

Е.А. Мамчур

Феномен технонауки: эпистемологический аспект

Стало уже общим местом повторять, что современная наука – наука постиндустриального, информационного, «знаниевого» общества становится технонаукой. Традиционная наука трансформируется в некий симбиоз науки и технологии. Ранее считавшиеся различными сферами исследовательской деятельности наука и технология сливаются, как утверждают, в единое целое, в котором различия между ними исчезают. Наука становится все более технологичной, а технология теоретичной. Идет интенсивная «прикладнизация» фундаментального, чистого исследования.

Многие думающие исследователи давно бьют в связи с этим тревогу. Тех, кто усматривает в превращении науки в технонауку некоторые положительные тенденции (наука стала более человеческой, поскольку она ориентируется на человека и его потребности), меньшинство. Большая часть, причем именно гуманистически мыслящих философов и ученых, усматривают в этом процессе угрозу самому существованию человеческой цивилизации. Так, например, Ж.Ф. Лиотар указывает на то, что появление технонауки влечет за собой все большее подчинение знания власти, политике и экономике; фиксирует внимание на усиливающейся коммерциализации науки, ее превращении в товар; отмечает, что с появлением технонауки теоретическое знание как таковое, обесценивается. «Знание, – пишет Лиотар, – производится ... для того, чтобы быть проданным..., оно потребляется... чтобы обрести стоимость в новом продукте... Оно перестает быть самоцелью и теряет свою по-

требительскую стоимость»¹. Обращается внимание на то, что прикладнизация науки ведет к отказу от истины как основного идеала научного познания, к замене истины пользой, эффективностью. Побеждает инструменталистская методология. Она, как говорит Гонзалез, «подчиняет научную активность целям технологии и рассматривает научную теорию просто как инструмент для создания технологического дизайна»².

Традиционно наука имела два вектора своего функционирования в обществе, и лишь один из них был направлен на развитие технологии. Другой был направлен на удовлетворение не материальной, а духовной потребности людей: потребности знать, понимать мир. Эту функцию науки всегда выполняли именно фундаментальные, чистые исследования. Все большая прикладнизация чистых исследований грозит потерей наукой ее духовной составляющей, что, несомненно, будет вести к усилению антиинтеллектуальных тенденций в обществе. Так что в не столь уж отдаленной перспективе оптимистичные ожидания, связанные с «очеловечиванием» науки, вряд ли смогут оправдаться.

Страхи гуманистически настроенных философов не лишены оснований. Перечисленные тенденции несомненно существуют, но следует все-таки посмотреть, все ли они несут в себе негативный заряд и как далеко они зашли. Насколько оправданы высказываемые опасения? Ответ на эти вопросы зависит от того, в какой мере образ современной науки как технонауки соответствует действительности.

Является ли понятие технонауки адекватным образом современной науки?

Следует уточнить, что же все-таки представляет собой технонаука. Если относить к характерным ее чертам технологизацию научных исследований и теоретизацию прикладных и технологических разработок, то эти процессы были присущи и традиционной науке. Фундаментальная наука всегда использовала в своей экспе-

¹ *Луотар Ж.Ф.* Состояние постмодерна. СПб., 1998. С. 18.

² *Gonzalez W.* The Philosophical Approach to Science, Technology and Society // *Science, Technology and Society: a Philosophical perspective.* A Coruna, 2005. P. 26.

риментальной части приборы, технические устройства. Наука Нового времени и началась-то тогда, когда Галилей изобрел телескоп и направил его на небо³. То же и с прикладными исследованиями и технологией: они (по крайней мере начиная с возникновения точного естествознания), как правило, основывались на достижениях теоретического знания, причем зависимость технологии от науки все время возрастала и продолжает возрастать. Так что эти черты науки еще не делают ее чем-то принципиально новым.

Основная тенденция, связанная с появлением технонауки, – это, как представляется, *прикладнизация* фундаментальных исследований. Тезис прикладнизации может пониматься в слабом и сильном смысле. Слабый тезис – это утверждение о том, что в общем объеме научных исследований растет доля прикладных и технологических разработок. Более сильный тезис означает, что фундаментальная наука *превращается* в прикладные.

Что касается более слабого тезиса, то он, безусловно, верен. Доля фундаментальных наук в общем объеме исследований действительно уменьшается. Сильный тезис – превращение фундаментальной науки в прикладную – значительно более проблематичен. Его сторонники полагают, что в исследованиях, в которых фундаментальные и прикладные науки участвуют в одном и том же исследовательском процессе, они сливаются, причем фундаментальные науки теряют свою специфику и становятся прикладными. Потеря фундаментальной наукой ее самостоятельности, ее прикладнизация – это именно то, что и делает науку (если действительно фиксируемая тенденция верна) технонаукой. Все остальное было и при традиционной науке, сейчас эти процессы просто усилились.

Именно эту особенность технонауки имеют в виду те, кто говорит, что наука становится товаром, коммерциализуется, что она стала все больше служить власти, что фундаментальное знание потеряло свою самооценку, и, главное, что нас будет интересовать здесь прежде всего, что истина как идеал научного знания замещается критерием эффективности и практической пользы.

³ Выступавший не так давно в Институте философии РАН Э.Агацци на вопрос о том, когда возникла технонаука, опираясь именно на этот аргумент, ответил, что она существовала уже во времена Галилея. Но тогда не ясно, что же нового в понятии технонаука?

Конечно, сторонники тезиса о превращении науки в технонауку понимают, что чистое естествознание еще существует, что оно не исчезло совсем. Но они полагают, что в современном обществе не оно «правит бал». Что даже в своей фундаментальной составляющей более плодотворно развивается наука, если она инспирируется и поддерживается практической потребностью⁴. В виду этого предлагается финансировать главным образом те исследования и тех ученых, которые вовлечены в технологические проекты, тех, которые своей деятельностью приносят пользу. При этом польза понимается только в узко утилитарном смысле, как непосредственная экономическая выгода. Сама фундаментальная наука, полагают приверженцы необходимости прикладнизации науки, пользы не приносит, так что ее можно финансировать по остаточному принципу. Они с ностальгией вспоминают о тех временах, когда занятие чистой наукой было для ученого чем-то вроде хобби и не финансировалось государством. И ничего, мол, чистая наука от этого не пострадала, напротив, развивалась лучше, чем сейчас⁵. (Нетрудно догадаться, какое будущее уготовано ученым, если в обществе победит такое умонастроение, особенно в России: ведь у нас не существует устойчивой традиции частного финансирования науки.)

Так что нужно посмотреть, каков действительный механизм взаимоотношения фундаментальных и технологических разработок в технологических проектах: на самом ли деле фундаментальная наука в них сливается с прикладной, теряет свою специфику и превращается в прикладную или же или она и в этих проектах продолжает играть относительно независимую роль.

Модель взаимоотношения фундаментальных наук и технологий: макроуровень

Адекватной действительному положению дел в науке традиционно полагалась «линейная» модель взаимодействия науки и технологии. Считается, что ее идея принадлежит Ф.Бэкону. Схематически ее можно представить в виде цепочки, состоящей из трех звеньев:

⁴ Kealey T. The Economic Laws of Scientific Research. N.Y., 1996.

⁵ Ibid.

академическая (чистая) наука → прикладная наука/технология → рост благосостояния общества.

В настоящее время подавляющим большинством исследователей она считается неверной. Думается, однако, что она не столь неверна, сколь не универсальна. Это правда, что далеко не всегда именно фундаментальная наука являлась и является источником технологических новаций. Очень часто такую роль играла предшествующая технология. Авторы одного из наиболее убедительных исследований проблемы взаимоотношения науки и технологии проанализировали 36 важнейших технологических открытий, продемонстрировав, что все они в качестве своего источника имели не фундаментальную науку, а предшествующую технологию⁶. Так, они справедливо утверждают, что вопреки сторонникам линейной модели, хотя в развитии реактивной техники наука играла колоссальную роль, источником идеи реактивного двигателя была все-таки не наука: первые ракеты появились в XIII в. в Китае. Защищая линейную модель, один из исследователей этой проблемы указывал на изобретение транзистора как на источник всех технологических новаций в сфере электроники. Анализируя этот пример, авторы справедливо утверждают, что и в данном случае источником инноваций служила не наука: ведь транзистор – это техническое устройство. И т. д.

Вполне убедительно звучит вывод, сделанный другой группой исследователей, являющихся противниками универсализации линейной модели. Они считают, что наука и технология вообще являются двумя относительно независимыми потоками исследовательской деятельности⁷. Наука имеет своим источником предшествующую науку; технология – предшествующую технологию. И лишь в особых ситуациях, в частности, при возникновении нового направления в науке, происходит их интенсивное взаимодействие. В процессе этого взаимодействия они взаимно обогащаются; их традиционная причинная связь может превращиваться: уже не наука питает технологию, а технология ставит перед наукой задачи и сама выступает источником развития нау-

⁶ Wealth from knowledge. A Study of Innovation in Industry. L., 1972.

⁷ Gibbons M. Is Science Industrially Relevant? The Interaction between Science and Technology // Science, Technology and Society. Manchester, 1984. P. 112; Kealey T. Op. cit. P. 219.

ки; затем, когда основные проблемы решены, потребность в их взаимодействии уменьшается, и они вновь начинают развиваться относительно независимо.

Предложенная «двухпотоковая» модель, по крайней мере на макроуровне рассмотрения проблемы, представляется очень правдоподобной. Что касается линейной модели, то она действительно приложима далеко не всегда. Но многие исследователи утверждают, что она не просто не универсальна, а неверна: фундаментальная наука вообще *не* является *источником* технологических новаций. И как это ни парадоксально звучит, над этим стоит подумать.

В самом деле, в каком смысле фундаментальная наука может выступать источником изобретения? Допустим, технологической новацией является мост новой и необычной конструкции. Можно ли сказать, что источником этой новации являются законы классической механики, в частности, законы упругости, трения, сопротивления материалов и т. д.? Если «да», то в каком смысле «источником»? Если это понимается так, что технологические инновации *начинаются* с фундаментальных исследований, то в данном случае это явно не соответствует реальному положению дел: истоком новации здесь является проект моста, его модель. Ближе к истине оказывается такое истолкование: законы физики выступают основной рассматриваемой технологической новацией, они *используются* при конструкции моста. Не являясь источником этого продукта технологии, фундаментальная наука непосредственно и опосредованно *участвует* в его создании.

С точки зрения, согласно которой линейная модель вообще неверна, согласиться очень трудно. Можно привести достаточно убедительные аргументы в пользу того, что во многих случаях она оказывается справедливой. Возьмем, например, взаимоотношение генетики (чистая наука) и генной инженерии (прикладное исследование). Источником всех достижений генной инженерии – получение генетически измененных видов растений и животных с заранее заданными полезными для человека свойствами, клонирование живых организмов, терапевтическое клонирование в медицине и т. п. – непосредственно являются такие достижения генетики, как расшифровка генетического кода, расшифровка генома человека и геномов других живых существ, сопровождающаяся картированием и секвенированием генов. Без знания того, какова

структура ДНК (а это опять-таки достижение чистой науки), не могла бы возникнуть даже идея создания методами генной инженерии таких необходимых человечеству лекарств как интерферон, человеческий инсулин, гормон роста. Так что в области молекулярной биологии чистая наука может считаться *источником* технологических новаций.

В некоторых случаях, не будучи таким истоком, чистая наука выступает основой технологических достижений (как в случае с мостом). Такая роль фундаментальной науки обычно выявляется ретроспективно. Яркий пример – атомные реакторы и атомные бомбы. Иногда высказывается мнение, что атомный проект явился приложением специальной теории относительности (СТО), и именно эта теория выступила источником упомянутых технологических изобретений. На самом деле высвобождение ядерной энергии и ее использование не было *приложением* СТО, и источником создания бомбы была не СТО. К возможности получения атомной энергии вел целый ряд экспериментальных открытий и изобретений. Среди них – открытие и исследование закономерностей естественной радиоактивности (Анри Беккерель, Мария Кюри-Складовская, Пьер Кюри), затем – искусственной радиоактивности (Ирен и Жолио Кюри), затем открытие деления тяжелых ядер (например, ядер изотопов урана) под действием столкновения с нейтронами (О.Ган и Ф.Штрассман, 1938 г.) и, наконец, обнаружившаяся в процессе деления возможность получения цепных реакций.

Вместе с тем, не являясь источником рассматриваемых новаций, СТО выступает основой их продуцирования. Объяснить выделение ядерной энергии можно, действительно, только на основе СТО. Энергию, выделяемую при делении ядер, можно рассчитать только основываясь на известном уравнении СТО $E=mc^2$. Но это, основанное на СТО объяснение, дается *уже задним числом*.

Таким образом, форма участия фундаментальной науки в получении технологических новаций может быть разной. Закономерно встает вопрос, можно ли открыть некую универсальную модель взаимоотношения науки и технологии? Нужно признать, что философия науки пока не знает ответа на этот вопрос. В отличие от социальных, политических и моральных проблем, связанных с современными технологиями, эпистемологическая проблематика

(а проблема взаимодействия фундаментальных наук и технологий имеет явно выраженный эпистемологический аспект, поскольку возникновение технонауки связывают с коренными изменениями в понимании критериев отбора результатов деятельности в сфере технонауки и с изменением здесь статуса понятия истины) оказалась разработанной недостаточно. Философия науки все еще не отреагировала должным образом на *эпистемологический вызов*, бросаемый ей современной наукой. Более того, этот вопрос и подниматься-то стал лишь в последние десятилетия.

В настоящее время проблема адекватной теоретической реконструкции взаимодействия науки и технологии активно обсуждается. Для описания этого взаимодействия на макроуровне рассмотрения проблемы предлагаются различные модели. Одна из них – «цепочечная»⁸. В отличие от линейной, она начинается не с законов фундаментальной науки, а с дизайна. Сам процесс инновации предстает как цепочка технологических усовершенствований, каждое звено которого связано с предыдущим петлей обратной связи. *Наука не участвует в этой цепочке*. Она привлекается как бы со стороны для решения возникающих в ходе технологических разработок теоретических проблем.

Несмотря на свое правдоподобие, вряд ли и цепочечная модель окажется приложимой ко всем случаям взаимодействия чистой и прикладной науки: ведь иногда верна и линейная модель. Возможно, единой теоретической реконструкции вообще не существует: разнообразие практик требует и определенного разнообразия моделей. В любом случае, какой бы ни была предложенная модель, для выяснения интересующего нас вопроса неизбежен переход на микроуровень рассмотрения проблемы, где речь пойдет не о фундаментальных *и* прикладных исследованиях, а о механизмах применения фундаментальной науки *в* технологии. Для этого нам необходимо обратиться к тем случаям, когда фундаментальные и прикладные исследования реализуются совместно. Например, к нанотехнологическим разработкам.

Как известно, в нанотехнологию включаются такие фундаментальные дисциплины, как квантовая физика, молекулярная биология, компьютерные науки, химия. Совокупность или, как говорят

⁸ Kline S.J. & Rosendberg N. An Overview of Innovation // The Positive Sum Strategy: Harnessing Technology for Economic Growth. Washington, 1986. P. 275–306.

иногда, *конвергенция*⁹ этих дисциплин способствует появлению новых технологий. Но как, каким образом? Непосредственно законы фундаментальных наук к свойствам и параметрам предметов технологических разработок неприменимы. Требуются процедуры идеализации, упрощения, аппроксимации, а также модификация фундаментальных законов посредством введения в них некоторых граничных условий. Но фундаментальные теории не дают рецептов, как осуществлять подобные процедуры по отношению к научным законам с тем, чтобы их можно было применять к конкретным явлениям. Так же как они не дают рецептов, как работать со сложными физическими феноменами, возникающими в технологических разработках, когда целью исследования является не изучение отдельных явлений (как в экспериментальной деятельности чистой науки), а именно их взаимодействие, переплетение, когда нас интересуют именно такие сложные объекты¹⁰.

В связи с этим многими авторами обращается внимание на первостепенную для этого взаимодействия роль моделей, как промежуточного звена между чистыми и прикладными исследованиями. (По отношению к таким теоретическим моделям модели взаимодействия фундаментальных и прикладных наук выступают как метамодели.) В отечественной философии науки высказывается мнение, что в качестве такой обобщенной модели может выступать картина мира. В нанотехнологии, например, это нанонаучная картина мира, или, иначе, *наноонтология*¹¹. В общем виде это предположение можно принять, но оно, как представляется, также нуждается в детализации. Естественно, в основе нанонауки лежит *наноонтология*, и представители всех фундаментальных дисциплин знают об этом и имеют это в виду, стремясь адаптировать физические, химические и т. д. законы к нанообъектам. Вопрос в том, как

⁹ *Metha M.D.* Nanoscience and Nanotechnology: Assesing the Nature of Innovation in These Fields // Bulletin of Science, Technology and Society. Vol. 22. 2002. № 4.

¹⁰ *Cartwright N.* How do we apply science? PSA, 1974: Proceeding of the 1974 Bieninal Meeting of the Philosophy of Science Association. Dordrecht: Reidel, 1976. P. 713–714.

¹¹ Эта идея высказывалась во многих работах В.Г.Горохова. См., напр.: *Горохов В.Г.* Нанотехнология – новая парадигма научно-технической мысли // Высшее образование сегодня. 2008. № 5; *Горохов В.Г.* Эпистемологические проблемы теоретического исследования в современной технонауке. Статьи 1 и 2 // Эпистемология и философия науки. 2008. Т. XVII. № 2 и № 3.

происходит этот процесс адаптации. Пока можно сказать только одно: процесс приложения чистой науки оказывается весьма далеким от того, чтобы быть автоматическим и алгоритмизуемым; это глубоко творческий процесс. И он требует дальнейшего изучения. В связи с этим стоит посмотреть, что именно предлагается в настоящее время исследователями этого вопроса.

Модель взаимоотношения фундаментальных и прикладных исследований (микроуровень рассмотрения проблемы)

Традиционно полагалось, что фундаментальные и прикладные науки – это разные типы исследовательской деятельности. Они разнятся между собой по своим целям и ценностям. Фундаментальные науки нацелены на получение истинных знаний об объектах и процессах природы, как они существуют сами по себе, безотносительно к целям и ценностям человека. Прикладные науки решают другую задачу – использование этих знаний для изменения объектов и процессов в нужном для человека направлении. Обычно предполагается, что такие различия сохранились и в современной науке. Возьмем нанонауку. В Стэндфордской энциклопедии даются такие определения: «Нанонаука – это исследование феноменов на масштабе от 1 до 100 нанометров... Нанотехнология – создание и контролирование объектов на этой же шкале с целью получения новых материалов со специфическими свойствами и функциями»¹². Как видно, авторы энциклопедии не сомневаются в том, что нанонаука и нанотехнология – различные типы исследовательской деятельности.

Однако в настоящее время многие исследователи полагают, что в современных технологических разработках эти различия исчезают: в одних и тех же операциях, проводимых с помощью одного и того же оборудования, осуществляются и процессы изучения физических явлений, и преобразование природных процессов и объектов. Фундаментальные исследования при этом не просто осуществляются одновременно, а сливаются с прикладными, сами участвуют в преобразовании объектов, т. е. становятся прикладными. В качестве приме-

¹² <http://nanojobs.org/nanoscience-and-nanotechnology>

ра приводятся исследования на атомно-силовом микроскопе – АСМ. С помощью этого микроскопа (дающего увеличение в 5 000 000 раз) можно не только увидеть отдельные атомы, но избирательно воздействовать на них, например, перемещая их по поверхностям.

Такие исследования Д.Стоукс¹³ назвал «пастеровскими», по имени великого микробиолога и химика Луи Пастера, в исследованиях которого осуществлялись одновременно и теоретические, и прикладные разработки. Изменяя вещества и препараты, вмешиваясь в физиологические процессы живых существ, Пастер одновременно создавал теоретические объяснения методов и результатов изменений, внося, таким образом, вклад в фундаментальную науку. В ходе критики линейной модели взаимоотношения фундаментальных и прикладных наук Стоукс выделил такие исследования в отдельный тип. Графически линейная модель может быть представлена линией, началом которой являются чистые исследования, а на другом конце размещаются прикладные исследования и разработки. Стоукс полагал, что эту модель следует модифицировать. Первую половину линии нужно повернуть на 90° так, чтобы она оказалась перпендикулярной основной линии. Тогда исследовательское поле разделится на четыре квадранта (квадрант – это четверть круга). В левом верхнем углу поместятся чистые исследования, не имеющие отношения к приложениям, например, исследования атома Н.Бором (а также, добавим от себя, исследования в области теории квантовой гравитации, квантовой космологии, эволюционной теории и т. п.). В правом нижнем квадранте – прикладные и технологические разработки, типа эдисоновских работ с электричеством, особо не претендующие на теоретическое объяснение. В правом верхнем квадранте расположатся исследования пастеровского типа, в которых, с точки зрения Стоукса, чистые и фундаментальные исследования осуществляются одновременно и сливаются. В нижнем левом квадранте могут находиться исследования таксономического типа, классификации и т. д., где речь вообще не идет о взаимодействии чистой и прикладной науки.

Модель «квадрант Пастера» дает более адекватную картину взаимоотношений чистых и прикладных наук по сравнению с линейной моделью, поскольку в ней фиксируется присущее этим

¹³ Stokes D.E. Pasteurs' Quadrant: Basic Science and Technological Innovation. Washington, 1997.

взаимоотношениям разнообразие. В ней присутствуют и чистые исследования, и прикладные разработки, и исследования, в которых оба этих типа деятельности соединяются в едином процессе, и исследования, вообще не имеющие отношения к рассматриваемой проблематике. Типичным примером пастеровского квадранта являются исследования в сфере нанотехнологий.

Хотелось бы обратить внимание, однако, на то, что и в «пастеровском квадранте» речь не идет об исчезновении различий между чистыми и прикладными исследованиями. Они продолжают оставаться различными по целям и ценностям. В этом нет ничего удивительного: существует много примеров такого взаимодействия и в других сферах человеческой активности. Возьмем, например, преподавание. В процессе обучения осуществляются одновременно (и даже сливаются) два процесса: учитель обучает ученика, преобразуя и трансформируя его сознание (аналог прикладных исследований), и одновременно он совершенствует методику преподавания: в поисках ответа на вопросы ученика он уточняет формулировки, находит новые методы объяснения и доказательства, строит новые объяснительные модели. Но разве одновременность осуществления в одном акте снимает различия между двумя обозначенными процессами? Думается, что нет. У них разные адресаты, они отличаются по своим целям. Кроме того, содержание преподаваемого научного материала и уже существующая методика обучения *предшествуют* процессу обучения.

Или возьмем медицину. В процессе лечения, будь то хирургическая операция или медикаментозное лечение, врач производит изменения в организме пациента. Вместе с тем в ходе той же операции он может вносить вклад в развитие медицины (разработав новые методы лечения заболевания) или фармакологии (указав, например, на необходимость изменения дозировок использования того или иного лекарственного препарата или сделав вывод о его бесполезности). В некоторых нетипичных случаях изменения могут коснуться даже биологических теорий: обнаружив те или иные особенности в строении или функционировании организма пациента, врач может изменить некоторые из существующих биологических представлений. Излишне, по-видимому, говорить, что и фармакология, и биология остаются при этом фундаментальными

дисциплинами, а медицинские операции – прикладными и технологическими. Причем и в данном случае изначально первые предшествуют вторым.

Иногда задают вопрос: а зачем так уж стремиться и в случае «пастеровских» исследований дифференцировать фундаментальные и прикладные исследования? Разве не верно утверждение, что, скажем, нанотехнология – это технонаука, где осуществляется симбиоз фундаментальных исследований, технической теории, прикладных и технологических разработок? В настоящее время говорят даже о возникновении новой NBIC-конвергентной парадигме («NBIC» – nano-bio-info-cogno), в которой объединяются нанонаука, нанотехнология, биотехнология, информационные технологии, когнитивные науки и которая представляет собой еще более широкий ареал исследовательской деятельности на наномасштабе. Но означает ли эта конвергенция исчезновение различий между всеми вовлекающимися в него компонентами? Холистская картина вуалирует особую роль фундаментальных наук в современных технологиях, и часто она-то и провоцирует заявления о «прикладнизации» фундаментальной науки, замене истинной эффективности и прагматической пользой, коммерциализацией науки и даже о необходимости отказаться от ее *независимого от прикладных* финансирования. В связи с последним я полагаю, что вполне можно утверждать: до тех пор пока особая, самостоятельная роль фундаментальной науки в современных технологиях не будет раскрыта и обоснована, все призывы поддерживать фундаментальную науку финансово могут остаться не услышанными.

Как уже говорилось, с утверждением об исчезновении различий между чистыми и прикладными исследованиями тесно связаны еще два тезиса. В одном из них говорится, что современная наука стала товаром. Мне представляется, что это утверждение – следствие неверного или недостаточно продуманного представления о взаимоотношении фундаментальных и прикладных наук. О какой коммерциализации исследований можно говорить, если иметь в виду стремление ученых понять раннюю историю Вселенной (космология); или раскрыть причины происхождения и эволюции живого (биология); познать строение материи на самом фундаментальном уровне ее организации (физика элементарных частиц)? А ведь это фундаментальные науки. Учеными, занятыми в этой сфере науки, движет любознательность, а не мысли о пользе и доходах.

Даже если фундаментальная наука является непосредственным источником технологических новаций (как в случае с молекулярной биологией и генной инженерией), сама по себе она не становится товаром. Вкладывались большие финансовые средства в проект «Геном человека» (чистые исследования) действительно потому, что ждали и ждут от этих исследований прорывов в медицине и вообще в генной инженерии. В генной терапии открывается возможность диагностирования и лечения тяжелых наследственных заболеваний; терапевтическое клонирование создает условия для выращивания из стволовых клеток (клонированного) эмбриона необходимые для пересадки органы, не сталкиваясь при этом с проблемой отторжения чужеродных тканей. В связи с продолжающимися работами по секвенированию генов появляются все новые возможности для получения генетически усовершенствованных видов растений и животных. Нельзя забывать, тем не менее, что работы по исследованию генома человека и других живых организмов не только являются источником прикладных разработок, но представляют самостоятельный интерес для теоретической биологии, например, для понимания законов эволюции. А этот аспект исследований не квалифицируется как товар. Работы по секвенированию и картированию генов (в проекте «Геном человека») были распределены между лабораториями разных стран. (России достались 3 и 19 хромосомы, но, к сожалению, вскоре финансирование этих работ в нашей стране было урезано, и реального участия в этом проекте Россия не принимала). Эти работы не были засекречены, ученые свободно обменивались информацией. Тщательно засекречиваются и патентуются результаты прикладных исследований и технологических разработок в области генной инженерии. Они-то и становились, и продолжают оставаться товаром.

Точно так же и в нанотехнологии, где, используя в качестве строительных блоков атомы и молекулы, создают до сих пор не существующие в природе и обладающие новыми, удивительными свойствами материалы и приборы. Используется тот факт, что на наноуровне (масштаб величин от 1 до 100 нанометров, 1 нанометр 10^{-9} м) многие свойства обычных материалов претерпевают значительные изменения. Это может касаться таких параметров, как температура плавления, химическая реактивность, электро- и

термо проводимости. Новые материалы и приборы находят широкую сферу приложимости – в электронике, медицине, экологии, авиации, космонавтике. В медицине это создание новых лекарств, а также более совершенных методов доставки лекарств по назначению, когда с помощью наноскопических устройств лекарство доставляется именно тем клеткам живого организма, которые в нем нуждаются; в экологии речь может пойти о преобразовании токсичных компонентов в почве и воде, а также в промышленных выбросах в атмосферу, появившихся там в результате загрязнения окружающей среды, в нетоксичные; в самолетостроении новые материалы могут быть использованы для создания машин чрезвычайно прочных и вместе с тем легких и эластичных, что значительно снизит риск их разрушения при авариях; в космонавтике эти же материалы смогут быть использованы для строительства легких и мощных грузоподъемников, способных доставлять тяжелые грузы с поверхности планет на околоземные орбиты и т. д. Многие разработки в нанотехнологии преследуют цель сэкономить средства при производстве новых машин и оборудования, сделать производство более дешевым, что очень важно в условиях жесткой конкуренции на мировом рынке. Не удивительно, что все эти инновации патентуются и становятся товаром. Но говорить о коммерциализации квантовой механики, биологии или когнитивной науки, т. е. о результатах фундаментальных исследований, было бы абсурдно.

Если фундаментальные исследования не превращаются в прикладные, то, очевидно, истина, как и прежде, остается идеалом научного знания. Наряду с эффективностью. В прикладных исследованиях действительно на первый план выдвигается их полезность и эффективность. Но в фундаментальной составляющей, даже если она осуществляется одновременно в одном и том же исследовательском проекте с прикладными и технологическими разработками, на первом месте стоит адекватность чистых исследований действительности, их истинность. Да и чего бы стоили результаты осуществляющихся чистых исследований, если бы они оказались ложными? Можно ли было бы использовать их для успешной технологической деятельности? Думаю, что этот вопрос не нуждается в особых обсуждениях.

Вместо заключения

Из всего сказанного можно сделать такой предварительный вывод. Все разговоры о бесполезности фундаментальной науки или о ее «прикладнизации», так же как все сомнения по поводу необходимости ее финансирования, если они не стимулируются вполне определенным социальным заказом, являются плодом недоразумения. Сторонники всех этих утверждений не понимают специфики взаимоотношения фундаментальной науки и технологии. Ответственность за это несет и философия науки. Уделяя много внимания проблемам социальной ответственности ученого, вопросам взаимоотношения науки и власти, проблемам этики науки и т. п., философы до сих пор явно недостаточно занимались возникающими в философии технологии эпистемологическими проблемами. Философия науки до сих пор не ответила на важнейший эпистемологический вызов современного технологического знания: раскрыть роль и механизмы участия фундаментальной науки в прикладных и технологических работах.