»: десятки тысяч пользователей стали покупать персональные 3D-принтеры для экспериментов или чтобы начать свой малый бизнес. «Технология 3D-печати может привести к возникновению большого числа микрофабрик сродни ремесленным гильдиям доиндустриальной эпохи, однако с современными производственными возможностями. Такие фабрики могли бы производить много продуктов, в особенности таких, на которые традиционно высоки транспортные расходы или длительны сроки доставки, а также укорачивать и упрощать цепи поставок»<sup>153</sup>.

3D-печать может открыть путь к новым экономическим возможностям, особенно на Африканском континенте, в странах, которые

еще не были индустриализованы и сильно зависят от импорта, в том числе товаров первой необходимости. Расходы на создание простейшего производства с 3D-печатью — компьютер, принтеры, материал и доступ к интернету — существенно меньше 10 тыс. долларов, организация обычного производства потребует гораздо более серьезных капиталовложений. В отличие от традиционного производства 3D-принтер может производить неограниченное количество товаров, не требуя замены оборудования, и создавать продукты, подходящие для конкретного локального рынка. В некоторых развивающихся странах 3D-печать может стать в материальном мире тем же, чем сотовый телефон стал для мира цифрового, и поможет им перейти в разряд развитых.

В развитых странах 3D-печать также сулит много плюсов, включая снижение безработицы и уменьшение потребностей в аутсорсинге, особенно за счет снижения протяженности цепей доставки, однако может и вызвать эффект сродни ситуации с аутсорсингом: большое количество работников с низкой и средней квалификацией станут не нужны, что обострит социальное неравенство.

Мы уже обсуждали робототехнику в контексте того, как машины превосходят людей в части физических и умственных возможностей. Вместе с новыми автоматизированными и производственными технологиями они способны полностью изменить рынок труда, причем в основном в лучшую сторону. Правда, я опасаясь, что его непосредственное воздействие может также включать негативные последствия, так как приведет к вымиранию некоторых профессий.

Сначала о хорошем. Как я уже упоминал, роботы превосходят человека по механическим возможностям и чувствительности. Это идеальные исполнители рутинных заданий. Промышленные роботы уже изменили многие производственные процессы. Домашние роботы пылесосят ковры и стригут газоны; в больницах роботы патрулируют коридоры и разносят еду; на вооружении американской армии тысячи роботов, используемых на полях сражений. Появляется новое

поколение роботов для работы в сфере услуг, в том числе уборки, офисной рутины и ремонтных работ.

Разработчики расширяют возможности роботов, стирают границы между промышленными и непромышленными роботами. Много еще должно быть сделано, чтобы улучшить когнитивные способности роботов, но составные части футуристичной и чрезвычайно разрушительной системы вполне могут быть доступны уже к 2030 г. Такая робототехника может уничтожить целые сектора рынка труда в определенных отраслях, стоит только полной автоматизации стать выгоднее, чем производство продуктов в странах с более низким уровнем дохода. Даже в развивающихся странах роботы могут заменить местную рабочую силу в таких областях, как электроника, что отрицательно скажется на уровне местных зарплат. Компания Foxconn — китайский производитель продуктов Apple — как известно, планирует заменить 80% сотрудников роботами. Компанию беспокоит рост затрат на рабочую силу и трудности в поисках надежных сотрудников за небольшие деньги. Процент удержания сотрудников начал снижаться по мере того, как стали появляться многочисленные возможности в других местах и возросли зарплатные требования китайских работников<sup>154</sup>. Использование роботов не будет ограничиваться рабочим местом или бытом<sup>155</sup>. Автономные двигательные аппараты, в том числе культовый беспилотный автомобиль от Google, могут уже в ближайшие 10 лет заполнить наши автострады. Долгосрочным последствием внедрения беспилотных автомобилей и других автономных транспортных средств может стать радикальное изменение способов использования автомобилей, отразиться на транспортной инфраструктуре и использовании городских территорий. Возможно, мы получим существенное снижение количества дорожно-транспортных происшествий и жертв на дорогах: более 90% аварий случаются из-за человеческой ошибки<sup>156</sup>. На сегодняшний день на автомобили приходится до 60% городского пространства. Эта цифра может существенно снизиться, если машины станут доступны по требованию, их можно будет



вызывать при помощи приложений и они не станут простаивать. Такой подход резко уменьшил бы потребность в парковочных площадях, равно как и общее число автомобилей, которые как личные транспортные средства простаивают до 90% времени<sup>157</sup>. Такие транспортные средства для личного пользования могут быть даже эффективнее общественного транспорта: машины будут отвозить людей туда, куда им нужно.

Беспилотные автомобили подтолкнули бы к реорганизации городов и изменениям в городском образе жизни. Роботизированные транспортные средства, особенно если вместе с их появлением меняются схемы владения ими и их использования, имели бы разрушительные последствия для мировой экономики, в первую очередь автомобильной промышленности. Некоторые производители могли бы извлечь выгоду из ситуации (либо появились бы новые производители), но может полностью измениться само представление о том, что такое автомобиль, если люди начнут ценить его за удобство, а не статусность<sup>158</sup>.

Какова вероятность перехода к беспилотным транспортным средствам? Большинство экспертов считают, что преодолеть социальные и культурные преграды будет труднее, чем достичь технического совершенства, так что переход может занять многие десятилетия. Более серьезным препятствием для массового производства и быстрого перехода к беспилотным транспортным средствам станут сомнения в безопасности и надежности, хотя на примере полетов мы уже знаем, что живые пилоты более склонны совершать ошибки, чем автоматические системы.

Переход к беспилотным транспортным средствам может начать набирать обороты в коммерческой сфере. Беспилотные грузовые колонны, составленные из нескольких грузовиков, могут двигаться по автостраде под управлением одного или двух водителей, которые будут контролировать процесс из первого или последнего грузовика. Беспилотные транспортные средства могут положить начало эре новой индустриализации в сфере добычи полезных ископаемых или

в сельском хозяйстве, обеспечить повышенный спрос на сырье в развивающихся странах и избавить взрослых, а иногда и детей, в этих странах от непосильного физического труда.

Использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) — сегодня их чаще называют дронами — частое явление в военной отрасли. Скорее всего, они будут чаще использоваться в ближайшие 10 лет для решения гражданских задач. Недорогие БПЛА, оснащенные камерами и другими видами сенсоров, могли бы использоваться в помощь так называемому точному земледелию: подбору выверенного объема семян, удобрений и воды для конкретных возделываемых территорий — или для инспектирования отдаленных линий высоковольтных передач. Также возможно использование дронов для оценки и оптимизации схем движения транспорта. Основной проблемой будет не множество сфер использования, а сомнения в безопасности и надежности, особенно когда полеты осуществляются над густонаселенными территориями. Поэтому большинство органов государственного регулирования по всему миру жестко ограничивают использование БПЛА в гражданском воздушном пространстве.

Большую угрозу сулят прорывы в программном обеспечении, появление программ, которые могут выполнять работу высококвалифицированных работников быстрее и аккуратнее. Невероятные возможности поисковых машин, таких как Google Search или Microsoft Bing, основанных на мощных алгоритмах ранжирования, существенно превосходят человеческие: поисковики могут просеивать миллиарды точек данных в поисках ответа на запрос. Другие мощные алгоритмы заменяют адвокатов при помощи функции eDiscovery, сканируя миллионы юридических документов с огромной скоростью, невероятной точностью и меньшими материальными затратами, чем люди. Рентгеновские снимки компьютерами описываются намного более точно, чем рентгенологами. Постоянно повышается качество онлайн-переводчика Google Translate за счет анализа огромных объемов информации и продвинутых алгоритмов. Одним словом, многие

профессии или даже сферы деятельности будут со временем полностью ликвидированы с появлением революционного программного обеспечения<sup>159</sup>.

Это подводит нас к важному вопросу: будет ли при этом создаваться больше рабочих мест, чем уничтожаться. На деле никто этого с уверенностью сказать не может, но опасения высказывают даже те экономисты, чьи теории предрекают появление из пепла уничтоженных рабочих мест таких новых профессий, какие мы сегодня и представить себе не можем. Недавний отчет ОЭСР открыл нам глаза на некоторые пугающие факты: согласно проведенным исследованиям, новые технологии были на 80% повинны в произошедшем за последние 20 лет 4%-ном уменьшении доли мирового ВВП, приходящейся на рабочий класс. Зато те немногие, кто обладал квалификацией и талантом в тех областях, где начали применяться новые технологии — а также менеджмент и владельцы корпораций, — приумножили свое состояние.

Я тут настроен оптимистично и верю, что будут созданы новые профессиональные направления. Однако увеличивающееся социальное неравенство во всем мире вызывает у меня опасения. Первая промышленная революция положила начало резкому росту благосостояния, но в то же время способствовала обнищанию ремесленников и помогла укрепить классовую систему Великобритании XIX в.<sup>160</sup> Романы Чарльза Диккенса описывают нестабильность жизни фабричного рабочего и других работников, которая сохранялась, даже когда средний класс начал разрастаться. История предостерегает нас от ошибочного представления о том, что ситуация выправится сама в ближайшей или средней перспективе. Те, кто пострадал от новых технологий, не всегда располагают средствами, чтобы приобрести новые навыки и знания. США и другие страны рискуют, в них могут появиться новые бедняки — класс, лишенный шансов на успех.

Помимо негативного влияния на рабочие места и оплату труда Третья промышленная революция влечет и другие негативные

последствия. Технология 3D-печати привлекла к себе внимание Конгресса и общественности историями о том, как люди напечатали себе пистолеты и полный арсенал боевого оружия. Согласно сообщениям в прессе, «парламент наложил общий запрет на неопределяемое огнестрельное оружие в попытке Вашингтона взять под контроль эту новую и порой обескураживающую технологию»<sup>161</sup>. Очевидно, можно будет напечатать и другие опасные продукты, например самодельные взрывчатые вещества или взрывные устройства, что существенно затруднит контроль над безопасностью. Вокруг дронов уже было сломано немало копий благодаря их способности преследовать отдельных террористов. Разработали и впервые применили дроны в этих целях США, но технология становится все дешевле и доступнее по всему миру. К технологии создания и применения собственных дронов для нападения и наблюдения имеют доступ не только государства, но и негосударственные игроки. Сегодня стали реальностью роботизированные боевые системы, способные самостоятельно принимать решение о ликвидации объекта. Дело может дойти и до роботов-солдат. Компьютерный вирус Stuxnet, который, по слухам, был разработан и применен США и Израилем, чтобы уничтожить иранские урановые центрифуги, с большой вероятностью создал прецедент для разработки другого автономного оружия, которое может применяться для поиска и уничтожения физических объектов. Компьютерная атака на беспилотные транспортные средства — будь то автомобили или БПЛА и дроны — также может привести к уничтожению объекта.

Лучший пример всех плюсов и минусов новых технологий — синтетическая биология. У этого направления огромный положительный потенциал, но и огромные возможности причинить страшный вред. Как и другие новые технологии, революция в синтетической биологии обусловлена сочетанием ряда других технических прорывов. Мы сможем изменять ДНК, как программное обеспечение на компьютере. Крег Вентер, инициатор частного исследования, направленного на расшифровку генома человека, создал первый синтетический организм,

назвав его «цифровой жизнью»<sup>162</sup>. «Созданный благодаря биоинженерии цифровой файл мог представлять собой ДНК существующего организма или его измененного вида. Это мог быть и совершенно новый организм, созданный из так называемых биокирпичиков, фрагментов ДНК. Биокирпичики — фрагменты ДНК с разными функциями, из которых можно собирать новые формы жизни, наделенные особым функционалом»<sup>163</sup>. Вентер предполагает, что созданные методами генной инженерии организмы могут, помимо прочего, быть использованы для получения биотоплива, систем очистки воды, сырья для текстильной промышленности и продуктов питания.

В недавнем докладе Национального научно-исследовательского совета и Национальной академии инженерных наук по вопросам синтетической биологии было описано, как это работает. Согласно ему, «Синтетическая биология позволяет создавать генетический код, выделяющий одну конкретную функцию. Протестировать его можно при помощи компьютерного моделирования, заказать подходящий генетический материал — в коммерческой или открытой лаборатории, занимающейся синтезом генов, и внедрить материал в тело клетки, чтобы протестировать его функциональность в реальном мире»<sup>164</sup>.

Пожалуй, еще удивительнее самого факта «оцифровки» жизни то, что цифровая жизнь может передаваться по интернету и организмы могут быть воссозданы в любой точке планеты. Или, как заявил Вентер, цифровая жизнь может использоваться, чтобы воссоздать организмы, найденные на Марсе, при помощи оцифровки их ДНК и передачи файла на Землю. А также можно отправить файлы с лекарствами будущим колонистам Красной планеты. Вентер создал биологические конвертеры для передачи и получения таких файлов. В случае пандемии мирового масштаба синтетическая биология сможет существенно сократить время, обычно необходимое для того, чтобы разработать вакцину, и «отправит оцифрованную вакцину по всему миру, чтобы она могла быть немедленно размножена с помощью биопечати и использована»<sup>165</sup>.

Можно создать новый организм с нуля. «Процесс 3D-печати позволяет создателю работать с моделями будущего продукта. Специалисты по синтетической биологии могут, например, работать с биокирпичиками с определенным функционалом, которые несложно купить или скачать»<sup>166</sup>. Составленный из них образ отправляется на биопринтер, который собирает генетический материал и создает новую форму жизни. Разработчику не нужно проводить экспертную проверку, чтобы понять, как работает каждый из кирпичиков, равно как и дизайнеру, создающему напечатанный при помощи 3D объект, не нужно быть программистом: достаточно владеть программой CAD, чтобы разработать объект и отправить его на печать.

Синтетическая биология может заметно изменить наш мир, как 3D-печать и как в свое время интернет<sup>167</sup>. Здесь скрыт большой потенциал для устойчивого развития: слово *органический* приобретет новое значение по мере того, как структуры будут выглядеть более естественно и состоять из натуральных материалов. Дрю Энди, профессор биоинжиниринга в Стэнфордском университете, подсчитала, что на сегодняшний день вклад геной инженерии и синтетической биологии в ВВП США уже составляет 2%, а в ближайшем будущем может начаться технологический и экономический бум в сфере синтетической биологии, эффект от которого можно будет сравнить с эффектом от распространением интернета<sup>168</sup>.

Как бы то ни было, легкость, с которой сегодня ассоциируется биоинжиниринг, — а также низкая стоимость и широкая доступность материалов и возможностей — заставляет все чаще задумываться о потенциальных опасностях синбио, особенно возможность изменять вирусы, делая их более смертоносными, или создавать новые смертельно опасные микроорганизмы. Лори Гаррет, эксперт в области мирового здравоохранения при Совете по международным отношениям, отмечает, что «мир биосинтеза тесно связан с 3D-печатью... Ученые в одном городе создают генетическую последовательность на компьютере и могут переслать код на принтер, где бы он ни

находился. Код может представлять собой лекарство, которое спасет жизни, или вакцину. Или же в нем может содержаться информация, которая превратит крошечный вирус в то, что убивает человеческие клетки, или же сделает коварную бактерию устойчивой к антибиотикам, или создаст совершенно новый вирусный штамм»<sup>169</sup>.

До настоящего момента законодательные инициативы ограничивались введением отчетности для поставщиков. Но эти труды могут оказаться напрасными, так как исследования становятся все более масштабными. Последние тенденции предполагают, что сферы применения новых технологий будут расширяться быстрее, чем мы осознаем все связанные с этим риски. Отсутствие попыток укрепить правовые рамки, чтобы предупредить риски, а также большая доступность синбиотехнологий повышает вероятность разработки и использования биологического оружия отдельными лицами и террористическими группировками. Есть опасения, что биологи-любители, работая в своих гаражах, могут случайно выпустить на волю опасный материал.

Отчасти проблема в нашем страхе, что слишком жесткая регуляция затормозит научный прогресс. Мы же помним, какую роль хакеры-любители и геймеры сыграли в развитии интернета и различных приложений. Таких же инноваций снизу сегодня ждут и от биологов-любителей. Отсечь эту возможность посредством правовой базы (а скорее всего, это невозможно) с некоторой вероятностью означает подорвать перспективы одного из самых многообещающих научных направлений. Поэтому особый упор ученые и власти делают на развитие пересекающихся самоконтролирующих сообществ. Думаю, ставки настолько высоки, что нужно более согласованно принять меры для обеспечения безопасности, чтобы гарантировать, что научные достижения не будут использоваться не по назначению.

Многие технологии таят в себе гораздо меньше опасностей, но связаны с другими проблемами, в частности с потребностью в существенных стартовых инвестициях или в поддержке государства, что позволит

сделать их коммерчески выгодными или эффективными. Некоторые из них, например генетически модифицированные организмы (ГМО), по мнению защитников окружающей среды и многих других, противоречивы с политической или социальной точки зрения. Однако многие специалисты в области сельского хозяйства считают, что ГМО необходимы для обеспечения растущих потребностей в продовольствии в регионах с тяжелыми климатическими условиями, например в Африке.

Управление водными ресурсами — еще один очень важный фактор для обеспечения мировой продовольственной безопасности, так как сельское хозяйство на 40% зависит от орошения и потребляет около 70% мировых запасов пресной воды. Очень много воды тратится впустую: в случае ирригации — около 60% получаемых водных ресурсов. Эффективное управление здесь необходимо, чтобы поддержать рост производительности. Опреснение воды экономически может быть оправданно в быту и на производстве, но при помощи таких технологий вряд ли будет производиться вода для орошения по низким ценам, приемлемым для сельского хозяйства. По мере того как будет усиливаться нехватка воды, единственным путем решения проблемы для фермеров станет применение технологий, которые повысят эффективность использования водных ресурсов. Они включают очный подбор генетически модифицированных, засухоустойчивых и солевыносливых культур, а также микроирригационные системы и гидропонные теплицы.

Технология микроирригации сулит перспективы улучшения системы использования водных ресурсов в сельском хозяйстве за счет очень экономичных решений. Сегодня эту технологию применяют для орошения важных овощных культур, но она подходит и для других растений. При использовании передовых микроирригационных технологий на поля попадает 90–95% воды по сравнению с 35–60% при бороздковом орошении или 60–80% при использовании дождевальной системы, где много воды испаряется. Такая эффективность дорого обходится: 2500–5000 долларов на гектар за 10–15 лет.



На неорошаемое земледелие приходится 58% мирового производства злаковых, но слишком мало сделано для того, чтобы увеличить его продуктивность. Регионы с наибольшим количеством неорошаемых земель, такие как Южная Азия, уже сейчас страдают от бедности, недостатка продовольствия, воды, деградации почв, а также плохой материальной и финансовой инфраструктуры. Не слишком распространены здесь и зарекомендовавшие себя недорогие методы (беспахотное земледелие и мульчирование), благодаря которым растения получают больше воды, чем при испарении. Лидеры в области сельского хозяйства рассматривают возможность получения воды из подземных систем сбора, что позволило бы сократить зависимость от воды на поверхности.

Важно, чтобы правительства пересмотрели политику формирования цен на воду для наиболее экономного ее использования. Как бы ни были важны технологии, их внедрение связано с непростыми политическими решениями, например повышением цен на водоснабжение. И это еще важнее. Обычно фермеры платят 10% от расценок на воду для домохозяйств и промышленности, в результате у них нет мотивации экономить воду.

Помимо повышения эффективности использования водных ресурсов продовольственная безопасность может быть достигнута за счет применения современной молекулярной селекции растений и трансгенных технологий. Последние позволяют передавать гены от одного вида растений другому, чтобы создать организм с улучшенными характеристиками. Ученые распознали сотни генов, которые могут улучшить сельскохозяйственные культуры, но немногие генно-модифицированные культуры выращиваются в коммерческих целях. И как бы ни были хороши перспективы достижения продовольственной безопасности в ближайшие 15–20 лет, подобные технологии сталкиваются с наиболее серьезным законодательным и общественным давлением, что ставит под угрозу широкое применение этих прогрессивных методов.

Точное земледелие — еще одна новая технология — открывает возможности повышения урожайности сельскохозяйственных культур за счет уменьшения использования семян, удобрений и воды, минимизации негативного влияния сельскохозяйственной деятельности и улучшения качества продуктов. Разработка экономичных, гибких и высокоавтоматизированных форм точного земледелия, подходящих для ферм разных типов и размеров, могла бы помочь обеспечить продовольственную безопасность во всем мире даже при условии нехватки ресурсов и ограничений, связанных с окружающей средой. Среди тенденций точного земледелия особое место занимает автоматизация оборудования и орудий труда. За 5–10 лет автоматизированные трактора начнут выполнять такое количество разных функций на крупных сельскохозяйственных предприятиях, что последние станут больше похожи на промышленное производство. За 10–15 лет благодаря технологическим инновациям могут существенно уменьшиться размеры роботизированных сельскохозяйственных машин и орудий. Менее крупные машины возможно использовать на небольших участках, что приведет к более урожайному, интенсивному земледелию. Пока непонятно, будут ли такие системы когда-нибудь доступны в развивающихся странах, где необходима максимальная производительность.

Сланцевая революция не сделает нас независимыми от ископаемых видов топлива, и мы вряд ли существенно продвинемся в этом направлении в ближайшие пару десятилетий. Возможность к 2030 г. заменить уголь более дешевым природным газом даст неоспоримые преимущества: например, позволит снизить выбросы углекислого газа. «Но чтобы превратить имеющуюся энергетическую систему в постнефтегазовую, придется электрифицировать транспорт, улучшить возможности хранения энергии; также потребуются интеллектуальные электросети, работающие на экологически чистой энергии — комбинации энергии ветра, солнца, атомной, гидро- и геотермальной, энергии других возобновляемых ресурсов. А в результате того, что люди все больше полагаются на сланцевые газ и нефть, может стать недостаток мотива-

ции, чтобы двигаться вперед к постнефтегазовому миру»<sup>170</sup>. Ни одна из необходимых составляющих постнефтегазовой системы не кажется на сегодняшний день достаточной без существенного импульса в виде государственной поддержки, в том числе щедрой финансовой. Интеллектуальные сети наглядно демонстрируют проблему. Интеллектуальная сеть — цифровая версия коммунальной системы снабжения электроэнергией. В XXI в. при помощи компьютерного дистанционного управления и автоматизации мы можем обеспечить обмен информацией о спросе и снабжении между производителями, сетью и потребителями. Интеллектуальные сети начинают постепенно распространяться по всему миру, но модернизация сетевой инфраструктуры — процесс длительный. В США правительство уже инвестировало в это направление 11 млрд долларов, но коммунальным службам придется инвестировать по 17–24 млрд долларов в год на протяжении последующих двух десятилетий. Такие инвестиции принесут пользователям и коммунальным службам увеличение эффективности в размере 2 трлн долларов. Но все же непросто поддерживать работу над этим направлением на протяжении такого длительного времени и в таком масштабе<sup>171</sup>.

Вернемся к исходному вопросу: в какой степени новые технологии будут нам подспорьем, а в какой — помехой? Ответ звучит так: возможны варианты. Многие новые технологии требуют нашей помощи, прежде чем они смогут существенно повлиять на нашу жизнь. Правительствам многих стран, где есть регионы, страдающие от недостатка воды, должны вмешаться в свободное использование водных ресурсов фермерами, а это зачастую политически непопулярная мера. Фермеры во многих странах (например, в Индии) представляют собой могущественное лобби. Потребуется уверенное руководство, чтобы ввести новую ценовую политику. А попытки правительства сократить дотации на топливо, которые поддерживают искусственно низкие цены, вызвали волнения и демонстрации во многих местах, например в Индонезии и Нигерии. И все же отказ от дотаций необходим, чтобы стимулировать эффективное использование энергии.

В США сланцевые месторождения могут стать причиной отказа от инвестиций в альтернативные источники энергии, в частности из-за низкой стоимости более чистого природного газа. Более того, у меня, как и у многих, вызывает опасение сокращение государственной поддержки фундаментальных исследований. Например, все технологические разработки для создания смартфона проводились при поддержке правительства США.

Таким образом, увеличение роли государства — ключевой вопрос, который может встать ребром для таких стран, как США, граждане которых и так переживают из-за все большего вмешательства государства в дела граждан и которым, похоже, невдомек, какую важную роль государство сыграло в проведении научной работы для создания устройств, без которых они в повседневной жизни уже не обходятся<sup>172</sup>.

Совсем другое дело Китай. В мой последний приезд я вел, как тогда казалось, бесконечные беседы о том, что включают в себя инновации. Как общество становится инновационным? Китайцы ударно инвестируют в технологии, опасаясь, что следующий масштабный прорыв может обойти их стороной. Очень многое они сделали правильно: отправляют студентов учиться в ведущие университеты США и других стран. Расходы на исследования и разработки выросли за 10 лет на 170%<sup>173</sup>. Их история подсказывает нам — ведь именно в Китае были изобретены многие технологии, важные для древнего мира, — что эта страна вновь может стать инновационным обществом мирового уровня. И все же мы знаем, что изобретения — продукт тесного международного сотрудничества. Ограничения, которые китайское правительство налагает на свободный доступ в интернет, могут только препятствовать движению к этой амбициозной цели.

Несмотря на все эти проблемы, я вижу прогресс в Китае и других странах, таких как Индия и Бразилия. В докладах «Глобальные тенденции» мы говорили о росте значения развивающихся стран в сфере инноваций и научных открытий, вплоть до соперничества

с лидирующими на этом поприще США. Мы увидели, что острые проблемы (дефицит воды, пищи и в некоторых случаях энергоносителей) заставят их поставить технологии управления ресурсами нового поколения на коммерческие рельсы. Пятилетний план китайского правительства включает выделение 1,7 трлн долларов на информационные и экологические технологии нового поколения. В 2012 г. Банк развития Китая уже инвестировал 26 млрд долларов в зарождающуюся «зеленую» экономику<sup>174</sup>. Для начала Пекин может разрешить частным и государственным компаниям занять сильные конкурентоспособные позиции. США лидируют во всех этих технологиях, но ситуация может измениться. К тому же у США может быть другая мотивация: страна так богата ресурсами, что никакой дефицит ей не грозит.

Синтетическая биология — пожалуй, самая потрясающая из новых технологий, она может применяться в разных сферах: от биоэнергетики до чудесных исцелений в медицине. Именно здесь, на стыке промышленности и научного сообщества, особенно важна сильная роль государства, чтобы избежать злоупотребления технологиями и их попадания в плохие руки. Любой ущерб может оказаться непоправимым. Любой случай злоупотребления может вызвать протест против технологии и застопорить дальнейший прогресс, многое из результатов которого уже послужило и еще могло бы послужить на благо человечества.

И вот мы замкнули круг и вернулись к тому, что использование новых технологий во благо зависит от среды. Тут важны и промышленность, и государство, и они должны объединить усилия. Технологии бессмысленны, пока их не поставят на коммерческие рельсы. И если оглянуться назад, то поддержка, которую наука находила в лице промышленности, нас разочарует. Так что тут пора вмешаться государству и гарантировать науке дальнейший прогресс. История технологий — в первую очередь история внешних факторов (окружающей экосистемы) и совокупность сил, которые должны быть приведены к общему знаменателю, чтобы мы могли извлечь максимальную выгоду из невероятных и захватывающих инноваций.



[Почитать описание, рецензии  
и купить на сайте](#)

Лучшие цитаты из книг, бесплатные главы и новинки:



Mifbooks



Mifbooks



Mifbooks