

Введение

Риск или плата?

Самая отчаянная опасность лучше верной смерти.

Артур Конан Дойль

Многие эксперты — политики, экономисты, равно как и представители естественных наук, инженеры и футурологи — связывают изменения в нашей жизни со становлением нанотехнологий. Однако такие, только технологические изменения трудно назвать «принципиальными» или «фундаментальными». Речь идет не только и не столько о технике (да и техникой ли это будет называться), сколько об изменении технологического уклада, включающего изменения социального, институционального и иных порядков.

Большие надежды — всегда большие риски. О балансе надежд и рисков и пойдет речь в данной книге. Но и надежды, и риски



далеко выходят за пределы технологической плоскости. Последствия технологического развития и связанных с ним изменений затронут различные стороны нашей жизни. Изменится не только наша «обыденная» жизнь, т. е. жизнь нам «привычная», базовые обстоятельства которой мы ошибочно привыкли считать чем-то само собой разумеющимся. Изменится само устройство нашей жизни: социальное и политическое, экосистемное, гуманитарное, наша культура — изменится наша *цивилизация*. Поэтому и риски носят принципиально разноплановый характер. Это не только и не столько риски технические: что-то взорвалось, кто-то отравился (что, без сомнения, также чрезвычайно важно), но это и риски системные, связанные с характером и степенью возможных изменений в нетехнологических областях за счет изменений технологических. Человечество с такими изменениями сталкивается давно. Их примером — далеко не единственным — являются экологические последствия, в том числе планетарного характера. Достаточно вспомнить о рукотворности многих ландшафтов современного мира — пастух и земледелец раннего этапа неолитической революции, использующий технологии подсечного земледелия, оставил нам Землю, сильно отличающуюся от той, которую знал донеолитический охотник и собиратель. И не всегда этот новый ландшафт к лучшему. Да мы и сами «мастера»: судьба Аральского моря тому свидетель. Арал — жертва ракетной техники: так случилось, что наиболее массовое ракетное топливо, гептил, остро нуждалось в соответствующем сырье, среднеазиатском хлопке. А этот хлопок, выращиваемый на полях советской Средней Азии, требовал полива. В результате вода Амударьи и Сырдарьи просто не дотекла до Аральского моря. И моря нет! Пересохло! Аральское море было четвертым по величине озером в мире. Было! В 1989 г. оно распалось на два изолированных водоема — Северное (Малое) и Южное (Большое) Аральское море. А там, откуда вода ушла, теперь соленая пустыня.

Аналогия с неолитической революцией не случайна. По мнению некоторых экспертов-футурологов¹, человечество лишь

¹ Среди них Сергей Переслегин, Николай Ютанов и др. См., например: *Переслегин С.Б.* Самоучитель игры на шахматной доске / Сергей Переслегин. М.: АСТ; СПб.: TeraFantastica, 2005; *Переслегин С., Переслегина Е., Ютанов Н.* и др. Новые карты Будущего, или Анти-РЭНД. СПб.: TF; М.: АСТ, 2009.

дважды в своей истории испытало столь кардинальные перемены. Это собственно неолитическая революция, а также промышленная революция, начатая в Великобритании в последней трети XVIII в. как технологическая революция (текстильная промышленность, паровой двигатель, металлургия). Но, как утверждает большинство футурологов, нанотехнологическая революция потенциально сопоставима, равномошна этим двум уже состоявшимся. В общем, если футурологи правы, поздравляем: мы живем в эпоху перемен, что древнекитайские философы считали крайне неутешительной новостью.

С революционными изменениями связано такое понятие, как неизбежность. Мы не можем отказаться от изменений — сам отказ катастрофичен: его последствия тяжелее и трагичнее возможных последствий, которые несут с собой риски перемен. Такие изменения — не риск. Это данность. Поэтому еще до того, как мы начнем анализ различных рисков, связанных с нанотехнологиями, с их проникновением в нашу жизнь, необходимо прояснить следующее. Кроме рисков и угроз то, что может случиться, а может и не случиться (а это важная особенность риска), есть наша обязательная плата за технологическое развитие, впрочем как и за любое другое развитие. Так, за прямохождение человек сегодня платит большую цену. Это не только плоскостопие или искривленный позвоночник у значительной части населения, но и сердечно-сосудистые заболевания — бич XX и, наверно, XXI в. Любое «достижение» человека — как биологического вида, как существа социального (а технологическое развитие из этой «песочницы») — всегда требовало платы. Появились антибиотики, и вот уже экологи бьют тревогу: не прокормит наша планета такое количество, страшно сказать, не умерших, лишних людей. Впрочем, эту проблему осознали еще до антибиотиков: достаточно вспомнить экономиста Томаса Роберта Мальтуса (1766—1834) с его теорией перепроизводства людей¹ (правда, следует отметить, что эту «плату» человечество ловко умеет откладывать на потом). В отличие от рисков и угроз расплата обязательно наступает. Правда, мы об этом можем за-

¹ Теория Мальтуса сводилась к двум положениям: 1) биологическая способность к размножению у человека превосходит его способность увеличивать продовольственные ресурсы; 2) сама способность к воспроизводству ограничивается наличными продовольственными ресурсами. — *Прим. ред.*

ранее и не знать: либо не предвидеть, либо думать о ней как о риске. Но расплата — это не риск, и нужно думать не о том, как ее предотвратить, а о том, адекватна ли она, готовы ли мы ее нести за те преимущества, которые извлекли. Ну не на четвереньки же нам снова вставать.

Однако мы будем различать расплату и риски только там, где сумеем. И, когда будем говорить о рисках, мы, если это не оговорено специально, будем включать и расплату, *неизбежную* расплату.

Кроме того, необходимо пояснить разницу между рисками и угрозами. Она условна. Но это различие как раз и позволяет нам находить тот баланс между надеждами и рисками, о которых речь шла выше. Представим, что в силу тех или иных внешних обстоятельств (под которыми мы будем понимать обстоятельства, вызванные иными причинами, чем рассматриваемое нами технологическое развитие) имеются риски, которые мы надеемся с помощью новых технологий преодолеть. Вот тогда и будем называть их угрозами. Например, проблема обеспечения безопасности — угроза; проблема потенциального голода — угроза; перечень можно продолжать достаточно долго. Но условность различия также легко понять: так, нанотехнологии способны не только преодолевать угрозы, но и косвенно порождать новые — все в этом подлунном мире взаимосвязано, и отделить причину от следствия порой не просто трудно, а принципиально невозможно — как в набившей оскомину дилемме о первичности курицы или яйца.

Итак, риски. Каковы они? Технологические риски сопутствуют человеку на протяжении всей его истории: не вовремя лопнувшая тетива первобытного охотника, оставившая его один на один с диким зверем, конечно, меньшая трагедия, чем взрыв ядерного реактора. Но, возможно, не с точки зрения данного охотника. Наша книга посвящена рискам, связанным именно с нанотехнологическим развитием. Означает ли это, что в данном случае имеет место особенность, отличие от того, что мы знали ранее, отличие от того опыта, который мы как человечество приобрели за свою не менее чем пятидесятилетнюю историю, если за отсчет принять первую письменную цивилизацию, опыт которой хоть как-то сохранился — шумерскую?

И да, и нет. И вот почему.

[...]

ЧАСТЬ I

НАНО ВОКРУГ

Глава 1

Коварная прочность

1.1. Голова или хвост?

Желание избежать ошибки — вовлекает в другую.

Квинт Гораций Флакк

Когда исчезнет то, что зло сейчас, немедленно наступит то, что зло завтра.

Фазиль Искандер

Устранение факторов, способных привести к нежелательному исходу, обнаруживает новые такие факторы.

Седьмой закон Мерфи

Нанотехнологии начинаются с материалов, как, впрочем, и все в привычном нам мире, — мире, начиная с древних шумеров, построенном на технологиях. Ведь если мы сделали какую-



то *материальную* вещь, то она обязательно сделана из материала. Много раньше мы строили и делали наши инструменты из дерева и камня. Потом настала эпоха меди и бронзы. Ее сменил век железа и стали, при котором мы научились делать механизмы. Алюминий и алюминиевые сплавы, а также титан позволили нам развить авиацию, штурмовать космос. Наш прогресс — это во многом прогресс материалов.

Конечно, в современную эпоху — эпоху информационных технологий — может последовать серьезное возражение, ранее не имевшее место. Спрашивается: из какого материала сделана компьютерная программа? А ведь она так же важна и полезна, как и любая материальная вещь! Она настолько полезна, что ее можно продать, и объем продаж таких программ давно превысил соответствующий объем для многих вполне материальных вещей, например мебели.

Действительно, в современном мире все сильнее становится представление о нематериальных ценностях и активах: будь то вполне «осязаемая» программа или совершенно эфемерный гудвилл — репутация той или иной фирмы, товарного знака, бренда, оцененная в деньгах. Говорят даже об экономике знаний как о новом этапе нашей технологической цивилизации. Знания — вот истинная ценность, которую стоит производить, а они нематериальны. Все это отчасти верно. Но представьте себе, что мы начали обменивать знания на знания, не производя ничего другого. Будет ли это экономикой?

Однако и знания мы сохраняем на *материальном* носителе. Сначала были глина и клинопись, потом папирус и иероглифы, затем пергамент и буквы, бумага и печать¹. Сегодня — это компьютерная память, которая благодаря нанотехнологиям становится все более емкой и надежной. Развитие наших знаний тесно связано с материальными возможностями по их хранению и передаче.

Здесь уместно вспомнить простенький анекдот.

Заспорили как-то Интернет и Компьютерная программа — кто главнее. Интернет кипит:

— Ты, Программа, без меня ничего не передашь и не получишь. Где ты возьмешь данные для своей работы?

¹ Авторы не приводят действительную историческую последовательность событий. Это лишь иллюстрация общего принципа.

Программа возмущена:

— Да без меня какая же передача данных: кто запрос отправит, кто по полочкам все разложит?

— Глупости, — отвечает Интернет.

Тут пришло Электричество. Грустно улыбнулось... и всех включило.

Мораль проста: даже если мы и не видим материального основания — оно непременно есть. Оно лежит в основе всего. Наш мир — это, прежде всего, мир материалов, по крайней мере сегодня. Без материального носителя нет программы: будь то электронный диск, микросхемы памяти компьютера или флеш-устройства. Да и работа всех электронных устройств — от хранилищ информации до процессоров — требует такого материального основания, как производство энергии. С появлением «нематериальных» вещей наш мир стал еще более материальным, чем раньше.

Правда, многие материалы стали другими. Появились совсем новые материалы, неизвестные и не используемые ранее, как, например, нанокompозиты на основе фуллеренов или дендримеров, молекулярных конструкций, придуманных и синтезированных человеком. Кроме того, многие старые материалы приобрели новые качества, да такие, что мы вправе считать их совсем другими материалами. Такое случилось, например, с металлами. Действительно, мы не отказались от металлов. Однако теперь мы стали их специально обрабатывать — наноструктурировать. Мы можем наноструктурировать сам металл, его тело. Но чаще мы покрываем его специальными нанопокртиями, чтобы сделать материал тверже, уменьшить трение, обеспечить его биологическую совместимость, т. е. для разных целей и по разным основаниям.

Действительно, покрытие может сильно изменить свойства материала — это давно известно, но мы часто не обращаем на это внимания. Мало кто догадывается, что алюминиевая посуда ядовита. Мы в ней готовим, иногда в ней храним продукты (что, правда, не рекомендуется). В чем же дело, почему никто до сих пор не отравился? Все дело как раз в покрытии. Алюминий, или его сплав, такой как дюралюминий, всегда покрыт окисной пленкой. Не специально. Она образуется сама — на воздухе. Окисная пленка не ядовита и прочна. Алюминий надежно изолирован от наших продуктов. А если вы все же поцарапали кастрюлю — новая пленка на воздухе образуется практически

мгновенно. Но вот если вы поцарапаете такую кастрюльку в вакууме или в инертной атмосфере и будете в ней готовить пищу (конечно, если это будет возможно), то результат будет крайне неожидан — ваша кастрюля начнет растворяться в супе (точнее — в воде) с бурлением пузырьков выделяющегося водорода от разложения воды. (Кто на уроках химии в школе бросал в воду калий и наблюдал, как он «горит» в воде, знает, о чем идет речь.) Увидев все это, вы вряд ли рискнете попробовать варить. И правильно — токсично!

Подчеркнем: когда мы имеем дело с материалом (например, трогаем его руками или храним в нем продукты), мы имеем дело не с ним, а с его поверхностью. А это не одно и то же! Алюминий — тот же калий, только покрыт прочной оксидной пленкой, и его не приходится хранить в пузырьке под слоем керосина.

Нанотехнологии — это в том числе и технологии изменения свойств материалов за счет изменения его поверхности. Мы либо изменяем структуру поверхности, ее строение, либо наносим на поверхность тончайшие слои чего-то другого. И свойства материала на поверхности меняются, причем зачастую принципиально. Поэтому с нанотехнологиями мы получаем что-то вроде алюминиевой кастрюли, только наоборот. В кастрюле мы были хорошо знакомы с поверхностью, но плохо знали, что скрывается под ней. А в нанотехнологиях мы можем иметь дело с вполне знакомыми материалами, поверхность которых — что-то совсем другое. И у нас есть шанс обмануться. Представьте, что мы держим в руках привычную, как нам кажется, вещь, например резец для обработки сверхтвердых материалов, думаем, что это — привычная нам сталь, свойства которой нам хорошо знакомы. А это и сталь и не сталь! Нет, «внутри» она такая же, а вот поверхность стали уже нечто совсем другое — ведь именно этого мы добивались, изменяя ее свойства, например твердость. Но где гарантия, что мы не изменили — ненамеренно — и других свойств поверхности? Впору писать этикетки-напоминания, как это теперь часто делают: «Внимание: привычный нам материал может нас обмануть».

И действительно, мы можем не ожидать от него опасности. Ведь многие из нас держали сверла в руках и знают — это вполне безопасно, не надо только руки сверлить! Конечно, сверла, покрытые специальным покрытием, как правило, безопасны. Но в этом «как правило» и скрыт наш риск. Если все делать «по ин-

[...]