История технологий и социология знания

ДОНАЛЬД МАККЕНЗИ (ВЕЛИКОБРИТАНИЯ)[1]

В данной статье отстаивается тезис о том, что социология знания должна играть важную роль в изучении истории и социальных исследованиях технологии. Автор показывает: социология знания может применяться к тому, что мы называем собственно «техническими свойствами» технологий. Он рассматривает три способа познания этих свойств – авторитет, индукцию и дедукцию – и демонстрирует, что в каждом из них важную, а зачастую и ключевую роль играют социальные факторы.

***Ключевые слова*:** *технология, социология знания, авторитет, индукция, дедукция.*

В данной статье я буду отстаивать тезис о том, что социология знания должна играть важную роль в изучении истории и социальных исследованиях технологии. Социо-

[1] Дональд Ангус Маккензи – профессор социологии (личная кафедра), Школа социальных и политических наук, Эдинбургский университет, Шотландия. В 1972 г. получил степень бакалавра прикладной математики и в 1978 г. степень доктора философии в Эдинбургском университете. Внес существенный вклад в социологию финансов и исследования науки и технологии, истории и социологии статистики, евгеники, ядерного оружия и компьютеров. Неоднократно получал награды и призы научных сообществ, среди них Приз Роберта Мертона (1993), Приз Джона Десмонда Бернела (2005), Приз канцлера университета Эдинбурга за вклад в исследования науки и технологии (2006). Автор шести книг, в том числе «Изобретение точности» (MIT Press, 1990), «Знакомство с машинами» (MIT Press, 1996), «Механизация доказательства» (MIT Press, 2001), «Материальные рынки: как конструируются экономические агенты» (Oxford University Press, 2009).

логия знания берет свое начало с исследования социальных корней религии и политических идеологий. Однако в 1970-х гг. социологи начали исследовать научное знание (самые ранние социологические исследования науки были сконцентрированы на таких проблемах, как этос и система поощрений, а не на содержании знания, порождаемом ею). Ряд исследований как современной науки, так и в области истории науки продемонстрировали, каким образом научное знание может определяться социальными условиями, в которых оно развивается[2].

Эта новая социология научного знания имеет непосредственное отношение к исследованию технологий благодаря роли так называемых голых фактов, т.е. очевидно не социальных фактов, в обеих областях. Конечно, всеми признается, что технологии имеют «символические» свойства: например, автомобиль часто воспринимается скорее как показатель социального статуса его владельца, чем как средство передвижения, а ракеты иногда рассматривались как фаллические символы. Несложно увидеть, как социологию знания можно применить для понимания символических свойств, подобных этим. Однако далеко не очевидно, что социологию знания можно применять к тому, что мы называем «техническими свойствами» технологий, таким, как расход топлива автомобиля, точность ракеты, моторная мощность турбины, эффективность пропеллера или среднее время безотказной работы системы электронных компонентов. Конечно, кто-то может считать, что социология не имеет отношения к этим «жестким» техническим фактам.

Я хочу показать, что социология знания *может* применяться к техническим фактам такого типа. Я постараюсь сделать это, сформулировав общий аргумент, который проиллюстрирую несколькими примерами. Я не утверждаю, что эти примеры в каком-либо смысле являются типичными; скорее я выбрал их из-за простоты и яркости, с которой они демонстрируют аргумент[3]. Помимо этого, выбор обусловлен моим собственным исследованием как социолога и социального

[2] Полезный обзор ранних работ по социологии научного знания содержится в: Science and Context: Readings in the Sociology of Science. Milton Keynes ; B. Barnes, D. Edge (eds.). Open University Press, 1982; *Shapin S.* History of Science and its Sociological Reconstructions // History of Science. 1982. № 20. P. 157–211.

[3] Эмпирическая работа, проведенная в рамках данного исследования, была выполнена при поддержке the Nuffield Foundation (грант SOC/442), the Economic and Social Research Council (гранты WA35250006, Y307253006, R000290008 and R000234031), the Science and Engineering Research Council (грант GR/J58619), and by the Joint Committee of the last two bodies (грант GR/H74452).

историка технологий, которое было сосредоточено практически целиком на современных высоких технологиях, поэтому все мои примеры относятся к концу XX в., а не к более раннему времени. В то же время у меня нет оснований подозревать, что примеры, выбранные здесь, являются уникальными. В конце статьи я высказываю предположение, что процессы, сходные с обсуждаемыми здесь, могут быть типичными для ситуаций технического прогресса.

Интерес к нашему знанию технических характеристик технологий, таких, как точность ракет, не означает, что мы фокусируемся на второстепенных деталях технического прогресса. Напротив, верования о технических свойствах технологий конституируют их социальную и историческую роль. Рассмотрим пример с точностью ракет. На всем протяжении холодной войны точность была ключевым параметром для стратегов ядерной войны, потому что они понимали, что успех первых упреждающих ядерных атак, нацеленных на разрушение ядерных сил противника, будет зависеть прежде всего от точности ракет, используемых в этих упреждающих атаках. Если бы какой-то из кризисов холодной войны спровоцировал лидеров одной из супердержав начать упреждающую атаку (что, как показывают исторические исследования, было весьма неприятной реальной возможностью), верования в точность ракет сыграли бы важную роль в этом решении. Скептицизм в среде военной элиты относительно точности вычислений (см. ниже) с большой долей вероятности был одной из причин, по которой человечеству удалось пережить холодную войну, не став жертвой ядерного холокоста.

Откуда нам известны характеристики технологий? Три процесса приходят на ум в первую очередь, когда мы размышляем над вопросом о том, каким образом люди узнают технические свойства технологий:

– мы знаем их на основании авторитета: люди, которым мы доверяем, говорят нам, каковы эти характеристики;

– мы знаем их на основании индукции: мы изучаем характеристики артефактов, тестируя или используя их;

– мы знаем их на основании дедукции: мы выводим их характеристики из теорий или моделей (например, хотя и не исключительно, на основании дедукции из научных теорий, таких, как ньютоновская физика или электромагнетизм Максвелла).

Я не утверждаю, что авторитет, индукция и дедукция независимы друг от друга: на самом деле мой аргумент как раз и состоит в том, что они не являются таковыми и что, в частности, процессы индукции и дедукции определяются авторите-

том. Я также не утверждаю, что этот список является исчерпывающим. Предполагаю только, что любое его осмысленное дополнение включает социальные процессы.

Я начну с проблемы авторитета, о которой выскажусь наиболее кратко, поскольку социологическая природа этого способа получения знания очевидна. Наше социальное положение – к какому классу, полу, этнической группе и т.д. мы принадлежим – определяет то, кому мы доверяем. Более того, доверие по своей сути многомерно: наша оценка знаний других определяется нашим отношением к ним в целом. Недавняя работа историка науки Стивена Шапина, к примеру, показала, насколько тесно доверие к знатному статусу переплеталось с верой в истинность научных утверждений в ранний период Нового времени[4].

Наиболее явно влияние этих процессов на наше знание характеристик технологий можно проследить в случае с восприятием риска. Насколько безопасными представляются нам технологии, такие, как атомная энергия, есть не просто результат эмпирических данных о несчастных случаях; не определяется это также исключительно психологической эвристикой и предрассудками, несмотря на то что в литературе была продемонстрирована важность этих аспектов[5]. В действительности, антрополог Мэри Дуглас[6] лучше, чем кто-либо, показала, что здесь на глубинном уровне вовлечена проблема доверия (или отсутствия такового). Те, кто занимает центральное положение в данных сообществах, выражаясь социологическим языком, располагаются близко к источникам социальной власти, обычно склонны к более оптимистичным взглядам на технологические риски, чем те, кто занимает периферийное положение. Например, социальные опросы показывают, что представители более высоких социальных классов склонны демонстрировать бóльшую уверенность в безопасности ядерной энергии, чем представители более низких классов; в то же время мужчины оценивают ее риски ниже, чем женщины[7]. Эти различия нельзя целиком свести к разным уровням доступа к научной и технологической инфор-

[4] *Shapin S.* A Social History of Truth: Civility and Science in Seventeenth-Century England. Chicago : University of Chicago Press, 1994.

[5] Классическая работа *Tversky A., Kahneman D.* Judgement under Uncertainty: Heuristics and Biases // Science. 1974. № 185 (27 Sept.). P. 1124–1131.

[6] *Douglas M., Wildavsky A.* Risk and Culture: An Essay on the Selection of Technical and Environmental Dangers. Berkeley, CA : University of California Press, 1982.

[7] *Vincent T.* Covello. Actual and Perceived Risk: A Review of the Literature // Technological Risk Assessment; Paolo F. Ricci, et al. (eds.). The Hague : Nijhoff, 1984. P. 225–245, especially 231.

мации; разница может сохраняться, даже если уровень доступа является одинаковым. К примеру, в среде профессиональных токсикологов женщины склонны проявлять большее беспокойство относительно риска использования химикатов, чем мужчины[8]. В передовых индустриальных сообществах мужчины из высших социальных классов по-прежнему доминируют; такие мужчины, будучи ближе к «центру» этих сообществ, чем более низкий класс или женщины, предрасположены к более оптимистичному взгляду на технологические продукты.

Индукция и тестирование. Перейдем от «авторитета» к «индукции», прежде всего к индуктивному заключению, от тестирования к технологиям. Индукция – это переход от частных случаев к общему заключению, от прошлых случаев к будущим. Именно это мы и делаем, когда делаем вывод на основе тестирования.

Есть ли что-то социальное в индукции? Весьма вероятно, что люди рождаются, уже обладая естественной способностью к индукции[9], и в этом смысле можно утверждать, что индукция имеет психологическую, а не социологическую природу. Без сомнения, можно вообразить, что одичавший ребенок, воспитанный в изоляции от других людей, может рассуждать индуктивно о свойствах орудий, созданных им. Однако в реальном человеческом обществе наши естественные индуктивные способности деформируются культурой, в которой мы рождаемся. Томас Кун предложил простой, но удивительный анализ этого процесса[10]. Он указал, что обучение индукции основывается на «отношениях сходства», если использовать его термин. Никакие два воспринимаемых объекта или события не являются идентичными. Чтобы достичь эмпирического знания, доступного для обобщения, или рассуждать о будущих событиях на основании прошлых, мы должны узнать, какие сходства важны, а какие различия второстепенны.

Кун приводит пример ребенка, идущего со своими родителями. Родитель указывает на птицу и говорит: «Джонни, это лебедь». Джонни указывает на другую птицу и говорит: «Ле-

[8] *Kraus N., Malmfors T., Slovic P.* Intuitive Toxicology: Expert and Lay Judgments of Chemical Risks // Risk Analysis. 1992. № 12. P. 215–232, особенно 223–224.

[9] *Barnes B.* Natural Rationality: A Neglected Concept in the Social Sciences // Philosophy of the Social Sciences. 1976. № 6. P. 115–126.

[10] *Kuhn S.T.* Second Thoughts on Paradigms // Kuhn. The Essential Tension: Selected Studies in Scientific Tradition and Change. Chicago : University of Chicago Press, 1977. P. 293–319.

бедь». «Нет, – говорит родитель, – это гусь». Постепенно таким образом ребенок учится различать лебедей, гусей, уток и делать это достоверно, несмотря на то что не существует двух одинаковых лебедей и ни один родитель не способен предложить полное вербальное определение лебедя. Эти соотношения сходства формируют основу для индуктивных обобщений, таких, как «гуси шипят, утки – нет».

Этот пример прост, но здесь мы подходим к сути куновской философии науки: «Нужно ли добавить, что лебеди, гуси и утки, которые встретились Джонни во время прогулки с отцом, были тем, что я называю “образцами”? Они были представлены Джонни с как бы прикрепленными к ним бирками и являлись решением проблемы, предложенным членами сообщества, к которому он будет принадлежать. Усвоение их – это часть процесса социализации, в результате которого Джонни становится частью этого сообщества, и во время этого процесса он изучает мир, в котором живет это сообщество»[11].

Скорее мы навязываем природе отношения сходства, чем она нам (по крайней мере, в каком-либо простом смысле). В совершенно неуничижительном смысле отношения сходства являются социальными *конвенциями*[12]. Различные сообщества, к примеру, по-разному классифицируют птиц. Каждая классификация «работает» с точки зрения целей сообщества, которое ее придерживается. Не существует абсолютно независимых от контекста способов продемонстрировать превосходство одной классификации, или «парадигмы», перед другими, как утверждал Кун в своих знаменитых работах.

Идеи Куна по-разному – иногда замысловато и неоднозначно – применялись к анализу технологий[13]. Чтобы понять социальный характер индукции как перехода от результатов тестирования технологий, нужно рассмотреть только один конкретный тип отношений сходства: между тестированием и использованием технологии. Обычно целью тестирования технологий является определение того, как они будут вести себя на практике. Таким образом, сходство и различие между

[11] *Kuhn S.T.* Op. cit. P. 313.

[12] См.: *Barnes B.* T.S. Kuhn and Social Science. L. : Macmillan, 1982, особенно гл. 2.

[13] См., например: *Edward W.* Constant II. The Origins of the Turbojet Revolution. Baltimore : Johns Hopkins University Press, 1980; *Dosi G.* Technological Paradigms and Technological Trajectories: A Suggested Interpretation of the Determinants of Technical Change // Research Policy. 1982. № 11. P. 147–162; The Nature of Technological Knowledge. Are Models of Scientific Change Relevant?; Laudan R. (ed.). Dordrecht : Reidel, 1984.

тестированием и использованием становится принципиальным. Так же как никакие два лебедя не являются полностью идентичными, всегда существует возможность найти различие между результатами тестирования и реальной практикой. Индуктивный вывод от первых к последней, таким образом, основывается на *суждении*, что тестирование «в достаточной степени сходно» с использованием, чтобы допускать такого рода выводы, или, по крайней мере, что различия «достаточно хорошо осознаются», чтобы не препятствовать им.

То, что здесь на самом деле присутствует суждение, наиболее явно можно увидеть в случаях, когда существуют разногласия по поводу сходства между тестированием и практикой. Рассмотрим, например, тестирование ядерной межконтинентальной ракеты. Страны, обладающие такими ракетами, тестируют их, выпуская без ядерной боеголовки на заданные расстояния. Например, в США это расстояние между авиавоздушной базой Вандерберг в Калифорнии до Атолл Кваджалейн на Маршалловых островах. По результатам этого тестирования выводится показатель точности попадания для ракет – «круговое вероятное отклонение». Считается, что на основании этой величины можно узнать, как будет проходить ее полет в военное время при атаке, скажем, Москвы или Багдада.

В Соединенных Штатах в ранние 1980-е правильность этого вывода от тестирования к практике остро обсуждалась критиками, которые подвергли сомнению отношения сходства, лежащие в его основании. В частности, они утверждали, что

– условия полета на север через Ледовитый океан в Россию отличаются от условий полета на запад через Тихий океан;

– повторяющийся выстрел в одном направлении отличается от однократного выстрела в военное время;

– тестируемые ракеты отличаются от ракет в стартовых шахтах.

В то же время те, кто верил в точность ракет как в объективный факт, утверждали, что эти различия либо являются тривиальными, либо хорошо осознаются. Согласно их точке зрения, тестирование в достаточной степени было сходно с реальным использованием.

В этом споре не было достигнуто финальное решение: противоположные суждения так и остались противоположными. Не было, кстати, и определенного разрешения предыдущего спора в ранние 1960-е о том, будут ли межконтинен-

тальные баллистические ракеты вообще работать, в смысле, взорвутся ли на самом деле их ядерные боеголовки. Критики указывали на то, что тесты межконтинентальных баллистических ракет проводились без боеголовок на борту и что обычно боеголовки в тестовых взрывах были стационарными. Они утверждали, что тестирование ракет и боеголовок по отдельности, таким образом, не являлось достоверным основанием для вывода о том, что случится при использовании ракеты и боеголовки вместе.

Радикально скептическая точка зрения, согласно которой ядерные межконтинентальные баллистические ракеты в действительности не будут работать, отстаивалась главными лицами американской обороны в ранние 1960-е гг., такими, как начальник штаба военно-воздушных сил США генерал Кертис Лемэй.

История этих двух споров раскрывает явное социальное моделирование различий в рассматриваемых здесь суждениях. Различные позиции в этих спорах служили разным социальным интересам, и когда соответствующие обстоятельства менялись, также менялась и направленность спора.

Индукция на основе практики. Ядерные ракеты, повторюсь, стоят особняком в ряду других технологий, поскольку они тестируются, но не используются (по крайней мере, до сих пор). Обычно мы не только тестируем технологии, но и используем их, и индукция на основе практики, конечно, основной источник знания о характеристиках артефактов. Можно ли с уверенностью заявлять, что практика непосредственно сообщает нам, например, о том, работает или нет технология?

Не всегда. Рассмотрим войну в Персидском заливе 1991 г., когда многие военные системы, долгое время применявшиеся только во время тестирования, использовались впервые во время реального конфликта. Вначале казалось, что это дает достоверное знание. После декады дискуссий о «звездных войнах» – о том, является ли защита против баллистических ракет надежной, на наших телеэкранах неожиданно появился американский зенитный ракетный комплекс «Пэтриот», успешно защищающий Израиль и Саудовскую Аравию против «Скадов» Саддама Хусейна. Какие еще могли быть сомнения относительно тестирования Пэтриота, если существовало недвусмысленное доказательство, что он работал? «42 Скада выпущено, 41 отбит», – сказал президент Буш[14].

Впоследствии, однако, разразилась дискуссия, связанная с эффективностью использования противоракетного

[14] Цит. по : *Safire W.* The Great Scud–Patriot Mystery // New York Times. 1991. 7 April.

комплекса во время войны в Персидском заливе. По вопросу о том, работал ли Пэтриот, а на самом деле о том, что значит для Пэтриота работать, велась резкая полемика. Например, несмотря на то что имелись свидетели большого количества столкновений Пэтриотов со Скадами, они были зафиксированы на видео и показаны по телевидению, эти визуальные свидетельства, как выяснилось, не являлись убедительными.

Существовало по крайней мере три интерпретации свидетельств очевидцев и записей видеокамер, и две из них были предметом разногласий. Первая интерпретация – та, что предлагалась в большом количестве телевизионных репортажей времен войны в Персидском заливе. Раскаты и удары, которые были слышны и видны в небе, интерпретировались как удачное перехватывание. Остаточные взрывы на уровне земли объяснялись обычно как остаточные взрывы Пэтриота или Скада, успешно отведенного от их целей на пустыри. Согласно этим интерпретациям, Пэтриот действовал в основном успешно.

Вторая интерпретация визуальных данных принадлежала Теодору Постолу, профессору науки, технологии и политики национальной безопасности Массачусетского технологического института, и другим критикам Пэтриота[15]. Они утверждали, что если тщательно проанализировать видеозаписи предполагаемых перехватов – вспышка за вспышкой, – можно увидеть, что Пэтриот практически всегда промахивается и не попадает в цель, или, возможно, перехватывает большой топливный отсек ракеты Скад, но не попадает по маленькой, но важной боеголовке. То, что Скад падал на пустыре или не взрывался, критики не рассматривали как доказательство удачного перехвата: Р-11 – это очень ненадежные и неточные ракеты. Согласно точке зрения критиков, Пэтриот демонстрировал сомнительный успех: на самом деле никаких успешных перехватов не было.

Третья интерпретация визуальных данных была представлена защитниками от упомянутой выше критики[16]. Они подвергали сомнению свидетельства очевидцев и записи камер.

[15] См., например: *Postol T.A.* Lessons of the Gulf War Experience with Patriot // International Security. Winter 1991–1992. № 16. P. 119–171; *Postol T.A.* Correspondence: Patriot Experience in the Gulf War // International Security. Summer 1992. № 17. P. 225–240.

[16] *Drolet R.A.* PEO Air Defense Response to Patriot Criticisms // Inside the Army. 1991. 9 Dec. P. 5–6; *Zraket C.* Patriot gave Stellar Gulf Performance // Defense News. 1991. 9 Dec. P. 31–32; *Stein R.M.* Correspondence: Patriot Experience in the Gulf War // International Security. Summer 1992. № 17. P. 199–225. О достоверности визуальных свидетельств в обсуждаемом случае см.: *Peter D.* Performance of the Patriot Missile in the Gulf War: Hearing before the Legislation and National Security Subcommittee of the Committee on Government Operations. House of Representatives. 1992. April 7. P. 149–176.

Например, вспышка, видимая в момент, когда боеголовка Скада ударяется о землю, может не быть взрывом боеголовки (и, таким образом, свидетельством того, что Пэтриот не смог ее обезвредить); ее причиной может быть просто кинетическая энергия боеголовки[17]. Низкая скорость смены кадров в сочетании с высокой относительной скоростью Скада и Пэтриота может исказить попадание и представить его как промах, поскольку пленка не способна зафиксировать точный момент перехвата. Защитники Пэтриота утверждали, что нам необходимо систематическое использование специальных суперскоростных камер (а не ad hoc использование обычных видеокамер), чтобы определить по визуальным записям перехватов, работал ли Пэтриот.

Свидетельств других видов, приводимых обеими сторонами, также, по всей видимости, было недостаточно, чтобы разрешить спор. Широко обсуждался вопрос о тщательности, с которой были изучены повреждения на земле (и, конечно, некоторые повреждения могли быть вызваны остатками удачного перехвата, а не ракетой). Ни одна из сторон не отрицала, что гораздо меньше людей погибло при атаке на Израиль и Саудовскую Аравию, чем во время предыдущих атак на Иран и в Афганистане. Однако можно интерпретировать этот факт либо как свидетельство успешной защиты Пэтриот, либо как результат повышенной устойчивости современных зданий Израиля и Саудовской Аравии, построенных из более крепкого бетона.

Несмотря на продолжительные исследования и дискуссии, спор об эффективности Пэтриота в войне в Персидском заливе оставался по сути неразрешенным. Различные возможные разрешения спора способствовали или препятствовали бы удовлетворению определенного интереса. Восприятие Пэтриота как эффективной противоракетной защиты привело к увеличению продаж системы (Саудовская Аравия и другие страны впоследствии совершили значительные закупки), и ее видимый успех был воспринят как серьезный аргумент в пользу Стратегической оборонной инициативы (СОИ) «Звездные войны», предложенной администрацией Рейгана. Напротив, можно утверждать, что критики СОИ были заинтересованы в том, чтобы представить Пэтриот как провальный проект. Например, представители партии демократов могли использовать этот аргумент для критики действий администраций президентов Рейгана и Буша.

[17] *Peter D.* Op. cit. P. 170.

Дедукция. При всей важности индуктивных выводов от тестирования к практике наше знание свойств артефактов редко является целиком индуктивным. Мы также выводим свойства артефактов из теорий и моделей. Когда мы имеем дело с передовыми технологиями в индустриальных обществах, эти теории и модели часто являются либо научными, либо специализированно инженерными.

Важно заметить, что дедуктивное знание, как и индуктивное, основывается на суждениях о сходстве. Для того чтобы дедукция была правильной, рассматриваемая ситуация должна быть в достаточной мере сходна с теми, о которых уже известно, что теории, модели и системы верований к ним применимы или к которым они успешно применялись в прошлом. Однако определить, являются ли ситуации в достаточной степени подобными, зачастую является проблематичным.

Здесь, однако, мне хотелось бы обсудить другой вопрос о дедуктивном выводе, относящийся скорее к его внутренней структуре, чем к его применимости. Эта внутренняя структура – основа особого статуса, которым наделено дедуктивное рассуждение, поскольку оно рассматривается скорее как абсолютно убедительное, чем как просто вероятностное, в отличие от индуктивного вывода. Шаги дедуктивного вывода рассматриваются как не подлежащие обсуждению, как логически или математически самоочевидные.

Если его предпосылки обоснованны, заключение правильного дедуктивного аргумента *должно* следовать.

Этот особый статус дедуктивного вывода в последнее время играет все более важную роль в случаях, когда он используется как источник знаний об артефактах, в частности знаний о компьютерных системах. Традиционно знания о компьютерных программах и оборудовании получались индуктивно, из тестов и опыта их использования. Но если компьютеры используются в целях обеспечения безопасности и защиты, то, по мнению многих специалистов, тестирования здесь не достаточно: компьютерная система слишком сложна и не может быть полностью протестирована. Как выразился один из ведущих компьютерных специалистов Эдсгер Дижкстра в 1972 г., и эти слова часто повторялись впоследствии, «программное тестирование может быть очень эффективно для выявления вирусов, но оно совершенно не достаточно для того, чтобы продемонстрировать их отсутствие». Такие «математизаторы», как Дижкстра, хотели предложить (а некоторые из них утверждали, что предложили) дедуктив-

ное доказательство того, что программы или компьютерное оборудование являются безошибочной реализацией своих спецификаций[18].

Это предприятие потрясающе по своей сути. Несмотря на ауру надежности и абсолютности, окружающую логический вывод и математическое доказательство, для социолога знания дедуктивный аргумент – это только очередной вызов, хотя и более серьезный, чем индуктивный аргумент. В действительности ключевым моментом в первоначальной формулировке сильной программы в социологии знания был аргумент Д. Блура о том, что логика и математика не свободны от социологического объяснения. Блур привлек внимание к истории математики, в особенности к истории логики, и показал, что существуют существенные расхождения в том, какие виды дедуктивного вывода принимаются как правильные: расхождения, которые, по крайней мере в некоторых случаях, могут определяться социальными факторами[19].

В 1987 г. мы с коллегами провели такого рода социологическую работу и предсказали использование дедуктивного вывода для доказательства свойств компьютерных систем. Мы утверждали, что, несмотря на кажущуюся абсолютность природы математического доказательства, применение доказательства к области, где неизбежно оказывается замешанным властный или коммерческий интерес, приведет к ситуации, когда суд станет определять, что является и что не является математическим доказательством[20]. Это предсказание практически сбылось в 1991 г., когда начался судебный процесс в Британии по делу о чипе микропроцессора ВИПЕР (VIPER – проверяемый интегрированный процессор повышенной надежности). ВИПЕР был первым доступным коммерческим микрочипом, безошибочность модели которого, казалось бы, доказывалась математически.

Разработчики ВИПЕРа сконструировали четыре уровня математического моделирования чипа и цепь математических аргументов, связывающих эти четыре уровня модели. Если бы цепь была достаточно сильна, чтобы называться математическим доказательством, то это могло служить убедительным свидетельством в пользу того, что структура чипа

[18] *Dijkstra E.W.* The Humble Programmer // Communication of the Association for Computing Machinery. 1972. № 10. P. 864.

[19] См.: *Bloor D.* Wittgenstein: A Social Theory of Knowledge. L. : Macmillan, 1983.

[20] *Peláez E., Fleck J., MacKenzie D.* Social Research on Software // Economic and Social Research Council. Programme on Information and Communication Technologies. Manchester. 1987. Dec. P. 5.

представляла собой безошибочную реализацию его спецификации: что в ней не было, например, логических ошибок, которые могли бы дать на выходе неправильный результат сложения. Конечно, оставалась возможность другого рода ошибок: к примеру, все, кто имел отношение к разработке, признавали, что не существует формального математического доказательства, самого по себе способного показать, что физический чип будет вести себя в соответствии с его математической моделью, даже самой детальной. Однако доказательство, исключающее возможность ошибок в логической структуре, в любом случае было бы огромным преимуществом для самых важных применений. Через несколько лет, в 1994 г. была обнаружена именно такого рода ошибка в логической структуре в выполнении деления в широко используемом интеловском процессоре Пентиум, и компания вынуждена была потратить 475 млн долл., чтобы покрыть стоимость инцидента.

В случае с ВИПЕРом в отличие от случая с Пентиумом никаких ошибок не было найдено. Разработка чипа отличалась беспрецедентным количеством детальных исследований, проверок, симуляций и математического анализа. Напротив, ключевой вопрос, обсуждаемый в связи с судебным делом ВИПЕРа, состоял в том, являются ли результаты этого процесса, как они были представлены, достаточно сильными и полными, чтобы называться формальным, математическим доказательством. Следуя обсуждению этой темы в среде компьютерной науки[21], Министерство обороны Соединенного Королевства (ученые которого разработали ВИПЕР) было призвано отвечать на суде по делу об искажении данных одним из лицензедержателей ВИПЕРа – компанией «Чартер Технолоджис». Министерство решительно отвергало заявления «Чартер», но дело не было доведено до суда только потому, что компания «Чартер» стала банкротом до начала судебных слушаний. Если бы они состоялись, то вопрос о природе математического доказательства стал бы центральным предметом рассмотрения.

В рамках данной статьи у меня нет возможности более подробно остановиться на деле ВИПЕРа[22]. Однако несколько размышлений, основанных на нем и более недавних исследо-

[21] *Cohn A.* Op. cit.; *Brock B., Hunt W.A.* Jr. Report on the Formal Specification and Partial Verification of the VIPER Microprocessor. Austin, Texas : Computational Logic, Inc., Technical Report 46. 1990. 15 Jan.

[22] *MacKenzie D.* The Fangs of the VIPER // Nature. 1991. 8 Aug. № 352. P. 467–468.

ваниях, могут указать направление возможного развития «социологии доказательства» в этой области.

Во-первых, вопросы доказательства на практике часто тесно переплетаются с вопросами доверия. Многие доказательства безошибочности компьютерной системы и некоторые доказательства в математике являются просто-напросто слишком длинными, их невозможно полностью понять или даже прочитать. Например, во время судебного процесса главное доказательство ВИПЕРа состояло из 7 млн проведенных компьютером примитивных дедуктивных выводов. Недавно предложенное Эндрю Уайлсом знаменитое доказательство последней теоремы Ферма, хотя оно и сформулировано человеком, а не компьютером, занимает несколько сотен страниц.

Одна из проблем доверия (а их несколько), принципиальных для рецепции таких доказательств, состоит в том, кому нам следует доверять: людям – зачастую очень талантливым, но иногда мыслящим предвзято – или компьютерам – неутомимым, но слепым? Отношение к взаимодействию компьютеров и людей в более широком смысле может оказывать влияние на отношение к этой проблеме доверия. Это может объяснить расхождения во мнениях математиков по вопросу о приемлемости доказательств, произведенных компьютером, таких, как теорема о четырех красках в графической теории. Например, отвергая их как «квазидоказательства», один из известных математиков писал: «Мы не можем достичь здесь того, что я считаю ключевым элементом доказательства – нашего собственного понимания, – если часть аргумента скрыта в ящике»[23].

Во-вторых, очень вероятны расхождения в критериях, используемых различными дисциплинарными сообществами, такими, как логики, математики, физики и инженеры, при принятии решения о том, является ли конкретный математический аргумент на самом деле доказательством. Для логика доказательство – это «формальное доказательство»: конечная последовательность формул, в которой каждая формула либо является аксиомой, либо выводится из предыдущих формул с помощью чисто «механического» применения правильных законов логики. Математик при необходимости также может предложить такое определение, но на практике не-

[23] *Bonsall F.F.* A Down-to-Earth View of Mathematics // American Mathematical Monthly. 1982. № 89. P. 8–15, 13; *Forgan J.* The Death of Proof // Scientific American. 1993. October. № 269. P. 74–82.

многие математические доказательства принимают такую форму, и критерий «понимания», доступности для анализа предложенных доказательств, по всей видимости, имеет значительную важность. Физик может рассматривать формальность (в логическом смысле) как ненужную и недостижимую, но может выдвигать требование, чтобы дедуктивное мышление всегда сохраняло «возможность физической интерпретации уравнений на всем протяжении вывода»[24]. Инженеры могут не рассматривать дедукцию аксиом как ключевой критерий доказательства, проверка всех возможных случаев может рассматриваться как доказательство.

Обращение к разным источникам дисциплинарного авторитета сыграло важную роль в продвижении различных понятий доказательства: например, те, кто стремился поставить под сомнение логическое доказательство, могли обращаться к дисциплинарному авторитету математики[25].

Эти соображения о «социологии доказательства» до сих пор являются скорее гипотезами, чем открытиями. Тем не менее, если окажется, что у них есть какое-то основание, они приводят к заключению о том, что, несмотря на ауру абсолютизма вокруг дедуктивного знания, наше дедуктивное знание артефактов может быть не более устойчивым к социологическому объяснению, чем наше индуктивное знание.

Заключение. Как я сказал в начале этой статьи, примеры, которые я обсуждал, нельзя назвать типичными. Тем не менее мой опыт показывает, что каждый раз, когда я исследовал технологический прогресс, я обнаруживал, что по крайней мере в некоторой степени наше знание технических свойств технологий было спорным. Часто эта спорность не становилась предметом публичного обсуждения; иногда она даже не находила отражения в технической литературе. Интервьюирование – устная история – возможно, единственный способ выявить ее. Но возможно, что для любой ситуации технологического прогресса характерно несогласие по вопросу о технических свойствах. Технологический прогресс в конечном счете часто влияет на устоявшиеся социальные институты и паттерны социальных интересов. Если наше знание технологических свойств на самом деле зависит от социальных

[24] *Livingston E.* The Ethnomethodological Foundations of Mathematics. L. : Routledge and Kegan Paul, 1986. P. 188; *Jaffe A., Quinn F.* Theoretical Mathematics': Toward a Cultural Synthesis of Mathematics and Theoretical Physics // Bulletin of the American Mathematical Society. New series. 1993. № 29. P. 1–13.

[25] *MacKenzie D.* Proof and the Computer: Some Issues Raised by the Formal Verification of Computer Systems // Science and Public Policy, forthcoming.

факторов, как утверждает эта статья, то не удивительно, что конфликты, порожденные технологическим прогрессом, обычно включают несогласие по вопросу о природе технического знания.

Я также склонен утверждать, что знание технических свойств технологий не в меньшей степени социально, когда нет никакого разногласия. Действительно, стабильные технологии отличаются от ситуаций технологического прогресса. Обычно мы имеем дело со стабильными технологиями, и у нас имеется стабильное знание характеристик артефактов, согласие авторитетов, согласованные индукции и принимаемые без возражений дедукции.

Однако социолог или историк всегда будет стремиться исследовать, как сложилась такая ситуация и откуда взялась ее стабильность. Зачастую это не так просто сделать. Как сказал Гарри Коллинз, стабильное знание подобно кораблю в бутылке[26]. Когда мы смотрим на него в данный момент в завершенном виде как наивные наблюдатели, мы не можем вообразить, что прежде это был просто набор палочек. Уже нельзя увидеть, как корабль попал в бутылку; однако он оказался там благодаря деятельности человека. Возможно, это и есть последнее объяснение того, зачем нам нужна история технологии. Не для того, чтобы разрешить споры о первенстве, не для того, чтобы удовлетворить антикварное любопытство, а потому что только через историю мы можем обнаружить, как корабль попал в бутылку, как технологические артефакты и технологическое знание, принимаемые нами как само собой разумеющиеся, стали таковыми.

Перевод с английского Е.В. Востриковой

[26] *Collins H.* The Seven Sexes: A Study in the Sociology of a Phenomenon, or the Replication of Experiments in Physics // Sociology. 1975. № 9. P. 205–224.