

Фундаментальная наука и технологии: поиски механизмов взаимодействия

Мамчур Е.А.

Стало общим местом повторять, что мы живем в знаниевом, постиндустриальном обществе, и что характерной чертой этого общества является превращение науки в технонауку. Полагается, что технонаука – это симбиоз науки и технологии, их соединение в некое единое целое. Этот симбиоз характеризуется все большей *технологизацией* фундаментальных (базисных) исследований и *теоретизацией* прикладных и технологических разработок. Обе эти тенденции были присущи и традиционной науке. В экспериментальной составляющей базисных исследований всегда использовались приборы, технические устройства и оборудование. Наука Нового времени и началась-то тогда, когда Галилей изобрел телескоп и направил его на небо^[1]. 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. Можно говорить лишь об усилении отмеченных тенденций. Достаточно вспомнить, например, о мощнейших суперколлайдерах (типа Большого адронного суперколлайдера – БАК, являющегося фактически экспериментальным прибором, служащим для решения важнейших проблем физики элементарных частиц и современной космологии), чтобы оценить степень технологизации современной базисной науки.

Какая же особенность современной науки делает ее чем-то принципиально новым в истории естествознания и позволяет характеризовать ее как технонауку? Нам представляется, что такой тенденцией является все большая *прикладнизация* науки.

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 прикладную.

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 и якобы имеющее место ее превращение в прикладную и делает науку (если действительно, фиксируемая тенденция верна) технаукой. Все остальное, как уже утверждалось, было и в период господства традиционной науки.

Именно прикладнизацию науки имеют в виду те, кто говорит, что наука становится товаром, коммерциализуется, что она начинает все больше служить власти, что фундаментальное знание потеряло свою самооценку, и что истина как идеал научного знания замещается критерием эффективности и практической пользы. Последнее нас будет занимать здесь в наибольшей степени, поскольку философию науки интересует прежде всего эпистемологический ракурс рассматриваемой проблемы.

Конечно, сторонники тезиса о превращении науки в технауку 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 потребностью»^[2]. 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 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 занятия 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 сейчас^[3]. (Нетрудно догадаться, какое будущее уготовано ученым, если в обществе победит такое умонастроение, особенно в России: ведь у нас не существует традиции частного финансирования науки).

Так что (хотя бы в целях обоснования необходимости финансирования фундаментальной науки), следует выяснить, каков действительный механизм взаимоотношения фундаментальных и технологических разработок в технологических проектах: на самом ли деле фундаментальная наука в них сливается с прикладной, теряет свои специфику и превращается в прикладную.

Модель взаимоотношения фундаментальных наук и технологий: макроуровень

Адекватной действительному положению дел в науке долгое время

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:

Академическая (чистая) наука → прикладная наука/технология → рост благосостояния общества

Схема 1

Альтернативную модель выдвинул Адам Смит. По форме она фактически также является линейной, но по содержанию выступает как противоположная бэконовской, поскольку главной движущей силой развития технологии выступают в ней потребности рынка, а источником технологических новаций – предшествующие технологии. Различия в двух моделях можно объяснить частично тем, что Адам Смит родился спустя сто с лишним лет после Бэкона и жил в условиях бурного развития рынка и технологии.

В последние годы линейная (в данном случае бэконовская) модель подавляющим большинством исследователей подвергается критике и считается не адекватной действительности[4]. Думается, однако, что она не столько неверна, сколь не универсальна: очень часто роль движущей силы развития технологии играет не базисная, фундаментальная наука, а предшествующая технология. Один из наиболее убедительных примеров справедливости такой точки зрения является проект Hindsight (Прицел), который был реализован в США, в 1960 г. Перед участниками этого проекта была поставлена задача проанализировать, насколько оправданными являются затраты на фундаментальные исследования в разработке новейших типов вооружения. Работа длилась восемь лет, в течение которых тринадцать групп ученых и инженеров проанализировали около семисот технологических новаций в системе производства вооружений. Результаты исследований поразили общественность. Оказалось, что 91% новаций имели в качестве своего источника не науку, а предшествующую технологию и только 9% – достижения в сфере науки. Причем, из этих 9% лишь 0,3% можно было охарактеризовать как имеющие источник в области чистой, фундаментальной науки. Таким образом результаты проекта Хиндсай свидетельствовали как будто бы в пользу модели А. Смита.

Тем не менее, эти результаты нельзя истолковывать в том духе, что всегда верна модель Смита, и что фундаментальная наука не имеет отношения к приложениям и технологическим разработкам. Напротив, на проект Хиндсайт, который поставил под сомнение необходимость фундаментальной науки для развития технологии, университетские ученые – представители чистой науки – ответили собственным

исследованием, поставив перед собой цель выяснить роль, играемую фундаментальной, незаинтересованной наукой в технологических достижениях. Под этим углом зрения были проанализированы несколько технологических новаций, среди которых были такие знаковые изобретения 20в. как электронный микроскоп, видеоманитофон, ферромагниты и т.д. Результаты исследований были опубликованы в отчете, получившем название TRACES (аббревиатура от Technology in Retrospect and Critical Events of Science), которые показали, что все изобретения имели своим истоком базисные исследования, при этом чистые незаинтересованные исследования составили 70%, базисные заинтересованные (mission oriented) исследования 20%, и только 19% – прикладные разработки. Т.е результаты проекта TRACES как будто бы свидетельствовали против выводов, сделанных по результатам проекта Хиндсайт и опровергали верность модели Смита.

Тем не менее, эти результаты не могли быть основанием для вывода о том, что истоком технологических новаций всегда выступают базисные науки. Результаты обоих проектов просто показали, что ни модель Бэкона, ни модель Смита не являются универсальными, и их не следует абсолютизировать.

В связи с этим вполне убедительно прозвучал вывод, сделанный другой группой исследователей, являвшихся противниками универсализации линейной модели. Они утверждали, что наука и технология вообще являются двумя относительно независимыми потоками исследовательской деятельности[5]. 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 переворачиваться: уже не наука питает технологию, а технология ставит перед наукой задачи и сама выступает источником развития науки; затем, когда основные проблемы решены, потребность в их взаимодействии уменьшается, и они вновь начинают развиваться относительно независимо. Схематически эту модель можно представить следующим образом



Схема 2

Предложенная модель (ее можно назвать «двухпотоковой») по крайней мере на макроуровне рассмотрения проблемы представляется очень правдоподобной. Что касается линейной модели (бэконовской версии) то она действительно приложима далеко не всегда. Более того, в настоящее время есть исследователи, которые утверждают, что фундаментальная наука вообще *не* является *источником* технологических новаций. И как это не звучит парадоксально, на первый взгляд, здесь есть резон. 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 *основой* рассматриваемой технологической новации, 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 наперед 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 эта теория. 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.

Объяснить выделение ядерной энергии можно, действительно, только на основе СТО. Энергию, выделяемую при делении ядер можно рассчитать, лишь 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 фактически не разработанной. 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 взамен линейной (бэконовской) модели, где источником технологических инноваций выступают чистые исследования, или модели А.Смита, где таким источником выступают предшествующие технологии, и даже «двухпоточковой» модели предлагаются другие, которые с точки зрения их авторов являются более адекватными реальному положению дел в науке.

Одна из них – «цепочечная»^[6]. В отличие от бэконовской модели, 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 иногда, *конвергенция*^[7] 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. Также 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 объекты.

В этой связи многими авторами обращается внимание на роль моделей, выступающих промежуточным звеном между чистыми и прикладными исследованиями. (По отношению к таким *внутренним* 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 наноаучная картина мира, или, иначе, *наноонтология*^[8]. В общем виде это предположение можно принять, но оно, как представляется, также нуждается в детализации. Естественно, в основе наноауки 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 происходит этот процесс адаптации. Пока можно сказать только одно: процесс приложения чистой базисной науки оказывается весьма далеким от того, чтобы быть автоматическим и алгоритмизируемым; это глубоко творческий процесс. И он требует дальнейшего изучения. В этой связи 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 Стэнфордской 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"[\[9\]](#). 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 теории при этом не просто осуществляются одновременно, а сливаются с прикладными, сами участвуют в преобразовании объектов, т.е. становятся прикладными. В качестве примера приводятся исследования на атомно-силовом микроскопе – АСМ. С помощью этого микроскопа (дающего увеличение в 5000000 раз) можно не только увидеть отдельные атомы, но избирательно воздействовать на них, например, перемещая их по поверхностям.

Такие исследования американский философ науки Дональд Стоукс назвал «пастеровскими», по имени великого микробиолога и химика Луи Пастера, в исследованиях которого осуществлялись одновременно и теоретические, и прикладные разработки[\[10\]](#). Изменяя вещества и препараты, вмешиваясь в физиологические процессы живых существ, Пастер одновременно разрабатывал 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 90^0 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, создание классификаций и т.д., где речь вообще не идет о взаимодействии чистой и прикладной науки.

Фундаментальная
наука

Прикладные
иссл./техн

Базисные исследования (исследования атома Н.Бором)	Пастеровский квадрант
Классификации, таксономии и т.п.	Прикладные исследования (работы Эдисона)

Рис. 1

Модель Стоукса дает более адекватную картину взаимоотношений чистых и прикладных наук по сравнению с линейной моделью, поскольку в ней фиксируется присущее этим взаимоотношениям разнообразие. В ней присутствуют и чистые исследования, и прикладные разработки, и исследования, в которых оба этих типа деятельности соединяются в едином процессе (квадрант Пастера), 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 на самом деле и в «пастеровском квадранте» не происходит слияния между чистыми и прикладными исследованиями. Они продолжают оставаться различными по целям и ценностям. В этом нет ничего удивительного: существует много сфер человеческой деятельности, в которых осуществляются такого рода взаимодействия. Возьмем, например, преподавание. В процессе обучения реализуются 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 это 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 биология и фармакология остаются при этом фундаментальными науками, а медицинские операции - прикладными и технологическими разработками. Причем и в данном случае изначально первые предшествуют вторым.

Иногда задают вопрос: а зачем так уж стремиться даже 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 истины эффективностью и прагматической пользой, утверждения о коммерциализации науки и даже призывы 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 так уж 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 провозглашается, что современная наука стала товаром. Мне представляется, что это утверждение – следствие все того же 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-ья и 19-ая 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 также 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.

Из всего сказанного можно сделать такой предварительный вывод. Все разговоры о бесполезности фундаментальной науки или о ее «прикладности», также как все сомнения по поводу необходимости ее финансирования, если они не стимулируются вполне определенным социальным заказом, являются плодом недоразумения. Сторонники всех этих утверждений не принимают во внимание 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 разработках.

[1] Выступивший в прошлом году в Институте философии РАН известный философ науки итальянского происхождения Э. Агацци на вопрос о том, когда возникла технонаука, опираясь именно на этот аргумент, ответил, что она существовала уже во времена Галилея. Правда, тогда возник вопрос, что же нового в феномене технонауки? И почему этот феномен, как утверждают, возник только в знаниевом, пост-индустриальном обществе? На этот вопрос, Агацци, к сожалению, не ответил. Да и знакомство с его работами (а он признанный специалист в области этики науки и технонауки) показывает, что он колеблется в определении феномена технонауки, иногда трактуя присущий ей симбиоз науки и техники в более слабом, иногда в более сильном смысле (См., напр., Agazzi E. Right, Wrong and Science. The Ethical Dimensions of the Techno-Scientific Enterprise, Amst., N.Y., 2004

[3] Kealey T. Economic Laws of Scientific Research. St.Martin Press, N.Y., 1996 ; Вот типичное рассуждение автора цитируемой книги . В 19 в. ни один британский политик не финансировал базисную науку в сколько-нибудь заметной степени, однако это не помешало Великобритании превратиться в самую богатую и развитую в индустриальном отношении страну. В то же время Франция и Германия 19 в., правительства которых

действительно финансировали и поддерживали науку, плелись позади. «Является ли в таком случае государственное финансирование науки столь уж необходимым?», - задает автор риторический вопрос (Kealey T. Economic Laws of Scientific Research PP. 1-2)

[5] Gibbons M. Is Science Industrially Relevant? The Interaction between Science and Technology// Science, Technology and Society. Manchester, 1984, P. 112; Kealey T. The Economic Laws of Scientific research..., P.219

[6] Kline S.J. & Rosendberg N. An Overview of Innovation// The Positive Sum Strategy: Harnessing Technology for Economic Growth. Washington, 1986, PP. 275-306

[7] Metha M. D././ Nanoscience and Nanotechnology: Assesing the Nature of Innovation in These Fields. Bulletin of Science, Technology and Society, vol. 22, № 4, 2002

[8] Горохов В.Г. Нанотехнология – новая парадигма научно-технической мысли// Высшее образование сегодня. 2008, №5

[9] <http://nanojobs.org/nanoscience-and-nanotechnology>

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