

Российская Академия Наук
Институт философии

**ВЗАИМОСВЯЗЬ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ НАУКИ
И ТЕХНОЛОГИИ КАК ОБЪЕКТ
ФИЛОСОФИИ НАУКИ**

Москва
2014

УДК 165
ББК 15.13
В 40

Редколлегия:

доктор филос. наук *Е.А. Мамчур* (отв. редактор),
доктор филос. наук *А.А. Крушинов*,
кандидат физ.-мат. наук *С.Н. Коняев*

Рецензенты:

доктор филос. наук *В.М. Розин*
кандидат филос. наук *В.Д. Эрекаев*

В 40

Взаимосвязь фундаментальной науки и технологии как объект философии науки [Текст] / Рос. акад. наук, Ин-т философии ; Редкол.: Е.А. Мамчур (отв. ред.) и др. – М. : ИФРАН, 2014. – 227 с. ; 20 см. – 500 экз. – ISBN 978-5-9540-0260-7.

Анализируется проблема взаимоотношения фундаментальной науки и технологии. Акцент делается на эпистемологических аспектах проблемы: роли фундаментальных теорий в получении технологических инноваций; механизмах включения теоретического знания в процесс получения новых технологических достижений; различиях между фундаментальным и прикладным знанием; статусе понятия технонауки; соотношении истины и пользы.

Особое внимание уделяется социальным и этическим аспектам взаимоотношения науки и технологии, а также вопросам, традиционно относящимся к сфере философии техники.

Книга адресована тем, кто интересуется вопросами философии науки и техники на современном этапе их развития.

ISBN 978-5-9540-0260-7

© Коллектив авторов, 2014
© Институт философии РАН, 2014

Предисловие

Представляемая на суд читателя коллективная монография посвящена проблеме взаимосвязи фундаментальной науки и технологии на современном этапе их развития. В содержащихся в книге материалах есть ряд моментов, которые, с точки зрения редколлегии и авторского коллектива, сделали ее оригинальной и достойной публикации.

В отличие от большинства имеющихся в отечественной философии работ взаимоотношение науки и технологии рассматривается в данной монографии преимущественно в эпистемологическом, а не в социологическом и этическом плане. Авторский коллектив исходил из того, что философия науки – это прежде всего эпистемология. Эпистемологический подход выводит авторов на такие проблемы, как: цели и задачи фундаментальных и прикладных исследований, поиски различий между чистой и прикладной науками, а также различий между прикладными и технологическими исследованиями; построение модели взаимодействия науки и технологии, адекватной реальному положению дел; проблема критериев оценки результатов научного и технологического знания; взаимоотношение истины и пользы, истины и ценностей в двух рассматриваемых сферах познавательной деятельности; вопрос о статусе понятия «технонаука» в современной философии науки и т. д. Часть из перечисленных проблем обсуждаются в книге, другие еще ждут своего рассмотрения.

Работы, посвященные социологии науки и техники, как и статьи, касающиеся этических проблем взаимосвязи науки и технологии, также присутствуют в представленном материале. Они обсуждаются в статьях А.Ю.Севальникова «Ядерное лицо XX века: социальные и этические проблемы науки минувшего века» и Ю.В.Черновицкой «Взаимоотношение фундаментальной науки и технологии: этический аспект». Кроме того социологический подход представлен в работе С.Н.Коняева «Наука, техника, инновации», посвященной исследованию сферы научных исследований и разработок (НИОКР) и в статье Ю.В.Сачкова «В чем сила науки?». Следует отметить, однако, что и в этих статьях акцент делается на эпистемологической проблематике.

Эпистемологический подход доминирует главным образом в статьях первого раздела.

1. Так, впервые в отечественной философии науки систематически рассмотрен наблюдаемый ныне весьма интенсивный процесс поиска адекватной модели включения фундаментальных теорий в процесс выработки технологических инноваций. Прежде всего отмечено, что в настоящее время весьма распространенной является точка зрения, согласно которой фундаментальная наука и технология фактически слились в некое единое целое. В западной философии науки такая модель их взаимодействия получила название «непрерывной» (continuous). Предполагается, что именно она лежит в основе трактовки современной науки как технотнауки. В книге такая позиция подвергнута критическому анализу. Вместе с тем исследуются и другие уже получившие известность модели взаимодействия фундаментальной науки и технологии. (Этот вопрос обсуждается в статье Е.А.Мамчур «Взаимосвязь фундаментальной науки и технологии: поиски адекватной модели».).

2. В этом же разделе рассматривается мало изученный вопрос о роли так называемой «технологической сингулярности» в создании искусственного интеллекта (статья А.Д.Панова). В работе А.А.Крушанова взаимосвязь фундаментальных исследований, технического и технологического развития рассматривается в историческом плане: акцент делается на его эволюционном, изменчивом характере; сложность, комплексность рассматриваемого взаимодействия демонстрируется на материале радиоэлектроники и кардиологии в статье Э.Ю.Калинина. В исследовании В.Г.Горохова анализируются особенности технических наук по сравнению с естественнонаучными теориями и роль технической теории во взаимоотношении науки и технологии.

3. С целью выработки соответствующих реальному положению дел представлений о модели взаимодействия науки и технологии исследования в книге ведутся не только на уровне макромоделирования (как это было характерно для отечественной философии науки 1970–1980 гг.), но и на уровне микромоделирования, что позволяет детально рассмотреть возможные механизмы включения фундаментальной науки в процесс получения инноваций.

4. В работе поднимаются вопросы, которые относятся к сфере философии техники (статьи С.Н.Жарова, Л.Г.Антипенко, А.Ю.Севальникова, помещенные в третий раздел коллективной

монографии). Эта область исследования в отечественной философии представлена явно недостаточно. Она как бы отошла на второй план, будучи потесненной социальными и этическими темами, которые кажутся более актуальными для многих философов науки. Между тем без обсуждения вопросов о сущности техники не могут быть решены и социальные и этические проблемы. Попытка продолжить эту линию философского дискурса также, как мы надеемся, должна привлечь внимание читателей к данной книге. Обращение к работам О.Шпенглера, Х.Ортеги-и-Гассета, М.Хайдеггера, в которых вопрос о сущности техники ставился на глубоком философском уровне, – это, как представляется, направление философской работы, потенциал которого освоен еще далеко не в должной мере.

Конечно, авторы и редколлегия отдадут себе отчет в том, что обсуждаемые в работе проблемы пока не получили в ней своего окончательного решения. Но такая цель и не ставилась. Ведь многие из них в отечественной философии фактически подняты впервые и, несомненно, нуждаются в дальнейшем обсуждении.

Работа адресована профессиональным философам, аспирантам и студентам философских специальностей и всем тем представителям естественных и технических наук, которые интересуются поставленными в ней проблемами.

Е.А. Мамчур

РАЗДЕЛ I.
ВЗАИМОСВЯЗЬ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ НАУКИ
И ТЕХНОЛОГИИ В ЭПИСТЕМОЛОГИЧЕСКОМ
ИЗМЕРЕНИИ

Е.А. Мамчур

**Взаимодействие науки и технологии:
поиски адекватной модели**

Проблема взаимоотношения науки и технологии одна из наиболее обсуждаемых в современной философии науки. Ей посвящена большая литература, к сожалению преимущественно западная. В отечественной философии эта проблема обсуждается мало. Здесь преобладают работы, в которых ставятся вопросы о взаимоотношении науки и общества, о формах организации научных и технологических исследований, о возможных последствиях внедрения технологических новаций, о тех рисках, с которыми связано внедрение новых технологий, об ответственности ученых перед обществом. То есть те вопросы, которые принято относить к этике науки и социологии научного познания. Но для философии науки взаимоотношение фундаментальной науки и технологии – это, прежде всего, эпистемологическая проблема. Она выводит исследователя на такие теоретико-познавательные вопросы, как цели и задачи фундаментальных, прикладных исследований и технологии; поиски различия между чистой и прикладной науками; различие между прикладными и технологическими исследованиями; модель взаимодействия науки и технологии; проблема критериев оценки результатов научного и технологического знания; взаимоотношение истины и пользы, истины и ценностей в двух рассматриваемых сферах познавательной деятельности; вопрос о статусе понятия «технонаука» в современной философии науки и т. д.

Эпистемологический ракурс взаимодействия фундаментальной науки и технологии уже анализировался в нашей литературе¹. Было введено понятие о существовании двух уровней анализа проблемы: макроуровень, где упоминаемое взаимодействие рассматривается как бы «с высоты птичьего полета» и где речь может вестись о *макромоделах* рассматриваемого взаимодействия; и микроуровень, на котором происходит детализированная реконструкция взаимодействия науки и технологии и речь, соответственно, ведется о конкретных механизмах этого взаимодействия. Следует отметить, что в отечественной методологии в 1970–1980 гг. вопрос о взаимодействии науки и технологии обсуждался очень оживленно. Однако рассмотрение фактически велось только на макроуровне, и им и ограничивалось. Писали о большой роли фундаментальной науки в развитии технологии, об обратном позитивном влиянии технологии на науку. Но вопрос о конкретных механизмах включения фундаментальной науки в процесс получения технологических инноваций не рассматривался. И пока ситуация остается прежней.

В данной работе автор собирается хотя бы кратко вернуться к уже полученным в предыдущих работах результатам с тем, чтобы 1) обеспечить основу для следующего шага в разработке проблемы и 2) облегчить читателю понимание дальнейшего изложения. В статье предполагается 1) обсудить вопрос о продуктивности привнесения в разработку моделей мотивационного аспекта; 2) на конкретных примерах, взятых из истории науки и современной научной практики, осуществить реконструкцию реализующегося между фундаментальной наукой и технологией взаимодействия; 3) внести коррективы в предлагаемые в мировой литературе макро- и микромоделах и таким образом продвинуться вперед в поисках механизмов рассматриваемого взаимодействия, адекватных реальному положению дел.

Итак, обратимся к макроуровню анализа проблемы и рассмотрим предложенные в современной философской литературе макромоделах взаимодействия науки и технологии.

Макроуровень рассмотрения проблемы

Наиболее популярной долгое время была (да и сейчас остается) так называемая «линейная» модель взаимодействия науки и технологии (иногда ее называют «каскадной», стремясь противопоставить ее так называемой «непрерывной» (continuous) модели². (Ее суть будет рассмотрена ниже.) Считается, что идея линейной модели принадлежит Ф.Бэкону. Источником технологических новаций выступает в ней фундаментальная, чистая наука. Открытия в фундаментальных (базисных, чистых) науках являются основой развития технологии, которая, таким образом, оказывается приложением науки. Схематически бэконовскую модель можно представить в виде цепочки, состоящей из трех звеньев:

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

Схема 1.

В современную нам эпоху интерес к вопросу о механизмах взаимодействия науки и технологии вообще и к бэконовской модели в частности был в значительной степени стимулирован известным докладом главы существующего в США в годы Второй мировой войны министерства научных исследований и развития науки Ванневара Буша, который он написал по просьбе президента США Ф.Рузвельта. В письме президента ставился вопрос о том, какова должна быть стратегия развития науки в США в послевоенное время. В докладе Буша³ были представлены соображения о том, как следует распределять инвестиции в научные исследования в мирное время. Буш полагал, что наилучшая стратегия развития науки – вкладывание средств в фундаментальную науку, поскольку она является источником и основой развития технологий. «Нации, которые зависят от других стран в достижении нового базисного знания, будут отставать в своем технологическом развитии», – писал В.Буш⁴.

Наиболее интересное, хотя и наименее понятное и обоснованное соображение Буша касается характера фундаментальных исследований. Он утверждал, что *базисные исследования должны*

вестись без всякой оглядки на возможные приложения. Ученые-фундаментальщики не должны думать о практическом использовании результатов базисной науки. Наоборот, чем более ученые, занятые в базисных исследованиях, будут далеки от идеи полезности, тем более продуктивными будут результаты их деятельности в технологии.

Возникает вопрос: почему? Наиболее вероятное объяснение такого понимания характера фундаментальных наук состоит в том, что Буш преследовал определенную цель – защитить науку от государственного контроля (ведь чистые исследования государством не контролируются), но при этом сохранить ее финансирование. Однако, руководствуясь такой благородной целью, Буш привнес в дискуссии нежелательный, с нашей точки зрения, момент: мотивацию исследователей. Ниже мы вернемся к этому вопросу, пока же подытожим: определяя стратегию развития науки, Буш утверждал, что 1) чистые исследования должны оставаться чистыми (без всяких соображений о получении пользы) и 2) именно их и нужно финансировать, если руководствоваться стремлением к экономическому благосостоянию общества.

Очевидно, что Буш придерживался бэконовской линейной модели. До середины XX в. она, фактически, была единственной моделью, которой руководствовались не только философы науки и техники, но и политики в области науки, осуществляющие ее финансирование. Однако начиная с 1960-х гг. прошлого века эта модель стала подвергаться критике. Ее критикуют за то, что она, полагая, что источником технологических новаций является всегда фундаментальная наука, не предлагает конкретных механизмов участия чистых исследований в технологических новациях. Что, будучи каскадной, недооценивает реверсивные процессы, когда не наука вносит вклад в развитие технологии, а наоборот новые технологии вносят вклад в развитие фундаментальной науки. Такое обратное движение чаще всего осуществляется с помощью изобретенных (без прямого влияния чистых исследований) приборов. Достаточно напомнить, какой толчок к развитию получила астрономия после изобретения Галилеем телескопа. Кроме того, модель Бэкона не «покрывает» тех случаев в развитии науки, когда источником развития технологии выступает не чистая наука, а предшествующая технология.

Последнее соображение легло в основу модели, построенной Адамом Смитом во второй половине XVIII в. Смит сформулировал другую модель (см. схему 2). По форме она также являлась линейной (и даже «каскадной»), но по содержанию выступает как альтернативная бэконовской: главной движущей силой развития технологии оказывается в ней не фундаментальная наука, а потребности рынка, и источником технологических новаций является не академическая наука, а предшествующие технологии. Из схемы 2 видно, что Смит не отрицал вклада академической науки в развитие новых технологий. Тем не менее другие работы Смита показывают, что он считал ее наименее важным источником технологических достижений. Схематически модель Смита можно представить так:

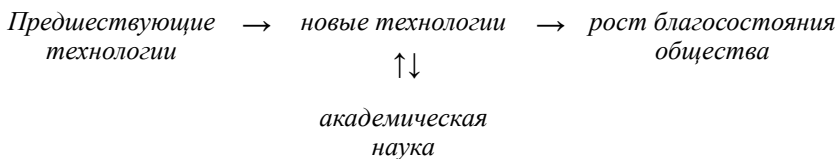


Схема 2.

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 техники. В «Лекциях по юриспруденции», которые он читал в Университете Глазго в 1763–1764 гг., он говорил: «Если вы войдете в любой из рабочих домов любой мастерской <...> Шеффилда, Бирмингена или Глазго, и спросите работников о том, как происходит усовершенствование машин, они расскажут вам, что большинство усовершенствований делается обычными рабочими». И это происходит потому, пояснял Смит, что каждый из работников стремится облегчить для себя свою часть работы и убыстрить процесс производства⁵.

Существует множество примеров из истории науки, подтверждающих справедливость модели Смита. Простые, но убедительные примеры приводит Я.Хакинг. Когда Кристофер Рэн (Christopher Wren) конструировал Собор Святого Павла в Лондоне, он был хорошо осведомлен о только что открытых законах ньютоновой

механики, на которых, собственно, и основывалась будущая конструкция. Но на самом деле он использовал приемы строительства, выработанные еще средневековыми ремесленниками. Законы ньютоновской механики были незаменимы при объяснении универсума, но не подходили для решения практически значимых проблем механики. Аналогично, паровая машина создавалась бесконечной серией проб и ошибок, без какой-либо помощи со стороны фундаментального теоретического знания⁶.

Вполне работающей модель Смита является и в настоящее время. 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 науки⁷. Так что результаты проекта HINDSIGHT свидетельствовали как будто бы в пользу модели А.Смита.

Тем не менее было бы поспешным истолковать эти результаты в том духе, что верна модель Смита и что фундаментальная наука не имеет отношения к приложениям и технологическим разработкам. Можно привести достаточно убедительные аргументы в пользу того, что в очень многих случаях справедливой оказывается именно бэконовская модель. Возьмем, например, взаимоотношение генетики (чистая наука) и генной инженерии (прикладное исследование). Источником всех достижений генной инженерии – получения генетически измененных видов растений и животных с наперед заданными полезными для человека свойствами; клонирование живых организмов; терапевтическое клонирование в медицине генная терапия и т. п. – непосредственно являются такие достижения генетики, как расшифровка генетического кода, расшифровка генома человека

и геномов других живых существ, сопровождающаяся картированием и секвенированием геномов. 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 и торжеством бэконовской модели.

Кстати, на проект HINDSIGHT, который якобы поставил под сомнение необходимость фундаментальной науки для развития технологии⁸ 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 XX в. как электронный микроскоп, видеомагнитофон, 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.** То есть результаты проекта TRACES явно свидетельствовали против выводов, сделанных по результатам проекта Hindsight и опровергали верность модели Смита.

Представляется однако, что наиболее верная интерпретация и результатов проекта HINDSIGHT, и проекта TRACES **будет состоять** не в том, чтобы объявить какую-либо одну из моделей неверной. Скорее, они обе верны, но ни одна из них не является универсальной, они имеют различные сферы приложения.

В 70-х гг. прошлого века появились работы, в которых подвергалась критике не только бэконовская модель, но вообще линейные (каскадные) модели. Авторы этих работ утверждали, что вопреки линейным моделям, наука и технология являются двумя относительно независимыми потоками исследовательской деятельности⁹. 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. «В обычной практике академическая наука также самодостаточна как и технология. Также как 90 % новых технологий появляется из старых, так и новая академическая наука строится на старой. Эти две области знания в значительной степени развиваются независимо друг от друга. Поэтому так называемая линейная модель нуждается в модификации», – пишет один из многочисленных критиков линейной модели, американский исследователь взаимоотношения науки и технологии Т.Кеали¹⁰. Схематически эту модель (назовем ее «двухпотоковой») представляют следующим образом:

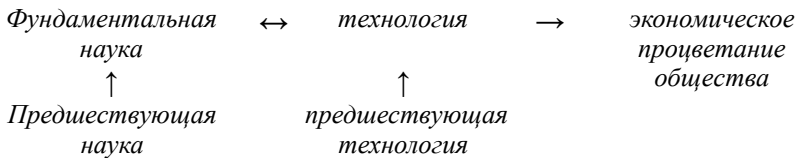


Схема 3.

«Двухпотоковая» модель, по крайней мере на макроуровне рассмотрения проблемы, представляется очень правдоподобной. Тем не менее, как и все макромоделю, она оставляет открытым вопрос о характере механизмов участия чистых исследований в технологических новациях.

В настоящее время проблема адекватной теоретической реконструкции взаимодействия науки и технологии активно обсуждается. Для описания этого взаимодействия на макроуровне взамен линейной (бэконовской) модели, где источником технологических новаций выступают чистые исследования, или модели А.Смита, где таким источником выступают предшествующие технологии, и даже более репрезентативной по сравнению

с линейными, «двухпотоковой» модели, предлагаются другие, которые с точки зрения их авторов являются более адекватными реальному положению дел.

Одна из них – «цепочечная»¹¹. 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. Эта модель не только подтверждает верность смитовской модели (источником технологических достижений выступает предшествующая технология), но и показывает, как, не являясь непосредственной движущей силой развития технологии, наука, тем не менее, играет в этом процессе конструктивную роль.

Еще более адекватную реальной научной практике модель (по крайней мере с точки зрения ее автора) предложил американский философ науки Дональд Стоукс. Модель Стоукса является более «богатой», по сравнению с линейными моделями. Она включает в себя некоторые из выдвинутых моделей и фиксирует еще один тип исследования, которые Стоукс назвал пастеровскими, по имени великого микробиолога и химика Луи Пастера. Особенностью пастеровских исследований является то, что в них осуществляются одновременно и фундаментальные разработки, движимые желанием ученых понять и объяснить исследуемые явления, и прикладные разработки, цель которых изменить природные процессы и на этой основе создать новое технологическое изобретение¹². 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. «Возникновение микробиологии в конце XIX в. – убедительный пример развития новой области исследований, в которых присутствовали не только вопросы фундаментального понимания, но и соображения пользы»¹³.

В ходе критики линейной модели 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 разработ-

ки. 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 оказываются неразличимыми. 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. Схематически модель Стоукса выглядит так:

<i>Фундаментальная наука</i>	<i>Прикладные иссл./ технологии</i>
<i>Базисные исследования (исследования атома Н.Бором)</i>	<i>Пастеровский квадрант</i>
<i>Классификации, таксономии и т.п.</i>	<i>Прикладные исследования (работы Эдисона)</i>

Схема 4.

Модель Стоукса дает более репрезентативную картину взаимоотношения чистых и прикладных наук по сравнению с линейными моделями, 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 объединяются в едином процессе, сливаются, как утверждал Стоукс (речь идет о квадранте Пастера), и исследования, вообще не имеющие отношения к рассматриваемой проблематике.

Подводя итог рассмотрению макромоделей, можно сказать, что каждая из них вносит свой вклад в макро моделирование взаимодействия фундаментальных и прикладных исследований. Тем не менее все они оставляют открытым вопрос о характере механизмов этого взаимодействия (т. е. о микро модели). Стоукс, обращаясь к этому вопросу, предлагает модель, которая, на наш взгляд, на практике не реализуется (имеется в виду как раз квадрант Пастера).

Наиболее распространенной и, как уже говорилось выше, наиболее популярной остается все-таки линейная модель в ее бэконовском варианте. Поэтому при переходе на микроуровень исследования проблемы мы будем иметь в виду именно эту модель.

Мотивационный аспект моделирования

Напомним, В.Буш считал, что фундаментальная наука развивается и должна развиваться без соображений о ее возможном практическом применении¹⁴. Таким образом, он прибегнул к такому фактору в объяснении характера фундаментальных и прикладных исследований, как мотивация ученых. Чем меньше думают базисные ученые о возможных приложениях науки, – полагал он, – тем больший вклад они внесут в развитие технологии. Выше уже было сказано, что, выдвигая такое определение фундаментальной науки, Буш стремился спасти науку от контроля со стороны государства. «Научный прогресс в широком смысле этого слова, – писал он в докладе президенту, – является результатом свободной игры свободных интеллектов, работающих над темами, выбранными ими самими, и разрабатываемыми методами, диктуемыми их собственной любознательностью...»¹⁵. Буш осознавал, что главная цель фундаментальных наук состоит в том, чтобы открывать все новые законы природы, расширяя таким образом границы фундаментального ее понимания.

Тем не менее многие западные участники дискуссий вслед за В.Бушем стали также привносить в рассмотрение мотивационный фактор. И именно он стал у них определяющим при истолковании сути фундаментальной науки. Так, один из норвежских исследователей рассматриваемой проблемы пишет: «Статистика показывает, что наиболее популярное определение чистых (базисных, фундаментальных) исследований то, в котором предполагается, что это исследования, в которых ученые не имеют в виду никаких практических приложений (no practical application in mind)¹⁶».

Модель Стоукса была выдвинута в противовес линейной модели Буша, потому что Стоукс полагал, что в линейной модели не находят отражения исследования (выделенные им в «Квадрант Пастера»), объединяющие базисные и прикладные исследования в единое целое. (Как уже говорилось выше, такого типа модель называется в литературе в отличие от каскадных – *непрерывной (continues*¹⁷.) В этих исследованиях ученые-фундаментальщики руководствуются не только стремлением к пониманию сути природных процессов, но и стремлением получить пользу. «Убеждение, что цели фундаментального понимания и пользы находятся в конфликте, – критикуя Буша, писал Стоукс, – и что категории базисных и прикладных исследований обязательно отделены друг от друга, противоречат действительной практике науки»¹⁸. Стоукс считал, что наиболее продуктивными являются разработки, в которых фундаментальные исследования осуществляются *под влиянием поисков максимальной практической пользы* (при этом соображения истины и объяснения отходят на второй план), и именно таким исследованиям нужно отдавать приоритет при инвестировании. Так что Стоукс также делает мотивацию ученых главным критерием оценки характера исследований.

Возникает вопрос: почему? Такая постановка вопроса так же не понятна, как и утверждения В.Буша о том, что чем меньше ученые будут думать о практической пользе, тем больший вклад в развитие технологии они сделают. На наш взгляд, не имеет вообще никакого значения, что думают ученые. Дело не в том, что они думают, а в том, какой тип исследования они осуществляют. Фундаментальные исследования имеют целью познать природные явления так, как они существуют сами по себе, безотносительно к целям и ценностям человека. Суть прикладных – в из-

менении предметов и процессов природы в нужном для человека направлении. Думает или не думает ученый, осуществляя фундаментальные исследования, о возможных приложениях, не имеет значения. Ученые-фундаментальщики могут вообще не думать о возможных приложениях, и, тем не менее, результаты их исследований могут вносить большой вклад в получение технологических достижений. С другой стороны, они, возможно, очень хотели бы, чтобы проводимые ими чистые исследования нашли практическое применение, но это оказывается, в силу разных обстоятельств, нереализуемо. Задача методолога науки состоит в том, чтобы раскрыть механизмы участия фундаментальной науки в получении технологических достижений. Мотивация ученых не имеет к этому отношения. Она только затемняет картину и сбивает с толку. Она никак не способствует открытию механизмов взаимодействия фундаментальной науки и технологии. Вопрос о роли фундаментальной науки и характере модели их взаимодействия по-прежнему остается открытым.

Реализуем ли «квадрант Пастера»?

Мотивационный аспект сослужил Стоуксу плохую службу. Квадрант Пастера стал очень популярным у многих современных исследователей взаимоотношения фундаментальной науки и технологии. Он привлек внимание к непрерывным (*continues*) моделям и вдохновил тех исследователей, которые исповедуют холистскую идеологию. Но на самом деле в том виде, как его понимает Стоукс, квадрант Пастера просто не реализуется. Он существует, только если руководствоваться мотивациями ученого. В данном случае действительно может возникнуть впечатление, что оба типа исследований становятся неразличимыми: фундаментальные исследования приобретают характер прикладных. Но мы уже говорили, что, если апеллировать к мотивациям, мы только запутаем проблему. На самом деле, никакого исчезновения различий и слияния не происходит, по крайней мере, в эпистемологическом плане. Оба типа исследований остаются разными по целям и ценностям. О слиянии можно говорить, только если иметь в виду социальный аспект развития науки. В институциональном плане эти исследо-

вания действительно соединяются, но даже если они происходят в одной лаборатории, и даже в голове одного и того же ученого, они продолжают оставаться разными по своим целям и ценностям.

Да, они осуществляются одновременно, но различия между ними не исчезают. И 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. Просто в процессе преподавания неоднократно осуществляется быстрое переключение от объяснения к обучению и обратно.

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 медицинской науки (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.

Перейдем к микромоделированию взаимоотношения между фундаментальной наукой и технологией, используя в качестве плацдарма эконоомскую линейную модель, как наиболее удобную и работающую.

Микромоделирование. Понятие теоретического ресурса технологической инновации

Какую же все-таки роль фундаментальная наука играет в развитии технологии? В вопросе о взаимоотношении этих двух сфер познавательной деятельности сложилось много мифов, путаницы и противоречий. Поэтому в поисках ответа лучше всего обратиться к реальным ситуациям, складывающимся в научной практике (т. е. реализовать своеобразные case studies). Но прежде чем перейти к этому исследованию, выскажем два соображения, которые, как представляется, необходимо учитывать, для того чтобы построить адекватную модель включения чистых исследований в технологические новации. Эти соображения помогут нам опровергнуть некоторые из мифов, мешающих построению адекватной модели. Одно из них будет высказано сейчас. Другое – при переходе к последнему разделу статьи.

* * *

В настоящее время стало общим местом повторять, что *непосредственно* теории фундаментальных наук не могут быть использованы в разработке приложений. Нужны аппроксимации, упрощения, введение дополнительных гипотез и «местных», локальных моделей. Утверждают также, что процесс модификации существующих фундаментальных теорий при разработке приложений не является автоматическим, а представляет собой неалгоритмизуемый, творческий процесс.

Все это верно, но слишком общо и абстрактно, и вопрос о том, какова же реальная модель, по-прежнему остается открытым. Нам представляется, что дело не столько в упрощениях и аппроксимациях. Дело в другом: при разработке приложений фундаментальная теория *как целое* вообще не участвует в процессе создания технологических новаций. Используются лишь два-три результата, полученные в процессе теоретических и экспериментальных исследований в фундаментальной науке. Эти результаты можно назвать *теоретическим ресурсом технологических новаций*. Приведем два примера, взятые из разных областей знания, для того чтобы прояснить, как работают теоретические ресурсы в реальной науке.

Генетика и генетическая инженерия

Рассмотрим взаимоотношение между биологией (генетикой), представляющей собой типичный пример фундаментальной науки, и генетической инженерией (биотехнологией). Уточним и сузим поле исследований и проанализируем, как генетика участвует в разработке таких технологических достижений генной инженерии, как получение лекарств или генетически измененных видов растений и животных.

Как представляется, в данном случае в качестве теоретического ресурса выступают два теоретических положения. а). Результаты расшифровки геномов соответствующих биологических организмов, полученные в процессе картирования и секвенирования геномов организмов; б). Установленный факт, что существует фиксированная связь между генами и признаками организмов. И все: вся остальная теория остается как бы «в стороне».

Могут возразить, что в настоящее время один из указанных теоретических ресурсов потерял свою безусловную убедительность. Еще недавно биологи считали, что можно с уверенностью констатировать, что определенный ген детерминирует синтез определенного белка, ответственного за появление определенного признака организма. Что существует цепочка: *ген – белок – признак*. Проводимые в последнее время исследования показали, что связь между генами и признаками значительно сложнее: чаще всего не один, а много генов определяют появление того или иного признака. По крайней мере сейчас становится ясно, что гены лишь частично определяют характер признаков. Большую роль в этом процессе играет сложное взаимодействие множества различных протеинов (белков). Стало понятно, что свойства и признаки организмов не могут быть редуцированы к генетической информации, закодированной в его ДНК. (Вспомним гениальное прозрение Менделя, который утверждал, что наследуются не свойства организма, а лишь задатки свойств и признаков!) В настоящее время биологи говорят о революции в биологии: *геномику*, царствовавшую в биологии XX в., потеснила *протеомика*.

Главная функция генов – быть своего рода спусковыми механизмами, триггерами, запускающими в действие серию факторов, от которых в значительной степени зависят признаки организмов.

Выполняя функцию спускового механизма, ген нуждается в специфическом окружении для наделения организма тем или иным свойством. Это можно показать на примере так называемого гена «безглазости»¹⁹. Когда у представителя одного из видов мушки дрозофилы этот ген блокирован или вообще отсутствует, глаза не формируются. Но если этот ген активизируют, глаза формируются на крыльях, антеннах, ножках и других тканях мушки. То же происходит, если в ДНК дрозофилы вводят ген «безглазости», добытый из ДНК мыши²⁰. Имплантированный в ДНК дрозофилы, он запускает процесс формирования глаз, но уже не мыши, а мушки! Ограничение роли генома проявляется в том, что именно внешние факторы, главным образом взаимодействие белков, определяет, как проявит себя ген и включится ли он вообще.

Как видим, картина усложнилась. И старая фундаментальная биологическая теория (в лице геномики) оказалась не вполне адекватной действительности. Да и в ближайшем будущем совершенно адекватная теория вряд ли появится – слишком сложные обнаружились здесь связи и отношения. В самых разных организмах мы обнаруживаем практически одинаковые гены. Однако признаки и свойства организмов оказываются совершенно различными. И пока фундаментальная биологическая теория не может ответить на вопрос, почему так происходит.

Тем не менее практика биотехнологии показывает, что это не мешает разработке самых разнообразных технологических приложений. Прикладники и технологи по-прежнему успешно оперируют одним из теоретических ресурсов, поставляемых геномикой: *существует вполне определенная связь между генами и признаками биологических организмов*. Если бы такой связи не существовало, мы бы не смогли получить таких необходимейших лекарств, как человеческий инсулин, гормон роста или интерферон.

В самом деле, как получают человеческий инсулин (лекарство, необходимое для лечения больных сахарным диабетом, суть которого в нарушении функций поджелудочной железы). Очень упрощая картину, процедуру можно представить следующим образом. В ДНК кишечной палочки *E.coli* встраивают человеческий ген, ответственный за производство инсулина в организме человека. Затем помещают ее в питательную среду, и она начинает продуцировать человеческий инсулин. До этого больным сахарным

диабетом вводили инсулин некоторых видов животных – крупного рогатого скота, свиней. Он был значительно хуже по сравнению с человеческим, поскольку давал осложнения. Если бы однозначная связь между геном и таким свойством организма, как способность продуцировать инсулин, отсутствовала, такой метод генной инженерии был бы невозможен.

Примерно такая же схема использовалась при производстве гормона роста и интерферона. Значит, во многих случаях однозначная связь между признаком и геном все-таки существует?

Владение теоретическими ресурсами, обеспечиваемые геномикой, позволяют осуществить и более сложные технологические операции, такие как получение нового сорта растений или вида животных, обладающих нужными для человека свойствами. Возьмем в качестве примера получение трансгенного сорта картофеля, резистентного к колорадскому жуку и вирусным заболеваниям. Геном картофеля, содержащий 12 хромосом и 860 млн пар оснований, был полностью расшифрован в 2009. (Кстати, в расшифровке генома принимала участие и Россия: российские ученые расшифровали 12-ую хромосому.) Но работы по получению трансгенного сорта картофеля, устойчивого к колорадскому жуку, велись уже в 1990-х. Суть работ состояла в том, что в геном картофеля включались гены бактерии *Bacillus thuringiensis*, которая вырабатывает специфический белковый эндотоксин, обладающий интоксикационными (по отношению к колорадскому жуку) свойствами.

Схематически процедуру можно представить следующим образом: с помощью фермента рестриктазы ДНК картофеля разрезается в нужном месте и туда имплантируется нужный ген. На месте разреза образуются липкие концы, так что «токсичный» ген бактерии, вырезанный также с помощью рестриктазы и также имеющий липкие концы, клеивается в ДНК картофеля. В начале 1990 гг. транснациональная корпорация «Монсанто» выпустила для коммерческого использования первые трансгенные сорта картофеля, обладающего резистентностью к колорадскому жуку.

Квантовая криптография

Возьмем пример из совершенно другой области: квантовой теории информации (КТИ). Нас будет интересовать участие квантовой теории в таких технологических инновациях, как квантовая телепортация, квантовая криптография, квантовые компьютеры. Собственно, перечисленные технологические достижения являются приложениями не столько квантовой механики, сколько квантовой теории информации. КТИ является обобщением классической теории информации на квантовый мир. По отношению к квантовой механике КТИ выступает как прикладная теория. По отношению к технологическим разработкам – как базисная. Возникает все тот же вопрос: как участвовала квантовая механика в перечисленных выше технологических достижениях? Что послужило в данном случае тем, что мы назвали *теоретическим ресурсом технологических новаций*?

Вновь сузим задачу и рассмотрим одно из технологических достижений – квантовую криптографию²¹. Основным теоретическим ресурсом в случае с квантовой криптографией послужили: а) явление коллапса волновой функции при измерении состояния квантовой системы; б) явление сцепления (entanglement) частиц. Как и в случае с биологической теорией, где генетика как целое к разработке технологических новаций не привлекалась, квантовая теория *как целое* в реализации такой технологической новации как квантовая криптография не использовалась: в качестве теоретического ресурса использовались только упомянутые выше особенности квантовых систем.

Суть квантовой криптографии – в разработке способов сохранения секретности передаваемой информации, защиты ее от попыток перехвата. Из истории известны различные способы защиты передаваемых сообщений от попыток несанкционированного использования. Такая процедура, как шифрование сообщений, использовалась уже в далекой древности. Если шифр был достаточно надежен, удавалось сохранить секретность информации в течение длительного времени. Но часто находились злоумышленники, которым удавалось разгадать шифр и получить доступ к сообщению. В связи с этим работы по совершенствованию методов сохранения секретности сообщений велись постоянно.

Положение резко изменилось в лучшую сторону при появлении квантовой теории. Сама идея использовать именно квантовые системы для передачи и сохранения секретности информации возникла потому, что квантовые системы обладают особенностями, которых лишены объекты макромира, даже если они обладают очень малыми размерами. Состояние квантовой системы определяется измерением, после которого она переходит в другое состояние, причем однозначно предсказать результаты измерения невозможно. И если в качестве носителей информации используются квантовые системы (например, фотоны), то попытка перехватить сообщение приведет к изменению состояния квантовой системы, которая и укажет на то, что такая попытка была реализована. Следует обратить внимание и на то, что измерение не позволяет получить полную информацию о квантовой системе и его невозможно «клонировать» (копировать). Все это делает квантовые системы очень удобным средством для передачи информации и сохранения ее секретности.

В квантовой криптографии при передаче информации она шифруется: передаваемое сообщение с помощью некоторого алгоритма комбинируется с другой секретной информацией, называемой ключом. Ключ позволяет решить проблему сохранения секретности передаваемого сообщения. Но при этом остается не менее важная задача – сохранение секретности ключа. Необходимо создать ключ, который был бы доступен легитимным пользователям (условно их называют Алиса и Боб, где Алиса передающая, а Боб принимающая сторона) и недоступен злоумышленникам, стремящимся овладеть передаваемой информацией (условное название Ева). Евой могут быть и хакеры, и конкурирующие фирмы в бизнесе, и мощные государственные структуры, и шпионские организации). Как передать ключ от А к Б, сохранив его в секрете от Е?

Эта проблема называется проблемой распространения (иногда говорят «распределения») ключа. В процессе выполнения этой задачи разрабатывались протоколы квантового распространения ключа. Первый протокол был создан американскими исследователями Чарльзом Беннетом и Джоном Brassардом в 1984 г. (BB84). Позднее начали создаваться другие протоколы, позволяющие противостоять растущей изощренности злоумышленников, которая

становится возможной в связи с появлением новых технологий. Таким является, например, протокол B92, значительно более гибкий, чем протокол BB84.

Носителями информации во всех этих протоколах являются фотоны, поляризованные под углами 0,5,90,135 градусов. Так же как и в разработанном позднее протоколе Артура Экерта, в котором ставилась проблема сохранения секретности ключа не только при его распространении, но и при более длительном хранении, когда он временно не используется. Абсолютно надежным способом сохранения ключа является так называемый «метод одноразового блокнота». Его суть состоит в том, что ключ используется только один раз, потом содержащаяся в нем информация уничтожается (как если бы листок с информацией вырывался из блокнота и выбрасывался).

В протоколе Экерта использовалось явление сцепления (entanglement) частиц, описанном в ЭПР-парадоксе. Суть явления, как известно, состоит в том, что как бы далеко ни находились друг от друга сцепленные частицы, при измерении одной из них другая перейдет в состояние, противоположное состоянию первой. (Так, скажем, если спинорность первой будет отрицательной, то спинорность второй – положительной, и наоборот.) Эта согласованность исчезает при перехвате информации, делая ее заметной на приеме, что настораживает легитимных пользователей и стимулирует разработку новых, более совершенных протоколов распределения ключа.

Один из вариантов практической реализации квантовой криптографии состоит в следующем. По волоконно-оптическому кабелю передается световой сигнал (поток фотонов), находящийся в суперпозиции двух состояний. Если злоумышленники подключатся к кабелю где-то на полпути, сделав там отвод сигнала, чтобы подслушать передаваемую информацию, это вызовет редукцию волновой функции, и свет из суперпозиции состояний перейдет в одно из собственных состояний. Проводя статистические пробы света на приемном конце кабеля, можно будет обнаружить, находится ли он в суперпозиции состояний или над ним произведено измерение, в процессе которого информация поступила нелегитимному пользователю. Таким образом, коллапс волновой функции позволяет обнаружить перехват информации.

Сотрудникам корпорации *Gap Optique*, специализирующимся в практической реализации квантовой криптографии, удалось передать ключ на расстояние 67 км (из Женевы в Лозанну). Позднее это достижение было перекрыто корпорацией *Mitsubishi Electric*, передавшей ключ на расстояние 87 км, правда, при скорости 1бит в сек.

Поскольку носителями информации в протоколе В92 являются поляризованные под определенными углами фотоны, основной проблемой при передаче ключа, ограничивающей расстояние передачи информации, является сохранение поляризации фотонов: с увеличением расстояния она может существенно изменяться.

* * *

Таким образом, проанализированные примеры свидетельствуют в пользу выдвинутой в работе гипотезы о существовании теоретического ресурса технологических инноваций и той роли, которую он играет в процессе получения технологических новшеств. Конечно, для исчерпывающего решения вопроса о механизмах включения фундаментальных теорий в этот процесс рассмотренных примеров недостаточно. Работа должна быть продолжена. Но это уже тема другой статьи.

Рассмотрим второе из обещанных выше предварительных условий, без выполнения которого, как нам представляется, адекватную модель не удастся построить. Оно состоит в следующем. Находясь на макроуровне рассмотрения проблемы, можно было позволить себе не проводить особых различий между прикладными исследованиями и технологическими разработками. На макроуровне этим различием было допустимо и пренебречь. Но на микроуровне, где речь идет о конкретных механизмах взаимодействия фундаментальной науки и технологии, и делать различие между технологией и прикладными исследованиями совершенно необходимо. Многие авторы, работая на микроуровне, специально не оговаривают существования прикладных исследований, а пишут небрежно, говоря то о прикладных исследованиях, включая сюда и технологию, то о технологии, включая в нее прикладные исследования. Но тогда уходит в тень целый пласт специфической исследовательской деятельности – *applied investigation*). Иногда

он превращается в самостоятельную дисциплину – сопротивление материалов, генную инженерию, квантовую теорию информации – тогда не замечать его просто невозможно. Иногда такого превращения не происходит, тем не менее существует он всегда. Обсуждать рассматриваемую нами проблему, не уделяя прикладным исследованиям особого внимания, значит не построить модель никогда.

Прикладные исследования являются теоретическими по своей сути. Они выступают необходимым звеном в цепи исследований, на котором происходит подготовка к созданию технологической новации. Технология – это процесс создания самой новации. По своей сути, технология ближе к искусству, чем к науке. Создание технологической инновации часто оказывается процессом, в котором полученный продукт несет на себе заметный отпечаток непосредственного исполнителя. Так, если взять цепочку: теоретическая биология – прикладные исследования, связанные с разработкой лекарств (фармакология) – практическая медицина, то технологией будет медицина. Лечение больных, в процессе которого используются новые лекарства, опосредуются личностью врача, его знаниями, чувством, учетом особенностей больного.

Итак, вооружившись вторым из предварительных соображений по поводу реализации поисков адекватной модели, попытаемся ответить на вопрос, который ставят известные западные исследователи проблемы Нэнси Картрайт, Мартин Кэрриер и др. и который тесно связан с основной темой статьи. Он звучит так.

Наше знание: «Пирамида» или «Лоскутное одеяло»?

Картрайт полагает, что наиболее правильная модель структуры научного знания – это (*Patchwork of Laws*) «**лоскутное одеяло**»²². Классические представления о фундаментальном научном знании как о пирамиде, вершину которой составляют теоретические принципы, из которых следуют более частные законы, из которых в свою очередь получают следствия, соотносимые с эмпирическими данными (так, по крайней мере, говорит нам гипотетико-дедуктивная модель естественнонаучного знания) в эпоху технауки с позиции многих западных исследователей должны быть заменены моделью «лоскутного одеяла», как более адекватно характеризующую истинное положение дел. Верно ли это?

Нам представляется, что нет, что в данном случае Н.Картрайт не права. И причина в том, что она попала под влияние идеи упоминавшихся выше «непрерывных» моделей взаимодействия научного и технологического знания, которые некоторые авторы рассматривают как единственно возможную в эпоху технонауки. Однако, как мы стремились обосновать в нашей статье, непрерывные модели (если оставаться в рамках эпистемологического рассмотрения проблемы) на практике не реализуются.

Термин «лоскутное одеяло» может быть с полным правом применен только к **applied science**. **Структура прикладных исследований** – это теоретические ресурсы, поставляемые фундаментальными теориями, множество приближенных закономерностей, представляющих собой результаты аппроксимации фундаментальных законов к конкретным явлениям, большое количество локальных моделей и т. д. Но если, как мы старались продемонстрировать в данной статье, непрерывные модели, где фундаментальные исследования не отличимы от прикладных и фактически сливаются с ними (пример – «квадрант Пастера» в модели Стоукса), на практике не реализуемы, термин «лоскутное одеяло» ко всему знанию не применим. Если у нас по-прежнему остаются и фундаментальное, и прикладное исследование как два разных в эпистемологическом отношении типа исследования (одно из них направлено на познание природы такой, какая она есть, а второе – на изменение природных явлений и процессов в нужном для человека направлении), для характеристики такого знания вполне правомерной оказывается и модель «пирамиды», характеризующая фундаментальное исследование, и модель «лоскутного одеяла», характеризующая **applied science**. Так что, как нам представляется, вопрос поставлен неверно. Не пирамида **или** лоскутное одеяло, а **и** пирамида, **и** лоскутное одеяло.

Неверие многих исследователей (феномена науки) в возможность существования знания, построенного как «пирамида», связано с тем, что в современную нам эпоху они, фактически, не имеют образцов такого знания. В классический период науки образцом «пирамиды» была классическая механика Галилея и Ньютона. Она не только казалась, она долгое время была образцом завершенного знания. Мы же живем в эпоху перемен. Все ведущие области на-

учного знания – космология, биология, физика частиц и др. бурно развиваются, и ни в одной из них мы не можем говорить о завершенности, а значит о достроенной пирамиде.

Вернемся к случаю с генетической инженерией. Напомню о сложившейся там ситуации: биологическая теория в лице геномики, казавшаяся вполне завершенной «пирамидой», на деле оказалась не только не завершенной, но просто не вполне адекватной реальному положению дел. Геномика потеснена протеомикой, которая так же далека от состояния завершенности. Что-то в ней верно, что-то нет, и что именно, пока не ясно. Это теория, находящаяся в стадии становления.

Так что вопреки утверждению Картрайт, написавшей очень известную книгу «Как лгут законы физики»²³, законы фундаментальной науки не лгут. Они просто пока не известны. Это касается всех областей знания, переживающих эпоху великих перемен. Предстоит колоссальная работа по их открытию и изучению. Пирамиды еще только предстоит построить.

Примечания

- ¹ См., напр.: *Мамчур Е.А.* Фундаментальная наука и технология // *Вопр. философии.* 2011. № 3.
- ² *Cuevas A.* The Many Faces of Science and Technology Relationships // *Essays in Philosophy. A Biannual Journal.* 2005. Vol. 6. № 1. P. 7–8.
- ³ Science, the Endless Frontier/ A report to the President on a program for post-war scientific research by Vannevar Bush. July 1945 (http://openlibrary.org/books/OL5840568M/science_the_endless_front).
- ⁴ *Ibid.* P. 19.
- ⁵ См.: *Kealey T.* The Economic Laws of Scientific Research. L., 1996. P. 7.
- ⁶ *Hacking I.* Representing and Intervening. Introductory topics in the Philosophy of Natural Science. Cambridge–L.–N.Y., 1983. P. 162–163.
- ⁷ Подробнее см.: *Мамчур Е.А.* Фундаментальная наука и технология // *Вопр. философии.* 2011. № 3. В отечественной философии науки сведения о проекте Hindsight стали известны из доклада известного американского философа науки Э.Т.Лейтона, сделанном на конференции в Москве, в ИФРАН, в 1989 г.
- ⁸ Уточним еще раз: при оценке результатов проекта Hindsight речь не шла о том, что фундаментальная наука не нужна для технологических разработок. Имелось в виду, что она не была *источником* технологических инноваций, в качестве такового в данном случае выступала предшествующая технология. Никто не отрицал, что фундаментальное знание лежит в основе предшествующей технологии, что сама технология является в высокой степени наукоемкой.

- ⁹ *Gibbons M.* Is Science Industrially Relevant? The Interaction between Science and Technology // *Science, Technology and Society*. Manchester, 1984. P. 112; *Kealey T.* Op. cit.
- ¹⁰ *Kealey T.* Op. cit. P. 219.
- ¹¹ *Kline S.J. & Rosendberg N.* An Overview of Innovation. The Positive Sum Strategy: Harnessing Technology for Economic Growth. Washington, 1986. P. 275–306.
- ¹² См. об этом: *Stokes D.E.* Pasteurs' Quadrant: Basic Science and Technological Innovation. Washington, 1997.
- ¹³ Ibid. P. 6.
- ¹⁴ *Science and Endless Frontiers* // A report of Vannevar Bush... P. 18.
- ¹⁵ Ibid. P. 12.
- ¹⁶ *Gulbrandsen M.* The Role of Basic Research in Innovation. P. 56 (http://www.cas.uio.no/Publications/Seminar/Confluence_Gulbrandsen.pdf).
- ¹⁷ *Cuevas A.* The Many Faces of Science and Technology Relationships. P. 7–8.
- ¹⁸ *Stokes D.E.* Op. cit. P. 8.
- ¹⁹ Неудачное название, как верно отмечает Мартин Кэрриер (из статьи которого частично заимствован пример), поскольку этот ген как раз и отвечает за формирование глаз. См.: *Carrier M.* Knowledge and Control // On the bearing of Epistemic Values in Applied Science // *Science, Value and Objectivity* / Ed. by P.Machamer and G.Wolters. Pittsburgh, 2004. P. 284–286; См. также: *Fox K.E.* The Century of the Gene. Cambridge, 2000. P. 96–97.
- ²⁰ См. об этом: Введение в криптографию. М., 2006; *Смарт Н.* Криптография. М., 2006.
- ²¹ См. об этом: Введение в криптографию. М., 2006; *Смарт Н.* Криптография. М., 2006.
- ²² См. об этом: *Cartwright N.* Fundamentalism versus the Patchwork of Laws // *The Philosophy of Science* (ed. D.Papineau). Oxford, 1996. P. 314–324.
- ²³ *Cartwright N.* How the Laws of Physics Lie. Oxford–N.Y., 1983.

Взаимосвязь фундаментальных исследований с техническим и технологическим развитием как исторически изменчивое соотношение

О тесной взаимосвязи научного, технического и технологического развития в принципе прямо свидетельствует широкое распространение в XX веке как в профессиональных, так и в общедоступных изданиях таких популярных словосочетаний, как «научно-техническая революция», «наука как непосредственная производительная сила», «наукоемкие технологии». Правда, в контексте общей темы взаимосвязи фундаментальной науки и технологии при упоминании этой группы понятий (а соответственно, и фиксируемых с их помощью явлений) «за скобками» все же пока остаются принципиальные вопросы: означает ли упоминание в этих словосочетаниях «науки» именно фундаментальную науку? Каковы исторические рамки явлений, выделяемых с помощью упомянутых словосочетаний? Является ли подобная взаимосвязь в исторической перспективе устойчивой и постоянной по форме или же меняющейся, причем существенным образом?

Для внятного ответа на возникшие вопросы, на мой взгляд, общий разговор следует прежде всего начинать с внятного определения основных затрагиваемых компонентов обсуждаемой взаимосвязи, т. е. с того, как корректно и продуктивно толковать сами исходные для данного исследования понятия. Иначе говоря, озадачиться вопросом, о чем вообще-то речь, когда упоминаются такие термины, как «фундаментальная наука» и «технология».

О содержании опорных понятий темы и о проблеме имеющейся историко-научной базы

Обзор специальной литературы по затрагиваемой теме убеждает в том, что с ее опорными понятиями не все так просто и ясно, поэтому начинать ее обсуждение полезно, а то и необходимо со специального обзора того, что понимается под «фундаментальной наукой», с одной стороны, и под «технологией», с другой. Особый интерес и трудность обращения к этим вроде бы уже очень привычным понятиям обусловлены двумя противоположными обстоятельствами. Исторически так сложилось, что о сути фундаментальности в научном познании уже высказано многое и многими. Возможно, в силу того, что «первое, исходное “членение” науки – выделение в ее структуре фундаментальных и прикладных исследований, фундаментальных и прикладных наук»¹. А вот о сущности технологии, особенностях ее природы, функционирования и развития, наоборот, сказано крайне скупое и никогда развернутое и специальным образом, поскольку технологии в качестве объекта философского размышления и даже просто широкого специального изучения обычно упускаются из фокуса внимания исследователей, «затеняясь» более заметным феноменом техники.

Насколько сегодня можно судить, первым из отечественных философов вопрос о специфике и выделенности «фундаментальных наук» целенаправленно и специальным образом поставил Б.М.Кедров². Непосредственным поводом для обращения к обсуждению данной темы выступил его интерес к проблеме классификации наук. Размышление в этом контексте привело автора публикации к констатации, что упоминание фундаментальности призвано подчеркивать определенную выделенность некоторых наук и даже их приоритетность по сравнению с другими.

Подобную особенность исследователь оценил по трем линиям. Во-первых, (в «объективно-генетическом» смысле) фундаментальность (приоритетность) некоторой науки, по его мнению, определяется тем, что она обращена к изучению каких-то генетически первичных объектов, выступающих основой для появления иных природных образований (соответственно, изучаемых другими науками). Скажем, физика и химия (области «неоргани-

ческого естествознания») изучают основу, на которой сформировалась живая природа, изучаемая «органическим естествознанием» (биологией). При таком подходе³ фундаментальные науки – это науки, дающие обоснование другим наукам о более сложных формах движения и объектах изучения.

Однако фундаментальности науки придается, по словам Кедрова, и иной смысл. В этом, втором значении под таковыми подразумеваются науки, которые возникли давно и с самого начала составили краеугольные камни всего научного знания. К таковым относятся физика, астрономия, биология, геология, история и др. Иначе говоря, таким образом фиксируется тот факт, что имеется некоторое семейство авторитетных самостоятельных наук, обращенных к изучению самых широких классов явлений. Признаком особого статуса именно этих наук, по мысли исследователя, вступает, например, то, что именно на их основе порождаются другие, производные науки. К таковым можно отнести астрофизику («стык» астрономии и физики), физическую химию, биохимию и другие подобные же относительно новые науки.

Наконец, как отмечает Кедров, в период написания им статьи все более активным и частым стало новое толкование фундаментальности, при котором фундаментальные науки получают свою определенность через сопоставление с прикладными науками. В этом случае подразумевается, что одни науки (теоретические или «чистые») заняты добыванием нового знания, которое потом и используется другими науками, ориентированными на практическое приложение добытых фундаментальной наукой научных знаний к жизни. Иначе говоря, «чистые» науки таким образом действительно выступают основой для других, прикладных, наук. Задача последних – нахождение средств для достижения намеченных человеком целей, т. е. поиск путей и способов использования для этого найденных фундаментальной наукой законов. Соответственно, если в фундаментальной науке стремятся к элиминированию субъективных привнесений в нарабатываемое знание, то в прикладных науках, непосредственно обращенных к обеспечению целеполагающей деятельности людей, субъективный (точнее было бы сказать «субъектный») компонент оказывается естественным и неотъемлемым, неискоренимым.

По мнению автора разбираемой позиции, науки можно классифицировать по характеру ответа на три вопроса⁴: Что познается? Как познается? Для каких целей познается? Для фундаментальных наук характерен ответ на первые два вопроса. Если наука отвечает на третий вопрос, то это прикладная наука.

В статье уточняется, что все приведенные размышления непосредственным образом были вызваны стремлением ответить на вопрос, одни ли естественные науки могут считаться фундаментальными?

Однако вопрос о фундаментальности в научном познании оказался куда как более общим и значимым. Наука вдруг превратилась в очень дорогую область деятельности и стала оттягивать на себя в развитых экономиках заметную часть бюджетного «пирога»: «не случайно современные исследовательские центры физиков – ускорители – называют пирамидами нашего времени. Они так же, как и египетские пирамиды, отражают уровень развития не только науки и техники, но и экономики, политики, культуры эпохи»⁵.

Естественным образом возник вопрос о выборе научных приоритетов, в том числе в соотношении с прикладными науками. При этом признак фундаментальности всегда автоматически придавал подобным избранным научным областям особый статус и вес: «... определение научных исследований как «фундаментальных» часто воспринимается как выделение группы «особо важных» работ, требующих исключительного внимания, что, конечно, не всегда соответствует реальным потребностям общества»⁶. Вполне понятно, что в обсуждение столь важного для науки вопроса не могла не включиться широкая научная общественность, что и объясняет, например, проведение уже в 1977 г. в Новосибирском Академгородке первой конференции по данной проблематике с общей темой «Соотношение и формы взаимодействия фундаментальных и прикладных исследований в условиях научно-технической революции. Стратегия научного поиска». А год спустя подобная же конференция была проведена Объединенным институтом ядерных исследований в г. Дубна с темой «Будущее науки. Роль фундаментальных и прикладных исследований в структуре научного знания».

А далее заработали два подталкивающих осмысление данной проблемы дополнительных фактора. Во-первых, в условиях научно-технической революции середины и второй половины XX в.

быстрое и мощное развитие получил массив практически ориентированного знания (прежде всего массив технических наук). Вторых, стала приобретать все более зрелый и развитый характер рефлексия над феноменом фундаментальности в науке. В ходе развернувшейся соответствующей работы внимание было обращено, например, на то, что словосочетание «фундаментальная наука» едва ли корректно и точнее было бы говорить о «прикладных и фундаментальных исследованиях», которые могут реально осуществляться в рамках одной и той же науки: «...следует скорее говорить о фундаментальных и прикладных исследованиях в рамках соответствующей науки, чем о различии самих наук по их фундаментальному и прикладному характеру»⁷. Понятно поэтому, почему, например, в составе фундаментальной геологии вдруг можно обнаружить явно практичную «инженерную геологию»⁸. Правда, и сегодня вполне распространена и не вызывает особых возражений практика оперирования словосочетанием «фундаментальная наука», в чем можно видеть скрытый отголосок первичного понимания фундаментальности, которое разбирал еще Кедров.

И все же исследователи науки специально подчеркивают, что «науки состоят сами из отдельных исследований, и эти отдельные исследования могут находиться в различных отношениях с задачами материального производства»⁹. Проявлением этой же тенденции определенного «приземления» прежде бескомпромиссно замкнутых на себя фундаментальных исследований стало уже их подразделение¹⁰ на «целенаправленные фундаментальные исследования» и на «поисковые фундаментальные исследования»: «Вообще говоря, все фундаментальные исследования в какой-то степени являются опережающими по сравнению с прикладными, а чтобы уточнить эту степень, говорят о “чистых” исследованиях, касающихся на данном этапе только лишь познавательных целей, и о “целенаправленных” исследованиях, которые в определенной перспективе ведут к достижению преобразовательных целей, хотя эта перспектива не настолько близка, чтобы мы могли говорить о целенаправленных в более узком смысле, т. е. прикладных, исследованиях»¹¹.

К преимуществу оценки на фундаментальность именно исследований, а не наук в целом относят и то обстоятельство, что в рамках фундаментальной науки могут проводиться по большому,

содержательному, счету вовсе не фундаментальные изыскания: «Обнаружение какой-либо ранее неизвестной кометы в Солнечной системе или нового, ранее не замеченного астероида и дальнейший расчет их орбит являются примерами “чисто” научных интересов, но исследования эти фундаментальными не являются»¹², поскольку собственно фундаментальной науке присуще вносить «существенный вклад в создание картины мира»¹³.

Изменение в понимании фундаментальности затронуло не только науки в целом или отдельные исследования. Свой заметный вклад внесли бурно развивающиеся технические науки. Вдруг выяснилось, что массив технического знания стал весьма масштабным и неоднородным, причем в нем оформились свои основополагающие науки, характеризующиеся высокой степенью теоретичности и проведением собственных развивающих исследований. В итоге получилось так, что в составе технического знания появились внутренние наработки, фактически играющие ту же роль, что и фундаментальные науки в отношении прикладных. Соответственно, обозначилась тенденция говорить о том, что «фундаментальные» исследования проводятся в том числе и в рамках технических наук, иначе говоря, «возникает вопрос о фундаментальных исследованиях в рамках прикладных наук»¹⁴: «Например, механика машин, отнесенная Ампером в его классификации к прикладным областям, ко второй половине XX века становится фундаментальной наукой с быстро развивающейся практическо-экспериментальной прикладной частью. Теоретическая радиотехника, относимая обычно к прикладным наукам, с одной стороны, безусловно прикладное исследование, ориентированное на определенную область инженерной практики, а с другой – несомненно чисто теоретическая дисциплина»¹⁵.

Таким образом, сегодня появились два в определенной мере взаимоисключающих понимания фундаментальности исследования. Одно, тяготеющее к уже распространенному и, можно сказать, традиционному, широко принятому пониманию, определяющему фундаментальность через сопоставление с прикладной работой исследователей. В современной суммирующей редакции эта позиция выражается следующим образом: «Традиционно всегда полагалось, что существуют два типа научных исследований: фундаментальные и прикладные. Цель фундаментальных (чи-

стых) исследований – познание законов природы такой, как она существует сама по себе, безотносительно к целям и ценностям человека. Получение объективных знаний о природных объектах и процессах для фундаментальных исследований является единственной и конечной целью. Никаких других целей, связанных с изменением либо усовершенствованием вещей или процессов, фундаментальная наука не преследует. Цель прикладных исследований, напротив, – изменение природных или искусственных объектов или процессов в нужном для человека направлении либо создание новых, полезных (или, увы!, вредных) для человека вещей. Для прикладных исследований и технологий полученное в чистых исследованиях знание является *средством* для достижения их основной цели»¹⁶.

Возникшая в результате прогресса технических наук «широкая» интерпретация фундаментальности распространяет ее в том числе и на практически ориентированные, по сути, прикладные (в рамках традиционной версии) области науки. Чтобы избежать этой неудачной разноголосицы, можно было бы поступить следующим образом.

Первая («не широкая») интерпретация связана с исходной традицией, что в практике терминологии считается преимуществом в закреплении терминов. Кроме того, в этом случае «фундаментальность» проявляется и работает основательнее, поскольку даже способные к саморазвитию общетехнические науки в любом случае опираются на знания наук фундаментального цикла (в традиционном смысле). В этой связи было бы справедливо и оправдано сохранить определитель «фундаментальные» за исследованиями, все же не занятыми прикладными задачами. Что же касается развитых общетехнических наук, то, на мой взгляд, их стоило бы выделять как «базисные технические науки», а развивающие эти науки исследования, инициированные потребностями собственного развития именно данной науки, в свою очередь вполне удобно фиксировать как «поисковые исследования» (в рамках такой-то науки).

Таким образом, в основании современной деятельности по созданию новых технологий явно или неявно располагается целый «слоеный пирог» из научных наработок разного уровня: фундаментальная наука + базисная (общетехническая) наука + частная техническая наука. Скажем, при проектировании электропривода

опираются на физику (более конкретно, – электродинамику), на теоретические основы электротехники (ТОЭ) и, наконец, на собственно узкопрофильную теорию электропривода.

Как уже отмечалось, определенные трудности с обсуждением проблемы фундаментальности в научном познании вызваны в том числе массовостью участия исследователей в обсуждении этой темы. В то же время, если говорить о втором важном элементе связки «фундаментальная наука – технология», т. е. о технологии, то вдруг можно обнаружить, что это феномен, о котором пока не так уж и много известно. Ему не повезло с самого начала, поскольку интерес исследователей прежде всего обратился к тесно связанному, но все же существенно отличному и более заметному явлению, а именно, к технике. В результате получилось так, что осмысливать технологическую сторону цивилизационной жизни (да еще и во временной перспективе) пока крайне затруднительно. Ведь в то время, как об истории техники можно судить по современным уже проведенным основательным исследованиям¹⁷, история технологического развития до сих пор не отслежена подобным же систематическим и добротным образом. А в современных изданиях, посвященных тем или иным технологиям, как правило, исторические экскурсы не предусмотрены совсем.

Стоит ли после этого удивляться, что и само понимание термина «технология» пока еще довольно свободно. И даже терминологические словари¹⁸ указывают на равных три разных смысла данного термина, которые можно представить следующим образом.

1. «Технология как производство», т. е. подразумевается совокупность реальных производственных процессов и действий, выполнение которых обеспечивает получение желаемого результата.

2. «Технология как инструкция», иначе говоря, имеется в виду совокупность предписаний, выполнение которых обеспечивает получение желаемого результата. Фактически в этом случае подразумевается информационный образ технологии как производства.

3. «Технология как наука» – подобным образом обозначается научное обращение к проблемам технологии как производства. Собственно обобщенной подобной науки пока не создано, хотя имеются значительные наработки по отдельным проблемам технологического обеспечения производственных процессов.

Анализ показывает, что в настоящее время предпочтительнее ориентироваться на первое понимание, поскольку оно является отправным и основным. Ведь технология во втором значении – это фактически информационное воспроизведение технологии в первом значении. А технология как систематическая и обобщенная система знания пока не создана вообще.

Правда, возникает вопрос, а как же тогда рассматривать взаимоотношение фундаментальной науки и технологии при таком дефиците информации? К счастью, ситуация все же совсем не безнадежна.

Во-первых, кое-какие упоминания о порождении и функционировании отдельных конкретных технологий в специальной литературе все же присутствуют. В то же время возможен и не прямой путь, использующий «теневой» статус технологий во благо. На мой взгляд, для прослеживания порождения и функционирования технологий (в описанных вынужденных «теневых» условиях) можно в центр внимания поставить соответствующую технику. Иначе говоря, использовать то обстоятельство, что жизнь, рождение, функционирование и развитие технологий весьма тесно и органично связаны с соответствующей техникой. Скажем, компьютерные технологии не могли бы появиться без появления собственно компьютера.

А потому, отслеживая жизнь техники, как представляется, можно параллельно судить о ситуации с соответствующей связанной технологией. Это, конечно же, не дает полного и вполне точного знания о технологической стороне производственных процессов. Да и те же химические технологии не связаны с техникой напрямую. И все же этот обходной путь в качестве определенной возможности для продвижения познания в обсуждаемом направлении в возникшей познавательной ситуации видится вполне продуктивным и оправданным. Думаю, на это работает и тот факт, что делами и проблемами и техники, и технологий озабочены родственные специалисты, а именно – «инженеры». Стоит учесть и то, что в западной традиции, упоминая «технологию», имеют в виду прежде всего не собственно технологии в привычном для нас «процессуальном понимании», но, как правило, прежде всего «технику».

Словом, хоть обсуждаемый путь и не способен дать полной и точной картины интересующего явления, все же кажется более важным то, что по крайней мере во многих случаях жизнь техноло-

гии можно скоррелировать с судьбой опорной для нее техники, т. е. изучая технику реально параллельно судить и о сопутствующей ей технологии.

Теперь, получив подобную подсказку, можно перейти к следующему этапу обсуждения общей темы, уже не беспокоясь в силу указанных причин о том, что в опорном историко-научном материале используется собирательное упоминание «техники», одновременно обозначающее и собственно технику, и технологию.

Об изменчивости взаимосвязи между исторической динамикой фундаментальных исследований и техническим прогрессом

Обзор современных наиболее известных и авторитетных моделей взаимосвязи фундаментальной науки и технологии, представленный в открывающей данный сборник статье Е.А.Мамчур, создает отчетливое впечатление, что пока в силу пионерного характера работы в этом направлении создаются лишь первичные модели, естественно еще требующие своего уточнения и детализации. В этой связи кажется важным и уместным точнее включить подобное моделирование в контекст исторической динамики цивилизации и науки.

Первое уточнение в этой связи состоит в том, что модели взаимосвязи науки и технологии фактически фиксируют вполне современные, зрелые реалии этого взаимоотношения, поскольку «структурное распадение науки на фундаментальную и прикладную – событие достаточно недавнее»¹⁹. В этой связи констатируется, что «...лишь ко времени появления развитого промышленного производства четко обозначились фундаментальные и прикладные исследования»²⁰.

Подобное размежевание научного знания и исследовательской деятельности в значительной мере зафиксировало прежде всего существенное изменение взаимосвязи между наукой и техникой. Такая связь складывалась не просто и очень постепенно, однако пока приходится констатировать, что признанного структурирования этой динамики еще не сформировано. И все же, опираясь на уже проделанную коллегами работу, на мой взгляд, можно суммативно говорить о следующих основных, крупных этапах.

Первый этап – период спорадического взаимодействия науки и техники

Думаю, раннюю границу этого периода оправданно маркировать античностью, что обусловлено тем, что «именно в греческой культуре примерно с VI в. до н. э. начался переход “от мифа к логосу”, формирование и развитие *теоретического знания* с его ориентацией на *объяснение* и логикой *доказательств*»²¹. То есть античность показательна и удобна для осмысления в обсуждаемом контексте тем, что «греческая наука коренным образом отличается от науки ранних цивилизаций; она значительно более рациональна и абстрактна», «она передала нам форму аргументации, основанной на общих принципах, а не на примерах, взятых из конкретных проблем техники или управления государством, вроде тех, которые мы находим в египетских или месопотамских текстах»²². А потому, как представляется, античность и может рассматриваться как рубеж, своеобразная точка отсчета для прослеживания процесса взаимоотношения формирующегося, но все же научного знания, и его влияния на другие сферы общественной деятельности. Ведь «современная наука произошла непосредственно из греческой науки, которая в общем определила ее развитие, метод и язык»²³.

В этот период техника функционирует и меняется как элемент ремесленного труда (это относится прежде всего к строительной и ирригационной технике). Развитие происходит очень медленно и обезличенно, авторы изобретений, как правило, не известны и особым образом не учитываются. Широкое распространение рабского труда подрывает мотивацию к развитию и внедрению новой техники, что так же замедляет ее эволюцию. По этой же причине даже творческая деятельность, касающаяся физического труда (т. е. по сути прикладная), вызывает у греков пренебрежительное отношение, так же не способствующее прогрессу техники.

Формировавшаяся наука создавалась в связи с необходимостью решения каких-то вполне практически значимых задач. Поэтому даже по названию науки можно судить о ее вполне земных корнях. Так, геометрия в своей основе – наука об измерении земли. А изыскания Архимеда вполне отчетливо связаны с обобщением опыта использования рычагов.

Практический опыт этого времени наследуется и воспроизводится семьей, а также транслируется в рамках сообществ из подобных же специалистов. В силу неблагородства практической деятельности и собственно техники систематической трансляции прикладного (технического) знания через существующие философские или публичные школы не осуществлялось.

При общем неспешном развитии техники все же существовали сферы ее более энергичного совершенствования (в военном деле; при строительстве храмов и мостов; в кораблестроении): «Именно здесь возникали технические задачи новых типов, не решаемые ни применением ранее найденных технических способов и средств, ни простым увеличением численности работников»²⁴. Иначе говоря, на этом этапе наука в основном обрабатывала возникшие практические запросы и вполне отчетливо реагировала именно на них, таким образом, несколько отставая от технического прогресса, следуя за ним.

Наука классического цикла еще не было и быть не могло, поэтому справедливо говорить лишь о том, что в этот период рождалось естествознание²⁵, которое (несмотря на общую незрелость) все же обнаруживало и свой «прикладной аспект»²⁶. Однако какой-то устойчивой взаимосвязи между развитием формирующейся науки и развитием техники не существовало. Так что активное участие, скажем такого выдающегося ученого, как Архимед, в создании специальных оборонительных орудий для защиты Сиракуз, не может рассматриваться как распространенное и обычное явление. В этом случае принципиальным обстоятельством выступает то, что Архимед принял участие в деятельности по защите от военного нападения, а воинские дела стояли в ряду приоритетов древних греков на одном из первых мест.

Обсуждаемый этап спорадического взаимоотношения науки и техники оказался весьма протяженным. В этот период совершенствование техники происходит фактически и определяющим образом за счет накопления практического опыта и изобретательности ремесленников. Поэтому вполне допустимо говорить, что по сути дела имело место «независимое друг от друга, практически не соприкасающееся на протяжении тысячелетий развитие абстрактного знания и практического опыта, науки и техники»²⁷. И все же в этой сложившейся практике назрел перелом.

Второй этап – рождение феномена научно-технического прогресса

Данный период охватывает временной промежуток с конца XVIII в. по начало XIX в., поскольку именно «в эти несколько десятилетий совершилась историческая «мутация», отделившая донаучную, домашинную эпоху развития производительных сил от эпохи господства машинной техники, материализующей в себе научные знания»²⁸. Иначе говоря, конец XVII в. «знаменует эпоху динамического равновесия техники и науки, переходный этап между периодом, когда науке приходилось больше учиться у промышленности, чем давать ей, и периодом, когда промышленность почти полностью стала опираться на науку»²⁹.

Это период первой промышленной революции и возникновения феномена научно-технического прогресса, характеризуемого уже вполне активной и осознанной материализацией научных знаний при разработке и усовершенствовании технических устройств и технологий: «Первая промышленная революция была историческим рубежом между абсолютным господством эмпирической техники, т. е. основанной лишь на практическом опыте, и техники научной, материализовавшей в себе теоретическое познание природы. Если раньше знания не развивались в качестве отделенной от труда самостоятельной силы, не выходили за пределы медленно и понемногу расширяемого собирания ремесленных рецептов, то начиная с первой промышленной революции развитие науки все больше становится условием технического прогресса, а последний в свою очередь – материальной основой научного познания»³⁰. Хотя следует уточнить и добавить, что технические достижения времени первой промышленной революции были в своей массе все же результатом опоры на эмпирические знания, так что материализация научных теорий была связана лишь с отдельными видами техники и технологий.

Именно в это время происходит интенсивное замещение ручного труда машинным. Так что «визитными карточками» этого периода, как правило, видятся возникновение машинного производства и широкое внедрение паровых машин. В этой связи уместно заметить, что даже при создании собственно получившего широкое распространение универсального парового двигателя Дж.Уатта,

уже использовались научные наработки в области пневматики и в изучении теплоемкости. То есть даже это изобретение не было создано чисто эмпирически.

Наука этого периода еще движима индивидуальной научной деятельностью. Однако уже активно вызревают новые возможности, связанные с широким распространением грамотности и с возникновением профессионального обучения.

Все это подготовило переход взаимоотношения науки и техники на новый уровень.

Третий этап – время индустриального развития науки, опережающего развитие техники

Вторая половина и конец XIX в. характеризуются тем, что опора на науку при совершенствовании техники становится массовым явлением. Это настолько важно, что крупные корпорации создают собственные исследовательские лаборатории. А в XX в. наука вообще становится общезначимой и потому превращается в индустрию знаний, т. е. в самостоятельную отрасль хозяйственной деятельности. Наука существенно разрослась и дифференцировалась, постепенно стала очень дорогой, таким образом сделав актуальным ее подразделение на фундаментальную и прикладную области. Понятие «научно-техническая революция», появившееся в XX в., уже окончательно зафиксировало³¹ наступление периода перехода к техническому развитию только на научной основе, которое отныне стало охватывать все отрасли труда и отрасли промышленности.

На основе новых, принципиальных научных достижений теперь создаются прежде не существовавшие отрасли производства (скажем, химическая промышленность, электроэнергетика в XIX в., атомная и космическая промышленность – в XX в.), которые не могли бы появиться на основе лишь чисто практического опыта.

В связи с обсуждением проблемы материализации научного знания сейчас как раз уместно вспомнить, что исследователи³² вообще-то выделяют несколько уровней порождаемых таким образом изменений – инноваций/нововведений:

1. Нововведения, материализующие принципиально новые научные идеи и таким образом порождающие революционно новые технические и технологические решения.

2. Нововведения в форме смены поколений техники, ее совершенствования или создания ее новых образцов без изменения исходного фундаментального научного принципа.

3. Нововведение в виде количественного изменения параметров существующего поколения техники или технологии.

При этом уточняется, что самым массовым и распространенным выступает обновление при сохранении фундаментального научного принципа. Но стоит подчеркнуть специально, что смена фундаментального научного принципа – это перспектива революционного прорыва в практической сфере: «наиболее глубокие сдвиги в технике происходят тогда, когда меняется научный принцип, на котором эта техника базируется»³³. Словом, фундаментальная наука – это действительно сила!

Таким образом, все выше сказанное демонстрирует тот факт, что взаимоотношение науки и технологии может быть изменчивым, причем эта изменчивость имеет вполне внятный характер. Правда, вышесказанное не меняет общей архитектоники авторитетных моделей взаимосвязи фундаментальных исследований и технологии, но определенным образом уточняет ее и конкретизирует. Причем попутно важно понимать, что исторический динамизм взаимоотношения не сводится лишь к глобальной исторической изменчивости, которая и была представлена выше.

Философ науки, размышляющий над обсуждаемой проблемой, не может не обратить внимания на то, что сама фундаментальная наука развивается неравномерно и это не может не сказываться на ее взаимосвязи с проектированием техники и технологии. Скажем, сегодня вполне понятно, что для появления современной электроники и ее техно-технологической основы требовались наработки в области физики твердого тела (без которой нельзя было создать транзистор – основной компонент электронных устройств). Но сама физика твердого тела сформировалась лишь в результате того, что была разработана квантовая механика. Иначе говоря, без свершения этой квантовой революции в науке технический базис был бы просто не способен перейти на новый уровень. То есть взаимосвязь науки и технологии неизбежно порождает ее пульсацию, колебания, связанные с определенной цикличностью самого научного познания.

Правда, как оказывается, реальная картина еще сложнее, поскольку даже великого открытия не достаточно для того, чтобы родились новые образцы техники и технологий. Для этого должны созреть еще и дополнительные предпосылки.

Научное открытие в принципе способно революционизировать технический и технологический базис, но прежде всего тогда, когда для этого:

1) созревает производственная необходимость (т. е. в производстве появляются проблемы, не разрешимые частными улучшениями)

2) имеется практическая готовность реализовать новый научный потенциал (т. е. есть подходящая технология, материалы и т. п. для изготовления подобной новой продукции – техники или технологии).

Однако, как это стало определено ясно лишь в последние годы, и этих предпосылок в условиях современной цивилизации недостаточно, т. к. принципиальное значение приобрел еще один фактор-предпосылка: нововведение должно быть востребовано экономически. Между тем подобная востребованность в свою очередь носит циклический характер. Это было выявлено и показано нашим соотечественником Н.Д.Кондратьевым в 20-е гг. XX в., назвавшим открытый феномен «длинными волнами в экономике». Позже австрийским экономистом Й.Шумпетером было предложено в честь первооткрывателя именовать эту цикличность «волнами Кондратьева».

В соответствии с этими представлениями экономики развиваются циклично, что проявляется в периодическом повышении характерных показателей экономической жизни и деятельности, а также в последующем их понижении. Экономическое оживление и повышенный запрос на инновации характерны лишь для «повышательной фазы» такого цикла, т. е. для периода возрастания экономических параметров или несколько предшествуя ему. В эту же логику естественно укладываются и экономические кризисы, связанные с «понижательной фазой» цикла, т. е. фактически с исчерпанием возможностей прежнего производственного базиса. По оценке Кондратьева, подобные изменения повторяются через 40–60 лет. В то же время изучение³⁴ этого феномена показало, что экономическая жизнь подчиняется и другим циклам, так что обычно наблюдается картина их сложного наложения.

Таким образом, фундаментальная наука оказывается связанной с техникой очень опосредованно: через соответствующие прикладные дисциплины (о чем говорилось в первой части статьи) и через «заслонки» экономической востребованности, производственной необходимости и практической готовности.

Примечания

- ¹ Сачков Ю.В. Полифункциональность науки // *Вопр. философии*. 1995. № 11. С. 48.
- ² Кедров Б.М. Соотношение фундаментальных и прикладных наук // *Вопр. философии*. 1972. № 2.
- ³ Там же. С. 43.
- ⁴ Там же. С. 50.
- ⁵ Балдин А.М. О проблеме значимости в физике // *Вопр. философии*. 1974. № 10. С. 76.
- ⁶ Флеров Г.Н., Барашенков В.С. Наука в век научно-технической революции // *Вопр. философии*. 1974. № 9. С. 64.
- ⁷ Рузавин Г.И. Фундаментальные и прикладные исследования в структуре научно-технического знания // *Философские вопросы технического знания*. М., 1984. С. 41.
- ⁸ См., например: Добровольский В.В., Якушова А.Ф. Геология: (Минералогия, петрография, геодинам. процессы, геотектоника). М., 1979. С. 6.
- ⁹ Ржевский В.В., Семенчев В.М. Фундаментальное и прикладное в науке, их взаимосвязь и основные особенности // *Вопр. философии*. 1980. № 8. С. 110.
- ¹⁰ Основы науковедения. М., 1985. С. 135.
- ¹¹ Там же.
- ¹² Там же. С. 110.
- ¹³ Там же. С. 111.
- ¹⁴ Баженов Л.Б., Евтихийев Н.Н., Капланов М.Р., Лысманкин Е.Н. Фундаментальные и прикладные исследования – стратегия естественнонаучного поиска // *Вопр. философии*. 1980. № 8. С. 101; См. об этом также: Горохов В.Г., Розин В.М. К вопросу о специфике технических наук в системе научного знания // *Вопр. философии*. 1978. № 9.
- ¹⁵ Горохов В.Г., Розин В.М. С. Указ соч. С. 78.
- ¹⁶ Мамчур Е.А. Два лика науки // *Науковедение*. 2003. № 4. С. 124.
- ¹⁷ См., прежде всего: Техника в ее историческом развитии. От появления ручных орудий труда до становления техники машинно-фабричного производства. М., 1979; Техника в ее историческом развитии (70-е годы XIX – начало XX в.). М., 1982.
- ¹⁸ См., например: Технология // *Новый политехнический словарь*. М., 2000.
- ¹⁹ Пружинин Б.И. Фундаментальная наука и прикладное исследование: методологический аспект взаимодействия // *Проблема ценностного статуса науки на рубеже XXI века*. М, 1999. С. 165.

- 20 *Фигуровская В.М.* Техническое знание. Особенности возникновения и функционирования. Новосибирск, 1979. С. 9.
- 21 *Келле В.Ж.* От производства знаний к производству технологий // Человек. Наука. Цивилизация. М., 2004. С. 303.
- 22 *Бернал Дж.* Наука в истории общества. М., 1956. С. 98.
- 23 Там же. С. 99.
- 24 *Козлов Б.И.* Возникновение и развитие технических наук. М., 1988. С. 25.
- 25 Уже как научное, а не философское познавательное отношение к природе.
- 26 *Фигуровская В.М.* Указ соч. С. 16.
- 27 *Анчишкин А.И.* Наука – техника – экономика. М., 1986. С. 144.
- 28 Там же.
- 29 *Бернал Дж.* Наука в истории общества. С. 294.
- 30 *Анчишкин А.И.* Указ соч. С. 165.
- 31 См. об этом: Там же. С. 178.
- 32 См. об этом: Там же. С. 218.
- 33 Там же. С. 219.
- 34 См. об этом, например: *Меньшиков С.М., Клименко Л.А.* Длинные волны в экономике. М., 1989.

Искусственный интеллект и технологическая сингулярность

1. Введение

Проблема искусственного интеллекта (ИИ) оказалась в центре внимания общества вместе с возникновением первых компьютеров в начале 50-х гг. прошлого века, продолжает оставаться там сейчас, выступая областью пересечения интересов как фундаментального, так и прикладного порядка, и ничто не предвещает изменения этого положения в любом обозримом будущем. Отношение к перспективам создания ИИ было разным. С одной стороны, всегда имелось достаточное количество оптимистов, которые считали, что создание ИИ является чисто технической задачей, решение которой почти автоматически будет обеспечено ростом мощности вычислительной техники. С другой стороны, многим постепенно стало понятно, что создание ИИ не является чисто технической задачей, но является чрезвычайно сложной междисциплинарной проблемой, затрагивающей в высшей степени фундаментальные основы бытия. К этой последней партии принадлежит и автор настоящей статьи, по мнению которого мы не приблизились не только к решению задачи создания настоящего сильного ИИ, но даже к внятной формулировке проблемы, которую хотим решить.

В настоящее время поляризация мнений в отношении перспектив ИИ нарастает и представлена в форме существования двух, в каком-то смысле крайних, направлений. Одно из них представлено сторонниками так называемой технологической сингулярности (ТС, подробно обсуждается ниже), другое – преимущественно Роджером Пенроузом и его последователями. Существенная не-

приятность текущего момента состоит в том, что между сторонниками этих крайних направлений диалог практически отсутствует. В частности, можно утверждать, что аргументы Роджера Пенроуза не поняты или даже не услышаны сторонниками ТС. Это приводит к тому, что, во-первых, аргументация сторонников ТС остается поверхностной, во-вторых, выводы самого Роджера Пенроуза и некоторые другие аргументы, тесно связанные с его концепцией, остаются без адекватного критического анализа со стороны сторонников ТС. Объем данной статьи не позволяет охватить весь круг вопросов, относящийся к делу. В частности, за рамками анализа останутся вопросы, имеющие отношение, во-первых, к возможной квантовой природе процессов в мозге и, во-вторых, к теореме Роджера Пенроуза об искусственном интеллекте (тем не менее, см. некоторые детали в конце этого раздела). В данной статье будет проведен критический анализ некоторых предположений сторонников ТС, лежащих в основе их представлений. Может показаться, что эти предположения, в каком-то смысле, имеют технический характер, но как будет показано, они затрагивают очень фундаментальные вопросы, имеющие отношение к природе сознания и мышления, и даже к природе живого вообще. Анализ концепции ТС в статье будет основан в основном на книге Рэя Курцвейла¹, т. к. эта книга очень хорошо представляет аргументы и других сторонников ТС и сильного искусственного интеллекта (см. определение ниже).

Начнем с определений, или, скорее, с неформального разъяснения смысла используемых терминов. Под системами искусственного интеллекта будут пониматься *автономные* искусственные устройства, способные выполнять интеллектуальные функции. В этом «определении» буквально каждое слово требует уточнения и разъяснения. Например, что значит «искусственный»? Устройство, созданное другим устройством, следует ли считать искусственным? Что значит «устройство»? Является ли «устройством» искусственный геном, собранный из обычных нуклеотидов? И так далее. Мы, однако, не будем пытаться входить во все эти детали, т. к., повторим, разъяснение носит неформальный характер. Главной же функцией данного определения является противопоставление автономного искусственного интеллекта инструментальным системам, которые являются лишь средствами усиления

естественного человеческого интеллекта. Типичными примерами инструментальных систем являются компьютерные системы автоматического проектирования (САПР), различные программы компьютерной графики, редакторы текстов, базы данных и т. д. Но инструментальными системами являются также и обычный листок бумаги с карандашом, который позволяет нам провести сложные вычисления, которые мы не можем выполнить в уме; или обыкновенная книга, которая позволяет использовать огромные объемы информации, которые мы не в состоянии помнить. В этом смысле человеческий интеллект давно уже не является вполне «естественным» – он является инструментальным, но, не будучи «естественным», он и не является «искусственным» в том смысле, в котором ИИ понимается в данной статье. Надо также отметить, что резкой границы между искусственным и инструментальным интеллектом провести невозможно. Инструментальная компьютерная система в некоторых фазах своего функционирования может выполнять столь большие объемы интеллектуальной работы, что приобретает в это время свойства автономного ИИ. Так что точные определения искусственного или инструментального интеллекта давать, пожалуй, и бесполезно. Это напоминает абсолютно бесплодную попытку точно указать место на эволюционной лестнице, где проходит точная граница между неразумной человекообразной обезьяной и разумным человеком. Различие инструментального и автономного искусственного интеллекта – скорее количественный, но не качественный вопрос.

Под сильным искусственным интеллектом в этой статье будет пониматься такой ИИ, который превосходит человека, или, по крайней мере, не уступает ему по всем интеллектуальным функциям, во всех отношениях. Здесь, однако, снова требуются разъяснения и уточнения. Какой именно конкретный человек имеется в виду? Типичный? Но что это такое? Все люди разные, они обладают разными интеллектуальными возможностями, при этом иных людей превзойти не так уж трудно и по всем параметрам сразу. Для того, чтобы придать дефиниции определенность, можно в отношении того уровня каждой из способностей людей, которую требуется превзойти, подразумевать максимальный уровень соответствующей способности, который можно обнаружить во всем человечестве. Собственно, основные успехи на пути прогресса че-

ловечества и определяются в очень значительной степени именно максимальным уровнем интеллектуальных способностей в каждом из направлений, который можно обнаружить среди вообще всех людей (и даже во все времена – такие исключительные личности, как, например, Сократ или Ньютон, появляются не в каждом столетии). Чисто логическим путем приходим к тому, что под сильным ИИ следует понимать такой ИИ, который превосходит совокупную интеллектуальную мощь всего человечества по всем параметрам. Автору не приходилось видеть где-нибудь столь прямолинейной формулировки понятия сильного ИИ или какого-либо эквивалентного понятия², но, фактически, сторонники ТС не явно придерживаются именно такого определения. Заметим, что используемое здесь понятие сильного ИИ хотя и похоже на распространенное определение³ или на оригинальное определение Джона Сёрла⁴, но является более узким и более сильным, чем это обычно принимается. Такое понятие более адекватно представлению о ТС.

Предположим теперь, что сильный ИИ в описанном выше смысле действительно будет когда-нибудь создан. Тогда, в принципе, люди окажутся более ненужными для дальнейшего саморазвития такого ИИ. В самом деле, для чего они, если ИИ по своим интеллектуальным возможностям превосходит все, что доступно людям? Более того, сильный ИИ может начать саморазвитие со столь высокой скоростью, что люди не только окажутся лишними в этом процессе, но и принципиально не смогут за ним уследить и понять происходящее. Будущее для людей становится полностью непонятным и непредсказуемым. Эта ситуация и называется технологической сингулярностью⁵. Термин был введен Вернором Винджем⁶ в 1993 г., хотя похожие идеи высказывались⁷ неоднократно и раньше. Ожидание технологической сингулярности порождает тревожные настроения, получившие отражение в различных публикациях, как, например, в статье Билла Джоя с характерным названием «Why the future doesn't need us?»⁸ (т. е. «Почему мы не нужны будущему?»).

Не следует путать технологическую сингулярность с эволюционными сингулярностями разных типов. Под эволюционными сингулярностями понимаются различные (довольно многочисленные) ситуации, когда некоторый эволюционный параметр в зависимости от времени меняется в так называемом режиме с обострением: по-

пытка экстраполяции кривой в будущее приводит за конечное время к бесконечному значению. Наиболее известна демографическая сингулярность, которая еще в 60-х гг. прошлого века была обнаружена рядом авторов: Х. фон Форстером⁹ и др., И.С.Шкловским¹⁰ и др. Кривая роста народонаселения Земли до примерно 1970-го г. с хорошей точностью оказывается гиперболой, уходящей в бесконечность между 2025 и 2030 гг.¹¹. Другие эволюционные кривые с обострением, приводящие к сингулярностям, тоже обычно описываются гиперболами с различными показателями. В отличие от таких эволюционных сингулярностей, технологическая сингулярность прямо ни с какими бесконечностями не связана. Термин «сингулярность» в последнем случае является метафорой и означает скорее весьма критическую ситуацию, в которой может оказаться человечество, если сильный ИИ реально когда-нибудь появится.

Основной вопрос, который возникает в связи с концепцией ТС, состоит в том, когда этого можно ожидать и из каких соображений надо определять дату наступления ТС. В книге Курцвейла¹² дается следующий ответ на этот вопрос, который разделяют и другие сторонники ТС: как только мощность коммерческих компьютеров, выраженная в операциях в секунду (в оригинале – количество операций в секунду за одну тысячу долларов), превзойдет совокупную вычислительную мощность мозга всего человечества, сильный ИИ будет создан, и технологическая сингулярность станет реальностью. Нетрудно видеть, что эта идея адресует вычислительную мощность не отдельно взятого человеческого мозга, а именно всего человечества, что коррелирует с определением сильного ИИ, которого мы придерживаемся в статье. Для того, чтобы довести этот подход до реального числа, остается ответить на два частных вопроса: 1) как будет расти вычислительная мощность коммерческих компьютеров; 2) какова вычислительная мощность мозга. Совокупная вычислительная мощность всего человечества тогда определяется просто как произведение мощности отдельного мозга на число людей, а точка пересечения кривой роста мощности компьютеров и совокупного мышления человечества (если таковая обнаружится) даст момент технологической сингулярности.

Для прогноза мощности компьютеров Рэй Курцвейл¹³ использует так называемый закон Мура, в соответствии с которым вычислительная мощность компьютеров удваивается каждые

полтора – два года. Вычислительную мощность мозга Курцвейл оценивает следующим несложным образом. Количество нейронов мозга человека, порядка 10^{11} , умножается на количество синаптических связей одного нейрона, масштаба тысячи, и на частоту срабатывания одной синаптической связи, около сотни Гц. Получается величина порядка 10^{16} операций в секунду на один мозг. Если население Земли оценить как десять миллиардов, то результирующая вычислительная мощность всего человечества будет порядка 10^{26} операций в секунду. Эта величина и сравнивается с кривой Мура. Точка пересечения падает приблизительно на 2045 г. – это и есть прогноз даты технологической сингулярности от Рэя Курцвейла.

Насколько обоснованным является такой прогноз? Не вполне очевидно, что закон Мура сохранит свою силу в течение достаточно длительного времени, хотя пока новые точки хорошо ложатся на кривые, использованные Курцвейлом в 2005 г., когда писалась его книга. Но вовсе не вера в закон Мура, с нашей точки зрения, является самым слабым местом в предсказании ТС. За этим прогнозом стоят, как минимум, еще три плохо обоснованных предположения и одно полностью не понятое обстоятельство. Плохо обоснованные предположения суть следующие:

1) **возможность создания сильного ИИ, в основном, определяется наличием компьютеров достаточной мощности – превосходящих по быстродействию и объему памяти совокупную вычислительную мощность разума всего человечества;**

2) **вычислительная мощность мозга определяется, в главном, совокупным быстродействием синаптических связей нейронной сети мозга;**

3) **вычислительная мощность мозга вообще может оцениваться на основе аналогии «мозг – это классический компьютер».**

Помимо этого, полностью не понятым обстоятельством для сторонников ТС является теорема Пенроуза об искусственном интеллекте, которая вообще запрещает реализацию некоторых ментальных способностей человека на базе архитектуры классического компьютера¹⁴. В настоящей статье подробно рассматриваются приведенные выше предположения 1–2. Предположение 3 связано с возможными квантовыми аспектами в работе мозга и не будет здесь рассматриваться, не войдет в круг обсуждае-

мых вопросов и теорема Пенроуза об искусственном интеллекте, как это уже отмечалось выше. Эти вопросы будут рассмотрены в другом месте.

2. Недооценка фактора программного обеспечения в создании сильного ИИ

«За прошедшие 15 лет “разум” наших электронных вычислительных машин улучшился в миллион раз... В течение нескольких следующих десятилетий следует ожидать увеличения характеристик “разума” машин еще, по крайней мере, в несколько десятков тысяч раз. “Разум” таких машин по основным параметрам будет *заведомо* превосходить разум человека» (курсив мой. – А.П.). Звучит очень современно, не правда ли? И вполне воспроизводит суть аргументации сторонников ТС. Однако написано это было Иосифом Самуиловичем Шкловским в его знаменитой книге «Вселенная, жизнь, разум» издания 1975 г. С тех пор прошло более 37 лет (те самые несколько следующих десятилетий, которые упоминает Иосиф Самуилович), и мощность компьютеров за это время возросла вовсе не в несколько десятков тысяч раз, о чем мечтал Шкловский, а более чем в миллиард (!!!) раз (от машин серии БЭСМ-6 и Эльбрус и их зарубежных аналогов с скоростью до 10^7 флоп, до самой мощной современной супер-ЭВМ Titan, имеющей скорость $1.8 \cdot 10^{16}$ флоп; флоп – количество арифметических операций с плавающей запятой в секунду). Но где же машины, «заведомо превосходящие человеческий разум по основным параметрам»? Их нет; нет даже ничего похожего. Очевидно, что понимание ситуации Шкловским было в чем-то фундаментально неверным, оттого-то прогноз и не сбился. Так как сторонники ТС и сейчас практически дословно повторяют аргументацию Шкловского, то не впадают ли они в то же самое заблуждение? Сколько можно наступать на одни и те же грабли, и в чем может быть ошибка?

Дело в том, что для того, чтобы создать сильный ИИ, мало иметь достаточно мощное компьютерное железо. Надо знать, как это сделать. Нужны соответствующие методы, нужно программное обеспечение, нужно понимание того, какую именно задачу

надо решить для создания сильного ИИ и как ее решать. Но программное обеспечение гораздо более консервативно, чем аппаратное обеспечение. Ничего похожего на закон Мура здесь нет.

Что же происходит в последние десятилетия с программным обеспечением, которое могло бы иметь отношение к созданию ИИ? В принципе, имеются два принципиально разных направления, в которых можно ожидать решения задачи. Первое направление можно назвать синтетическим. Это разработка программ, где интеллектуальные функции реализуются в основном независимо от того, как они реализованы в мозге человека. Они реализуются способом, наиболее адекватным архитектуре современных компьютеров. Другое направление называется обратной инженерией мозга. Здесь основная надежда возлагается на то, что просто скопировав «в железе» функциональную структуру мозга, искусственный интеллект возникнет «сам собой». Посмотрим, какие имеются достижения в каждом из направлений.

2.1. Синтетическое направление в разработке ИИ

Состояние синтетического направления в разработке ИИ характеризуют несколько ярких примеров.

Программы для проведения аналитических вычислений (системы компьютерной алгебры) являются типичным примером современных систем искусственного интеллекта. Одной из лучших таких современных систем является программа *Maxima*. Более того, ряд других известных систем компьютерной алгебры, такие как *Mathematica*, *Maple* имеют то же самое интеллектуальное ядро. При этом первые версии программы *Maxima* (тогда она называлась *Macsyma*) были разработаны еще в 1972 г., и основное вычислительное ядро системы с тех пор практически не менялось. Расширялся в основном набор библиотек, совместимых с этой системой. За время существования программы мощность компьютеров возросла более чем в миллиард раз, но система *Maxima* как была лучшей программой компьютерной алгебры 40 лет назад, такой и осталась. Ничего качественного нового в этой области за 40 лет (!) создано не было.

Windows-версия популярного текстового процессора *Microsoft Word* появилась в 1989 г., 23 года назад. Компьютеры за это время стали почти в миллион раз быстрее, но функциональ-

ность Word практически не изменилась. Словари стали чуть полнее, да пользовательский интерфейс поменялся (по личному мнению автора – не в лучшую сторону, раньше был проще, логичнее и удобнее). Почти за 25 лет прогресса можно было бы ожидать появления чего-нибудь вроде интеллектуальных роботов – секретарей-помощников, но где они?

В начале 1990-х гг. получили широкое распространение программы-переводчики, которые, однако, переводили невыносимо плохо. Но и современные их наследники переводят ненамного лучше. Разница состоит в основном в том, что выдается не один плохой перевод, а может представляться несколько вариантов плохих переводов, причем очень быстро, да программа размещается в Интернете, а не на дискете. За короткое время современные программы могут выполнить много плохих переводов, но ни за какое время они не способны выполнить хотя бы одного удовлетворительного. Человеческие профессии редактора и переводчика по-прежнему остаются очень востребованными.

В популярных изданиях или в сети нередко можно встретить заголовки вроде «Робот-учёный делает открытия без помощи человека»¹⁵. Это сильное преувеличение. Во всех таких случаях речь идет о хорошо поставленной комбинаторной задаче, для решения которой не требуются творческие способности. Творческие способности аккумулирует в себе программист, который ставит задачу и определяет, как ее надо решать.

Пожалуй, действительный прогресс наблюдается в направлении, которое известно как «искусственная жизнь – адаптивное поведение (аниматы)»¹⁶. Однако и здесь результаты пока довольно ограниченные, и ни один серьезный исследователь в этой области не утверждает, что в каком-нибудь обозримом будущем это направление может привести к созданию сильного ИИ.

Нетрудно видеть, что стремительно возрастающее совершенство компьютерной техники, выражаемое кривой Мура, расходуется пока почти исключительно на развитие пользовательского интерфейса, миниатюризацию и телекоммуникации. Рост «интеллектуальной составляющей» программного обеспечения крайне медленный и незначительный. В начале 1990-х персональный компьютер помещался на столе и управлялся мышью и клавиатурой, теперь он помещается в дужке очков, управляется наклоном го-

ловы и постоянно подключен к интернету. Но интеллектуальные возможности у обоих устройств качественно не различаются. Нет сомнений, что интерфейс человек-компьютер и миниатюризация будут развиваться и дальше, но это ведет лишь к созданию человеко-машинных инструментальных систем, в которых человек является неотъемлемой частью. Создание сильного ИИ такое развитие вовсе не приближает. Прогресс в области телекоммуникаций ведет к развитию таких новых направлений, как распределенные вычисления, чрезвычайно сильно влияет на уровень интеграции человеческого общества, но и здесь не видно никакой прямой связи с перспективами создания сильного ИИ. Скорее, люди изменяются под давлением этих новых обстоятельств. Все эти направления развития программного обеспечения не затрагивают фундаментальный вопрос о том, как должен работать сильный ИИ.

Еще одной бедой синтетического направления является почти катастрофический рост объема (в байтах, в строках программного кода) программного обеспечения без радикального роста его интеллектуальности. Достаточно сравнить первые версии Microsoft Word, которые «весили» 1–2 мегабайта с современными мультигигабайтными дистрибутивами. Это говорит о том, что даже небольшое продвижение в интеллектуальности программного обеспечения оплачивается экспоненциальным ростом объемов кода программ. Это не тот путь, который может привести к созданию сильного ИИ.

2.2. Обратная инженерия мозга

Хотя в направлении обратной инженерии мозга ведется реальная работа, в частности в России под руководством В.Л. Дунина-Барковского в Лаборатории обратного конструирования мозга имени Дэвида Марра¹⁷, задача кажется очень сложной и перспективы этого направления не вполне ясны. Пессимизм вселяют результаты работ по моделированию¹⁸ нервной системы нематоды *Caenorhabditis elegans* (сокращенно *C. elegans*).

Нематода *C. elegans* – крохотный червячок с длиной тела всего около миллиметра, причем *C. elegans* представлен особями трех полов: мужскими, женскими и гермафродитами. Мужские и женские особи имеют нервную систему, состоящую примерно из тыся-

чи нейронов, но нервная система гермафродита состоит всего точно из 302 нейронов. При всей простоте нервной системы, нематода демонстрирует сложный репертуар поведений: навигация, поиск пищи, спаривание, обучение, социальное поведение, сон. Гермафродитные особи *C. elegans* являются очень удобным объектом для изучения и моделирования работы нервной системы. Вся нервная система *C. elegans* полностью и точно картирована, каждый нейрон имеет свое имя, причем для моделирования нервной системы, состоящей всего из 302 нейронов, проблема мощности компьютера заведомо не играет никакой роли (если предполагать, что работа нервной системы сводится к ее быстрой синаптической активности, как это предполагают сторонники ТС, см. ниже). Однако, несмотря на то, что работы по моделированию нервной системы *C. elegans* ведутся с начала 1990-х г., результаты крайне ограничены. Ничего похожего на полноценную работающую модель нейронной системы *C. elegans* до сих пор получить не удалось, имеются только некоторые ограниченные результаты в моделировании управления движением тела нематоды. О моделировании всего репертуара поведения речи пока нет и перспективы решения этой задачи не очень определены.

Интересно отметить, какие именно характерные трудности встали на пути решения задачи. Во-первых, оказалось, что даже самого полного картирования нейронной системы мало. Нужно знать силу синаптических связей (пороги возбуждения каждого нейрона через каждую синаптическую связь), но они остаются неизвестными, и измерить их пока не удастся. Во-вторых, мало моделировать нервную систему. Чтобы понять, насколько полноценно и адекватно работает модель, нужно либо создать полноценного робота *C. elegans*, либо полную компьютерную модель тела (и вообще всего организма) *C. elegans*, чтобы наблюдать результаты работы нервной системы. В работе Дж.Бойла¹⁹ и некоторых других статьях по этой тематике исследователи пошли по пути создания компьютерной модели тела. Но, однако, и этого оказалось мало. Тело должно существовать в среде обитания, и ее тоже нужно моделировать. В обсуждаемой работе Дж.Бойла с помощью уравнения Навье-Стокса моделируются жидкие среды разной вязкости. Ясно, что попытка моделирования полного репертуара поведений *C. elegans* встретит на этом пути огромные трудности.

Мозг человека содержит порядка ста миллиардов нейронов вместо 302 нейронов *C. elegans*, поэтому задача обратного конструирования мозга должна быть на много порядков сложнее. При этом имеется также задача сопряжения компьютерной модели мозга либо с телом робота-андроида, представляющего полноценную модель тела человека, либо с компьютерной моделью тела, но тогда и с компьютерной моделью всей среды обитания, которой для человека является вся Вселенная. Последний вариант показывает, что моделирование процессов одного мозга неожиданно оказывается эквивалентным моделированию всей Вселенной, что вряд ли возможно. В варианте сопряжения модели мозга с телом робота-андроида придется еще решить вопрос о мотивах поведения и вообще существования для такого моделированного мозга. Мотивами поведения нормального человека является его чувственно-эмоциональная сфера и ощущение себя частью социума. Если перенести полностью такие мотивации на робота, то результатом будет просто искусственный человек, который вынужден будет и жить в реальном времени, в контакте с реальными людьми. Как удастся такому искусственному человеку примириться с наличием своих сверх-способностей? Сверх-быстрое мышление будет ему только мешать, т. к. выведет из мира нормальных людей. Все эти странные проблемы вместе с опытом моделирования нервной системы *C. elegans* не обещают решения задачи обратного конструирования человеческого мозга в обозримом будущем. Нельзя, конечно, совершенно исключить, что на этом пути еще будут найдены какие-то совсем неожиданные решения. В любом случае, опыт работы с *C. elegans* однозначно показывает, что на пути обратного конструирования мозга проблема отнюдь не сводится к недостаточной мощности имеющихся компьютеров, как это предполагают сторонники сильного ИИ, т. к. в этом случае проблемы заведомо лежат совсем в иной плоскости.

Таким образом, как опыт развития синтетического направления конструирования ИИ, так и опыт обратной инженерии мозга показывает, что проблема состоит не только, и даже не столько в том, что для создания сильного ИИ не хватает вычислительных ресурсов, сколько в том, что непонятно, как решать задачу. И даже, собственно, непонятно, какую задачу надо решать, поскольку мы

не знаем, что такое чисто человеческая способность к пониманию, что такое свобода воли – т. е. непонятно, что именно нужно перенести в компьютер.

3. Цитоэтология и быстроедействие мозга

Как уже отмечалось, прогнозы Рэя Курцвейла в отношении даты наступления ТС основаны на оценке быстрогодействия мозга просто как суммарной максимальной скорости срабатывания всех синаптических связей мозга. Между тем это есть характеристика скорости только одного из видов активности, реализуемой мозгом. Процессы, отвечающие этому виду активности, известны как быстрые процессы, и этот вид активности отвечает работе мозга как нейронной сети. Убеждение, согласно которому работа мозга как нейронной сети в основном и исчерпывает все функции, которые реализует мозг, называется нейронной парадигмой. С точки зрения этой парадигмы для того, чтобы смоделировать работу мозга, достаточно смоделировать работу нейронной сети мозга. Однако мозг реализует еще один (как минимум) вид активности, который отвечает не за работу нейронной сети мозга, а за модификацию структуры этой нейронной сети. Наиболее очевидными процессами этого типа являются возникновение и исчезновение синаптических связей. Процессы этого сорта называются медленными, и в настоящее время неизвестно, на каком уровне и как в мозге осуществляется управление медленными процессами. Между тем медленные процессы исключительно важны. Нет особенных сомнений в том, что быстрые процессы управляют моторикой тела, вовлечены в такие важные высшие психические функции, как речь, однако медленные процессы играют ведущую роль в обучении и других высших формах мышления, когда человек создает для себя какое-то новое понимание.

Оценка Рэя Курцвейла предполагает, что с медленными процессами в мозге вообще не связано никакое быстроедействие, нуль операций в секунду (точнее говоря, этим фактором можно пренебречь). Это есть гипотеза, которая, однако, может оказаться очень далекой от истины. На то, что с медленными процессами связана

чрезвычайно сложная система управления, не имеющая ничего общего с нейросетевой активностью, указывают наблюдения очень сложного поведения одноклеточных существ.

Примеров такого сложного поведения известно довольно много, и один из недавно обсуждавшихся в литературе²⁰ относится к слизевiku – одноклеточному колониальному существу. Слизевик демонстрирует разные виды «интеллектуального поведения», среди которых, в частности, можно отметить способность проходить лабиринты, оптимизировать геометрическую форму колонии для достижения определенных целей и др. Но, пожалуй, самой удивительной оказывается способность к обучению (выработке условного рефлекса). Слизевики способны медленно перемещаться (подобно амебам), и было обнаружено, что влажный воздух заставляет их двигаться быстрее, а сухой – наоборот, замедляет перемещение. Было обнаружено, что если чередовать поток сухого и влажного воздуха с определенным периодом, тот перед очередной подачей сухого воздуха слизевики заранее начинают снижать скорость. При периодической смене влажного и сухого воздуха колония запоминала последовательность этих перемен и продолжала помнить ее несколько периодов, даже если чередование потоков прекращалось. Считается, что мозг для запоминания информации использует изменение силы синаптических связей нейронной сети. Но *чем* запоминает слизевик, если у него вовсе нет нервной системы? Все сложное поведение слизевика, особенно описанный опыт с обучением, показывают, что существуют сложные внутриклеточные механизмы обработки информации, включая возможность обучения на основе использования внутриклеточной памяти. Этот круг явлений настолько богат и своеобразен, настолько отличается от того, что изучается стандартно понимаемой цитологией и любой другой наукой, имеющей отношение к биологии, биохимии или биофизике клетки, что его должна изучать новая, практически еще не оформившаяся наука, которую можно назвать *цитотологией*. Термин был введен В.Я.Александровым²¹.

Биологическая эволюция устроена таким образом, что разобритые находки и решения не теряются, но оказываются встроенными в весь последующий эволюционный процесс. Генетический код, появившийся у бактерий, без всяких изменений используются и высшие животные; многоклеточные живые организмы есть

не что иное, как сложно организованные колонии узкоспециализированных одноклеточных организмов – клеток и т. д. Это свойство эволюционного процесса связано с такими понятиями²², как аддитивность и консерватизм эволюции. Поэтому следует ожидать, что механизмы внутриклеточного управления, соответствующие уровню цитозологии, появившись в одноклеточном мире, унаследованы и клетками высших многоклеточных организмов. В частности, они в какой-то форме должны быть представлены в нейронах. «Аргумент от эволюции» предсказывает, что индивидуальные нейроны должны проявлять сложные формы поведения, не сводящиеся только лишь к функции нейрона как порогового переключателя в нейронной сети.

Действительно, такие виды активности, оказывается, уже давно были открыты. В.Г.Режабеком²³ в эксперименте над нейрорецептором растяжения речного рака было убедительно показано, что одиночный изолированный нейрон способен к обучению. Нейрорецептор растяжения рака является чрезвычайно удобным объектом для таких опытов, т. к. единственный нейрон этого рецептора не связан синаптическими связями ни с одним другим нейроном и проявляет свою индивидуальную активность в очень чистом виде. Примечательно не только то, что одиночный нейрон способен обучаться, но ситуация, в которой происходило обучение нейрона в опытах В.Г.Режабека, имеет очень мало общего с реальными жизненными ситуациями, с которыми приходится сталкиваться нейрону. Поэтому, помимо способности к обучению, в этих опытах была продемонстрирована еще и удивительная гибкость поведения нейрона. Хотя обсуждаемая статья В.Г.Режабека – далеко не единственная, где было продемонстрировано сложное поведение индивидуального нейрона²⁴, но пока таких работ еще очень мало, что и говорит о самом начале становления науки – цитозологии. Тем не менее само существование такого сложного поведения отдельных нейронов уже практически не вызывает сомнений.

Поведение нейрона при формировании новых синапсов очень напоминает движение амебообразных одноклеточных с помощью формирования и удаления клеточных выростов – ложноножек, решающих какие-то свои собственные задачи, поэтому тот тип внутриклеточного управления, который обнаруживает

себя в опытах со слизевиками, в опытах с единичным нейроном, вполне может отвечать за упомянутые выше медленные процессы мозга. Возникает естественный вопрос: какая же эффективная скорость вычислений, выраженная в операциях в секунду, может отвечать этим внутринейронным процессам управления? Чтобы ответить на этот вопрос, нужно, естественно, понимать, где на субклеточном уровне может помещаться механизм «внутриклеточного сознания».

Этот важный вопрос тоже должна адресовать новая наука – цитоэтология, или, точнее, молекулярная цитоэтология. Но пока однозначного ответа, к сожалению, нет. По этому поводу существуют разные идеи, но мы не будем стараться дать здесь их полный обзор. Остановимся вместо этого на одной из наиболее широко обсуждаемых возможностей – системе так называемых микротрубочек, из которых построена значительная часть цитоскелета клетки. Мы будем опираться, в основном, на книги Роджера Пенроуза²⁵ и его же недавнюю статью²⁶, написанную совместно с Стюартом Хамероффом.

Цитоскелет клетки представляет собой систему тонких белковых волокон, пронизывающих всю клетку. Функции цитоскелета в клетке невероятно сложны и разнообразны и, по всей видимости, изучены далеко не полностью. Цитоскелет – динамичная, изменяющаяся структура, в функции которой входит²⁷ поддержание и адаптация формы клетки к внешним воздействиям, экзо- и эндоцитоз, обеспечение движения клетки как целого, активный внутриклеточный транспорт и клеточное деление. Заметим, что экзоцитоз имеет непосредственное отношение к управлению синаптическими связями нейронов. Цитоскелет сложен структурами нескольких типов, для нас основной интерес представляют так называемые микротрубочки. Часть цитоскелета состоит из пучков таких микротрубочек. Каждая микротрубочка представляет собой, действительно, полую трубку с внешним диаметром около 25 нм, стенки ее сложены ровно из 13 рядов молекул белка-тубулина, причем молекулы в стенке уложены в правильную кристаллическую структуру. Каждая молекула тубулина представляет собой димер, состоящий из двух частей, называемых α -тубулином и β -тубулином. Молекула тубулина может находиться в двух конформациях, различающихся расстоянием между α - и β -тубулином и имеющих разный

дипольный электрический момент. По этой причине молекулы тубулина могут играть роль битов с двумя состояниями. Более того, соседние молекулы тубулина в микротрубочке взаимодействуют между собой своими электрическими моментами, и благодаря правильной кристаллической структуре всей системы микротрубочка чрезвычайно напоминает клеточный автомат. Клеточный автомат, в свою очередь, может быть универсальным средством вычисления и управления (имеется доказательство возможности эмуляции универсальной машины Тьюринга клеточным автоматом). Следовательно микротрубочки вполне могут оказаться тем универсальным вычислительным устройством, которое отвечает за сложное поведение клеток или автономных одноклеточных существ. Этим возможности микротрубочек, как носителей информации, не исчерпываются²⁸, но мы не имеем возможности обсуждать здесь дальнейшие детали. Какова могла бы оказаться скорость вычислений, обеспечиваемая этим устройством?

В статье Р.Пенроуза²⁹ на основе обзора нескольких исследований утверждается, что микротрубочки демонстрируют набор резонансных частот, которые можно наблюдать в спектрах поглощения и излучения электромагнитных волн, в диапазоне от нескольких кГц то примерно 10^7 Гц. При этом именно наивысшая частота 10^7 Гц больше всего похожа на основную частоту колебаний дипольного момента молекулы тубулина, входящей в состав кристаллической решетки микротрубочки³⁰. В этом случае 10^7 Гц и есть скорость срабатывания одной ячейки клеточного автомата, а быстроедействие всего автомата можно получить, умножив эту частоту на количество ячеек в нем. Поскольку один нейрон в составе микротрубочек содержит порядка 10^8 молекул тубулина, то полное быстроедействие *одного нейрона* в этих терминах оказывается 10^{15} операций в секунду, а быстроедействие всего мозга с его сотней миллиардов нейронов оказывается 10^{26} операций в секунду. Это на десять порядков превышает оценку быстроедействия мозга, предлагаемую Рэем Курцвейлом для прогноза даты ТС, и довольно трудно поверить, что закон Мура будет исправно действовать вплоть до столь огромных величин.

Естественно, речь пока не идет о том, что наличие такой скорости обработки информации внутри нейрона доказано, и не доказана даже локализация процесса внутринеуронной обработки ин-

формации в микротрубочках. Однако очевидно, что возможности для огромных скоростей обработки информации внутри нейрона имеются, и они должны учитываться и очень серьезно изучаться. Надо также учитывать, что помимо микротрубочек в клетке имеются и другие кандидаты на локализацию информационных процессов. Поэтому основная оценка быстродействия мозга, как 10^{16} операций в секунду, принимаемая сторонниками ТС, представляется обоснованной очень слабо.

Выводом из аргументации, приведенной в данной статье, является то, что главным препятствием на пути создания сильного ИИ является вовсе не недостаточная мощность современных компьютеров, о которой постоянно говорят сторонники технологической сингулярности и сильного ИИ, а множество принципиальных нерешенных проблем, не все из которых даже удастся аккуратно сформулировать. Главное – мы до сих пор не знаем, что такое человеческое мышление, и глубина нашего понимания или непонимания этого вопроса не имеет никакого отношения к тому, насколько быстрыми являются компьютеры, которыми мы располагаем. Однако без этого фундаментального понимания мы даже не можем ясно сформулировать задачу, которая должна решаться для создания сильного ИИ. Невозможно решить задачу, которую мы не умеем сформулировать.

Примечания

- ¹ См.: *Kurzweil R.* The singularity is near: when humans transcend biology. Viking Penguin, 2005.
- ² Наиболее близко к этому понятие «общего искусственного интеллекта», которое можно встретить в литературе.
- ³ Strong AI (статья в Википедии) (http://en.wikipedia.org/wiki/Strong_AI).
- ⁴ *Searle J.* Minds, Brains and Programs // Behavioral and Brain Sciences. 1980. Vol. 3. № 3.
- ⁵ См.: *Kurzweil R.* Op. cit.
- ⁶ См.: *Vernon Vinge V.* The Coming Technological Singularity: How to Survive in the PostHuman Era // VISION – 21 Symposium sponsored by NASA Lewis Research Center and the Ohio Aerospace Institute, March 30–31 – 1993. (<http://www-rohan.sdsu.edu/faculty/vinge/misc/singularity.html>).
- ⁷ См. для обзора: *Kurzweil R., Vernon Vinge.*
- ⁸ *Joy B.* Why the future doesn't need us // Wired – April 2000. P. 238–262.

- ⁹ Forster H. Doomsday: Friday, 13, November, F.D.2026 // Science. 1960. Vol. 132. P. 1291–1295.
- ¹⁰ Шкловский И.С. Вселенная, жизнь, разум. М., 1965.
- ¹¹ После 1970-х гг. гиперболический закон роста народонаселения был нарушен, в настоящее время происходит выход населения Земли на некоторое плато, и бесконечный демографический взрыв между 2025 и 2030 гг. нам больше не угрожает.
- ¹² См.: Kurzweil R. Op. cit.
- ¹³ См.: Ibid.
- ¹⁴ Более точно, содержание утверждения Роджера Пенроуза об искусственном интеллекте состоит в том, что для любого конечного автомата (т. е. для компьютера в обычном понимании) среди математических способностей человека существует такая, которая оказывается за пределами возможностей данного автомата. Более того, утверждение, истинность которого может быть понята человеком, но недоступно для анализа автомату, всегда может быть построено в явном виде, если известна структура конечного автомата. См.: Пенроуз Р. Новый ум короля. О компьютерах, мышлении и законах физики. М., 2003. С. 66–67; Пенроуз Р. Тени разума: в поисках науки о сознании. М.–Ижевск, 2005. С. 123–129.
- ¹⁵ См., например: Робот-ученый делает открытия без помощи человека (<http://www.infuture.ru/article/1917>).
- ¹⁶ См., например: Редько В.Г. Эволюция, нейронные сети, интеллект. Модели и концепции эволюционной кибернетики. М., 2013.
- ¹⁷ См.: Дунин-Барковский В.Л. К вопросу об обратном конструировании мозга // Глобальное будущее 2045. Конвергентные технологии и трансгуманистическая эволюция. М., 2013.
- ¹⁸ См.: Boyle J.H. *Elegans* locomotion: an integrated approach. PhD thesis. The Univ. of Leeds School of Computing, 2009.
- ¹⁹ См.: Ibid.
- ²⁰ См.: Слезивики – «разумные» простейшие (<http://lostlab.ru/forum/topic432.html>).
- ²¹ См.: Александров В.Я. Проблемы поведения на клеточном уровне – цитозология // Успехи совр. биологии. 1970. Т. 69. № 2. С. 220–240.
- ²² Панов А.Д. Универсальная эволюция и проблема поиска вневременного разума (SETI). М., 2008. С. 27.
- ²³ См. об этом: Режабек В.Г. О поведении механорецепторного нейрона в условиях замыкания его цепью искусственной обратной связи // ДАН СССР. 1971. Т. 198. № 4.
- ²⁴ Мы не будем давать обзор работ этого направления, который сам требует отдельной статьи.
- ²⁵ См.: Пенроуз Р. Новый ум короля; Пенроуз Р. Тени разума.
- ²⁶ Penrose R. Consciousness in the Universe: Neuroscience, Quantum Space Time Geometry and Orch OR Theory // Journal of Cosmology. 2011. Vol. 14 (<http://journalofcosmology.com/Consciousness160.html>).

- ²⁷ См. об этом: Цитоскелет (ст. в Википедии) (<http://ru.wikipedia.org/wiki/Цитоскелет>).
- ²⁸ См. об этом: *Craddock T.J.A.* Cytoskeletal Signaling: Is Memory Encoded in Microtubule Lattices by CAMII Phosphorylation? // PLOS Comput. Biol. 2012. V. (3). E1002421.
- ²⁹ *Penrose R.* Consciousness in the Universe.
- ³⁰ Альтернативным объяснением частоты 10^7 Гц является основная частота системы молекул тубулина как квантовой системы – Бозе-конденсата, что означало бы, что микротрубочка является не классическим клеточным автоматом, но квантовым клеточным автоматом.

Методологический анализ истории технических наук – роль технической теории

Традиционно в обыденном сознании и даже в классической философии науки технические науки относили к прикладной сфере, ссылаясь, прежде всего, на американский опыт и на историю. Однако ни то ни другое не подтверждает этого якобы очевидного факта. Следует говорить о широком развитии теоретических исследований не только в естественных, но и в технических науках, а также о возрастании роли теоретических исследований с точки зрения потребностей ускорения научно-технического прогресса. Без них никакое серьезное продвижение вперед в практической сфере просто невозможно. Многие расхожие заблуждения относительно технических наук связаны с укоренившимися в общественном сознании историческими мифами и нежеланием изучать реальную историю науки. Отчасти в этом виноваты и сами представители технических наук, отвергая собственную историю, как источник прогресса современной стадии развития науки: «устаревшие» книги и учебники «изгоняли и изгоняют» из технических библиотек, хотя новые часто реанимируют старые. Но, что особенно удивительно, такие же заблуждения долгое время господствовали и в философии науки, хотя она и провозгласила ориентацию на историю науки в качестве своего современного лозунга. Лишь в последние десятилетия произошел явный сдвиг в философии науки в сторону философии техники. Содержательный методологический анализ истории технических наук, однако, часто выпадает из сферы философии науки и техники, т. к. связан с необходимостью

исследования конкретной истории науки и техники, определенных научно-технических дисциплин и технических теорий. В первом разделе этой статьи показано, какие особенности имеют технические науки и каким образом формировались технические теории. Важным, однако, является исследование современных тенденций в науке и технике. Во второй ее части рассмотрены особенности современной, так называемой технонауки, к которой относится, например, нанотехнология. В технонауке различия между естественнонаучной и технической теориями почти полностью снимаются, т. к. естественнонаучный эксперимент становится неотделимым от проектирования, а результаты такого рода исследований направлены одновременно как на объяснение и предсказание хода естественных нанопроцессов, так и на конструирование новых искусственных наноструктур. Бурный прогресс науки и техники, таким образом, ставит перед учеными по-новому многие старые философские проблемы и выдвигает на первый план целый ряд новых методологических, социальных, когнитивных и т. п. проблем, осмысление которых требует высокого философского уровня.

1. Роль ученых-инженеров в развитии технических наук

С конца XIX – начала XX в. инженеры начинают играть руководящую роль в обществе. Именно научное инженерное образование делает специалиста в области той или иной технической дисциплины инженером в отличие от простого техника. Подлинное свое развитие инженерная деятельность получает с появлением машинного производства, требующего массовой подготовки инженеров. Это выдвинуло на первый план проблему целенаправленной научной подготовки инженеров для развивающейся промышленности, передачи и теоретического обобщения накопленного технического опыта. Именно с появлением высших технических школ инженерное сообщество постепенно приобретает черты сложившегося к этому времени научного сообщества: высшее образование, ученые степени, общества инженеров, инженерные исследовательские лаборатории, журналы и т. п. Первой высшей технической школой, которая с самого начала своего основания ориентировалась на высокую теоретическую подготовку студентов, стала основанная

Г.Монжем в 1794 г. Парижская политехническая школа, по образцу которой строились многие инженерные учебные заведения Германии, Испании, Швеции, США и России.

Мощь и силу теоретической науки, приспособленной к инженерной практике, продемонстрировал, например, великий русский ученый Н.Е.Жуковский, который был прежде всего теоретиком, преподавал теоретическую механику в Московском университете и Высшем техническом училище. Но инженерная общественность в то же время провозгласила его инженером высшего ранга, а Высшее техническое училище в 1911 г. присвоило ему звание инженера-механика и золотой нагрудный знак инженера, причем еще до основополагающих работ по аэродинамике. Он был фактически теоретиком зарождающейся технической науки. Это хорошо видно на примере решения им важной практической инженерной задачи, возникшей в связи с частыми поломками водопроводных труб. Жуковский стал руководить опытами над ударами воды в водопроводных трубах и в результате этих исследований не только разработал теоретические основы механизма гидравлического удара, но и решил сложную техническую задачу ограждения водопроводов от гидравлических ударов. Причем даже решая инженерную задачу, он идет теоретическим путем, обращая внимание на то, что не заметили инженеры-практики. При быстром закрытии задвижки вода останавливается и давление повышается. Это состояние воды передается по трубе по закону распространения волнообразного движения. Поскольку скорость распространения ударной волны весьма велика, то в коротких трубах она создает впечатление одновременного поднятия давления. Найденное Жуковским решение давало возможность теоретически определять место аварии водопровода, не дожидаясь пока обнаружится течь, и даже не выходя за пределы насосной станции. Для этого производится легкий гидравлический удар, снимается диаграмма гидравлических давлений и по формулам Жуковского легко определяется расстояние до разрыва трубы. Как показали опыты, расчетные результаты неплохо согласовывались с действительностью¹.

Естественнонаучные знания и законы должны быть значительно уточнены и модифицированы в технической теории, чтобы стать применимыми к решению практических инженерных

задач. Применение таким образом не может происходить автоматически, а требует развития особой технической теории. Чтобы довести теоретические знания до уровня практических инженерных рекомендаций, в технической теории разрабатываются особые правила, устанавливающие соответствие между сферой абстрактных объектов технической теории и конструктивными элементами реальных технических систем, и разрабатываются операции перенесения теоретических результатов в область инженерной практики. Техническая теория ориентирована не на объяснение и предсказание хода естественных процессов, а на конструирование технических систем, но при этом остается теоретическим исследованием, хотя и обладающим некоторыми особенностями.

В классических научно-технических дисциплинах техническая теория строится под влиянием определенной базовой научной (естественнонаучной или математической) дисциплины и именно из нее первоначально заимствуются теоретические схемы и образцы научной деятельности. Радиотехническая теория, например, формируется на основе приложения и спецификации теоретических схем электродинамики Фарадея, Максвелла, Герца к решению проблемы передачи сообщений без проводов. Однако эти исходные теоретические схемы естественнонаучной теории подвергаются существенной модификации и фактически строится новая техническая теория. Поэтому следует говорить о широком развитии теоретических исследований не только в естественных, но и в технических науках, а также о возрастании роли теоретических исследований с точки зрения потребностей ускорения научно-технического прогресса. Без них никакое серьезное продвижение вперед в практической сфере просто невозможно.

2. Влияние теоретических исследований в сфере технических наук на развитие теоретических исследований естествознания

Именно такое влияние теоретических исследований в технических науках на естествознание продемонстрировали российские ученые, вышедшие из Страсбургского университета, будущие наши академики Л.И.Мандельштам и Н.Д.Папалекси, где они ра-

ботали под руководством известного германского ученого Фердинанда Брауна, разделившего вместе с Маркони Нобелевскую премию за открытие радио.

Л.И.Мандельштам учился на физико-математическом факультете Новороссийского университета в России, но из-за участия в студенческих волнениях вынужден был продолжить свое образование в Страсбурге, которое закончил в 1902 г. В 1902 г. он защитил у Брауна кандидатскую диссертацию, а в зимнем семестре 1906–1907 гг. получил докторскую степень и в течение 10 лет был ассистентом Брауна, а в 1911 г. получил постоянное место преподавателя прикладной физики. Позже ему было присвоено звание профессора. Н.Д.Папалекси также учился в Страсбурге. Защитив кандидатскую диссертацию в 1904 г., а докторскую – в 1911 г., он работал приват-доцентом у Брауна. Мандельштам и Папалекси вынуждены были, однако, в начале Первой мировой войны как российские граждане покинуть Германию и возвратились обратно в Россию. Они работали вместе с 1923 г. в научном отделе Центральной радиолaborатории Электротехнического треста заводов слабого тока в Ленинграде. Мандельштам с 1924 г. стал заведовать кафедрой теоретической физики в Московском университете. Папалекси оставался сначала в Ленинграде как профессор Политехнического университета, а с 1934 г. перешел на работу в Физический институт (и кроме того в Электротехнический институт) АН СССР. В 1937 г. Мандельштам также перешел на работу в Физический институт, где проводил исследования в области оптики, радиофизики, радиотехники и теоретической физики (часто совместно с Папалекси). Мандельштам и Папалекси были избраны сначала членами-корреспондентами, а затем действительными членами АН СССР именно за работы в области теоретической радиотехники. Фердинанда Брауна² по праву «можно считать одним из создателей физико-технических исследований и физико-технического образования»³. Ученики Брауна продолжали начатую им работу по развитию научно обоснованной радиотехники. «Л.И.Мандельштам и по возвращении в Россию (затем в СССР) ощущал себя частью научного сообщества, сложившегося вокруг Ф.Брауна»⁴.

Действительно со всем основанием можно считать, что идея Брауна создания технического факультета в классическом университете не была реализована в Страсбургском университете, даже

несмотря на то, что он был его ректором, но была воплощена нашими учеными, которые действительно развили «научное обеспечение радиотехники», поднятой ими до радиофизики. Мандельштам и Паплекси смогли создать в России в 30–40-х гг. то, что не удалось Брауну в Страсбургском университете в начале XX в. – физико-технические подразделения в МГУ и в Академии наук, параллельно работая в тесном сотрудничестве с нарождающейся радиотехнической промышленностью (Центральной радиолaborаторией Государственного электротехнического треста заводов слабого тока⁵). Это не только позволяло теоретическими методами решать многие стоящие перед новой отраслью промышленности практические проблемы, но и формулировать оригинальные постановки проблем как в технической науке, так и естествознании.

Еще работая в Страсбургском университете под руководством Фердинанда Брауна Мандельштам и Паплекси начинают особую работу по совершенствованию структурных схем радиопередающего и радиоприемного устройств в рамках радиотехнической теории. Как отмечает А.А.Печенкин, «Мандельштам работал в двух мирах: в мире теоретической физики <...> и (совместно с Папалекси) в мире технической физики <...> Когда Мандельштам читал лекции и проводил семинары, он в основном держался первого “мира”, в радиотехнических исследованиях он переходил во “второй мир”»⁶. Еще в Страсбурге по заданию Брауна он изучал колебания в электрическом контуре⁷ и открыл принципы слабых взаимодействий⁸, которые до сегодняшнего дня являются весьма важными для радиотехники. Это взаимодействие физической теории и радиотехнической практики дало мощный импульс для разработки радиотехнической теории без которой было бы невозможно решение современных инженерных задач, например, по расчету и проектированию нелинейных радиотехнических систем. «Современная теория нелинейных радиотехнических систем и методика их исследования создана академиками Л.И.Мандельштамом и Н.Д.Папалекси и учеными их школы. Эта теория позволяет с большой глубиной исследовать и рассчитывать весьма сложные явления, происходящие в таких элементах приемников, как регенераторы и сверхрегенераторы, регенеративные фильтры, многие элементы современной радиолокационной аппаратуры и др.»⁹ В то же время исследовательская работа в области радиотехники давала

плодотворные результаты и в сфере фундаментальных физических исследований. Мандельштам подчеркивал продуктивность «радиотехнических аналогий» в физике и ««взаимопомощи» между различными «колебательными» разделами физики – оптики, теории электричества и магнетизма, акустики»¹⁰. Он применял радиотехническую терминологию для описания комбинационного рассеяния света, обусловленного молекулярными колебаниями, как своего рода модуляции, когда молекула как бы сама говорит о себе. «Спектр рассеянного света в своих существенных частях воспроизводит спектр модулированного телефонного радиопередатчика <...> Мы здесь, говоря несколько схематично, действительно имеем ничто иное, как модуляцию падающей волны собственными колебаниями молекулы и молекулярных агрегатов. И тогда совершенно ясно, что также как спектр телефонного передатчика несет в себе весь ваш разговор, все, что вы хотите сказать, так и спектр рассеянного света несет то, что молекула говорит о себе. Изучая его, вы изучаете свойство молекулы, вы изучаете ее строение». Сегодня такого рода аналогия применяется повсеместно, например, в современной нанотехнонауке. Один из учеников Мандельштама Г.С.Горелик выразил эту мысль еще более приближенно к современной терминологии нанотехнонауки: «в спектре комбинационного рассеяния “говорят” колебания атомов, а в линейчатом спектре, испускаемом разряженным газом, “говорит” электронная оболочка атома»¹¹. В нанотехнонауке можно обнаружить аналогичные пассажи, например, «тонкая структура края поглощения» «*дает информацию* о состоянии связей рассматриваемого атома», «микроволны могут *нести полезную информацию* о материале», «в образце, состоящем из наночастиц, площадь поверхности много больше, а размеры частиц порядка глубины проникновения, что делает возможным *регистрировать сигнал от электронов* проводимости» (курсив мой. – В.Г.)¹². Как видим, совсем также, как и у Мандельштама, в нанотехнонауке электрон как бы «посылает сигнал» исследователю, передавая полезную информацию о себе самом и своем поведении.

Отталкиваясь от радиотехнического опыта, Мандельштам часто видел то, что могло ускользать от чистого физика-теоретика, например, работа в сфере технической науки приучала к тому, что для решения технических задач могут быть использованы любые

фундаментальные теории, даже если они рассматриваются в физике как альтернативные. Речь идет, например, о двух программах развития электродинамики. В истории науки программы Вебера и Максвелла обычно рассматриваются как взаимоисключающие. Однако идея дальнего действия также может дать непротиворечивое истолкование тех же фактов, что и электродинамика, основанная на принципе ближнего действия, что отмечает и сам Максвелл. «Обе эти теории объясняют не только те явления, с помощью которых они были первоначально построены, но и другие явления, о которых в то время не думали и которых, может быть, тогда не знали; обе теории самостоятельно привели к одним и тем же численным результатам, выражающим абсолютную скорость света в электрических единицах. Тот факт, что две теории, по-видимому, столь существенно противоположные, верны в очень широкой области, общей для них обеих, действительно имеет философское значение, которое мы сможем полностью оценить только тогда, когда достигнем такой высоты научного понимания, с которой нами может быть усмотрена действительная связь между столь различными гипотезами»¹³. Эти историко-научные факты и параллельность двух, казалось бы, альтернативных теорий блестяще проанализировал в своих работах В.С.Стёпин¹⁴.

Интересно, что в технических науках обе эти теории находят применение, иногда даже в рамках одной и той же научно-технической задачи. Например, для описания работы магнетрона в радиолокации на одной и той же объяснительной схеме используются как магнитные силовые линии, так и отображается движение единичного электрона. На этот факт указывал и Л.И.Мандельштам: «Если рассмотреть вопрос о распространении электромагнитных волн вдоль проводов с точки зрения максвелловской теории,.. то становится вполне ясным, что здесь совершенно необходимым является учет тока смещения и его магнитного действия, т. е. учет именно той стороны максвелловской теории, которая специфична для нее и придает этой теории все ее значение и коренным образом отличает ее от всех прежних воззрений. Но, с другой стороны, теоретическое рассмотрение электромагнитных волн вдоль проводов было предпринято Кирхгофом значительно раньше и им были получены в общем правильные результаты. На основе прежних воззрений, исходящих из предположения о мгновенном

распространении взаимодействий между зарядами и между токами...». Это второе направление, которое развивали Нейман, Вебер, Ампер и др., исходит из идеи «действия на расстоянии» и «полностью игнорирует среду между проводниками или, вернее, молчаливо отрицает влияние среды на электрические явления», однако они также «сыграли огромную роль» для развития учения об электричестве¹⁵.

Таким образом, как нам представляется, особенностью методологии Мандельштама, являющейся продолжением методологии Ф.Брауна, является не только органическое соединение исследования и преподавания, характерное для германских университетов, но и последовательная работа в сфере радиотехнической теории. Отсюда Мандельштам не только черпает продуктивные аналогии, но и определяет область технических приложений теоретических идей. Таким образом Мандельштам и Папалекси работали в сфере развития как естественнонаучной, так и технической теории, а именно теоретической радиотехники.

Еще в Страсбургском университете Мандельштам и Папалекси начинают особую работу по совершенствованию структурных схем радиопередаточного и радиоприемного устройств в рамках радиотехнической теории. Браун создал двухконтурный передатчик: «продолжением этой работы стала патентная заявка, которую подали Мандельштам и Папалекси в 1913 г. В ней было предложено дальнейшее усовершенствование схемы Ф.Брауна с целью устранения тех потерь энергии, которую несет искра. Мандельштам и Папалекси отталкивались при этом от М.Вина, который предложил схему ударного возбуждения колебаний в антенне <...> Мандельштам и Папалекси в своей схеме (1913 г.) объединили идею Вина об «отключении» искры и идею Брауна о последовательном соединении конденсаторных контуров. Но отключение у них происходило не за счет малости разрядного промежутка и слабости тока в первичном контуре, а за счет конструкции цепи и подбора ее параметров». В другой статье Мандельштамом «выдвигалась единая теория различных модификаций передатчика Брауна». Он предложил не только обобщенную «математическую структуру системы», представив «антенну (открытый контур) в виде последовательности m замкнутых контуров, включающей контур, который непосредственно индуктивно связан с первичным замкнутым кон-

туром, и составил соответствующую систему дифференциальных уравнений <...> Мандельштам в духе математической физики моделирует антенну как систему с большим числом степеней свободы. <...> Далее он пришел к выводу, что система с автотрансформаторной связью, если принять омическое сопротивление в ней малым, описывается той же системой дифференциальных уравнений, что и система с индуктивной связью»¹⁶. Такие рейды от структурных схем конкретных технических устройств к обобщенным структурным математическим схемам и знаменуют начало становления радиотехнической теории.

Особый интерес для философов представляют рассуждения Мандельштама о структуре физической теории. Как известно из истории электродинамики, экспериментальные и теоретические результаты, полученные многими физиками в процессе разрозненного исследования электрических и магнитных явлений, были обобщены Фарадеем и стали основой для создания им проектов новых экспериментальных ситуаций и развития учения о магнитных силовых линиях, ставших переходным мостом между математическим описанием электродинамических процессов и их физическим представлением. Уравнения Максвелла позволили получать новые знания в рамках электродинамики дедуктивным путем. Генрих Герц своими блестяще проведенными опытами не только доказал истинность новой научной теории, но и достроил ее здание, поставив в четкое соответствие математическим и физическим теоретическим схемам структурные схемы физических экспериментов. Такую трехчастную структуру естественнонаучной теории прекрасно охарактеризовал Л.И.Мандельштам: «Немного схематично <...> можно сказать, что всякая физическая теория состоит из двух частей». Во-первых, это – математический аппарат, т. е. «уравнения теории – уравнения Максвелла, уравнения Ньютона, уравнения Шрёдингера и т. п.», в которые входят некоторые символы». «Это математика, а не естественная наука». Во-вторых, собственно физическое описание «составляет связь этих символов (величин) с физическими объектами <...> ввиду связи этих величин с реальными объектами, формулируются соотношения между этими последними, что и является конечной целью теории». Но он отмечает и еще один важный компонент – приборную ситуацию, регистрирующую реальность, например электромагнитных коле-

баний. Это могут быть соответствующие приборы в экспериментах Герца (резонатор) или же радиоприемные устройства, как это стало возможно позже¹⁷.

Именно акцент на развитие средств исследования и проектирования структурных схем технических (в частности радиотехнических) систем отличает техническую теорию от естественнонаучной, где главный результат – объяснение и предсказание хода соответствующих естественных (в частности физических или еще точнее в данном случае электродинамических процессов). С этим акцентом радиотехнической теории, развиваемой Мандельштамом, и связан в первую очередь, как нам кажется, его операционализм. Мандельштам пишет: «вопрос о реальности разложения в ряд синусоиды», т. е. о реальности электромагнитных колебаний, радиоволн «обретает смысл только в связи с приборами, которые регистрируют колебания». Поэтому – отмечает далее Мандельштам – так называемые «боковые полосы», возникающие при разложении модулированного сигнала для Флеминга являются «просто математическими фикциями», а для Оливера Лоджа, напротив, реальными физическими сущностями. Высокоселективный приемник придает реальность той компоненте сигнала, на которую он настроен. Камертон, например, различает компоненты сигнала, а человеческое ухо не различает. Точно также обычный приемник придает реальность целостному модулированному сигналу, а не его компонентам¹⁸.

Фактически Мандельштам и Папалекси продолжили ту работу, которую они начали как инженеры-исследователи под руководством Фердинанда Брауна, но уже в сфере технической теории. Эта деятельность была направлена на разработку конструктивных вариантов радиотехнических устройств (например, схема с заземленной сеткой, супергетеродинный приемник и т. д.) и составила основу радиотехнической теории. Именно этого рода деятельности и положил начало Фердинанд Браун, о чем свидетельствуют сами Мандельштам и Папалекси в своей статье, написанной по случаю десятилетия со дня смерти Брауна и опубликованной на немецком языке в журнале «Естественные науки» в 1928 г. «Перед передатчиком для беспроволочной телеграфии возникли два типа задач: во-первых, в нем нужно было создавать по возможности сильный высокочастотный переменный электрический ток, чтобы

тоже самое произошло и с излучением, т. е. электромагнитными волнами. Передатчик Маркони, который в противоположность конденсаторному контуру представляет собой не “закрытый”, а “открытый” колебательный контур, превосходно излучает (радиоволны. – В.Г.). Конденсаторный контур, который сам практически ничего не излучает, напротив, с точки зрения создания сильных токов высокой частоты намного превосходит открытый колебательный контур. На основе объединения обеих схем и возник знаменитый передатчик Брауна. ...Аналогичная двойственная задача возникает и перед приемником. Прежде всего пришедшие от передатчика электрические волны должны быть приняты, причем они должны быть преобразованы в высокочастотные токи, которые затем со своей стороны вызывают воспроизведение звуков в телефоне или записывающем устройстве. И здесь тоже для приема волн нужен подвешенный провод, как это превосходно и аналогичным образом сделали Попов и Маркони. Однако он в меньшей степени подходит для целевого использования полученной энергии, для чего, как показал Браун, лучше всего подходит конденсаторный контур. Именно таким образом с помощью соединения этого провода с одним или многими конденсаторными контурами и возник связанный приемник Брауна»¹⁹. Действительно, Маркони использует для своих работ многие результаты других исследователей и изобретателей и демонстрирует коммерческую смекалку. Но очень скоро оказалось, «что для достижения большей дальности передачи сигналов требуется непропорциональное увеличение высоты антенны <...> На этом пути новое блестящее изобретение Маркони, как стало очевидно, не могло быть далее развито без появления новых идей и получения нового знания о происходящих в нем физических процессах. И то и другое смог достичь Ф.Браун...»²⁰. Он разработал так называемый двоянный передатчик (первичный контур – конденсаторный контур с искровым промежутком, вторичный контур – антенна), в то время как Маркони использовал антенну с включенным в нее искровым промежутком. Какие физические процессы происходили в антенне Маркони, в то время никто ясно себе не представлял. В противоположность Маркони Браун сознательно работал с большими длинами волн. 14 октября 1898 г. Браун запатентовал это изобретение. Его ассистент и ближайший сотрудник Ценнек провел серию опытов на Северном море для

проверки возможностей обоих передатчиков и доказал этими опытами явное преимущество передатчика, созданного Брауном. Применение замкнутого колебательного контура имело особое значение. «Для принятия электрических волн следовало использовать закрытые колебательные контуры в противоположность до сих пор используемых открытых контуров. В опытах 1913 г. в Страсбурге появляется рамочная антенна, которая сегодня является наиболее распространенной. Прием на рамочную антенну в отличие от приема с помощью открытого колебательного контура имеет существенные преимущества. В этом случае можно освободиться от помех, которые появляются с вполне определенных направлений. Кроме того появляется возможность радиопеленга и т. п. Эти преимущества, которые сегодня всем известны, были впервые выявлены Брауном». Изобретение Ф.Брауном рамочной антенны было очень важным для дальнейшего развития телеграфии без проводов. «В 1890 году впервые примененная рамочная антенна сделала возможным направленное излучение и направленный прием. При этом были подавлены атмосферные помехи и нежелательный прием других станций. Маркони перенес эту новую схему Брауна в свои приборы. В 1901 году он осуществил радиосвязь между Европой и Америкой, в результате чего беспроводная телеграфия смогла завоевать мир»²¹.

Итак, работы в области радиотехнической теории, в которую весьма существенный вклад внес Л.И.Мандельштам, ознаменовали научно-техническую революцию, поскольку появились новые технические науки – радиотехника и радиолокация, ориентированные на новую электродинамическую картину мира, и произошли существенные социокультурные изменения, связанные с внедрением в общественную жизнь радио (радиоприемники и радиопередатчики, радиотелефоны и радиопереленгаторы существенно повлияли на повседневную жизнь). Кроме того начала формироваться и новая общественная среда, широкое общественное движение – радиолобительство, породившее небывалую до тех пор тягу к научным знаниям. Поэтому лекции Мандельштама «собирали физиков и радиоинженеров со всей Москвы и Большая физическая лаборатория была забита до отказа»²². И хотя слушатели были часто не готовы воспринимать его математические выкладки, они слушали внимательно и требовали семинарских занятий для их

разъяснения. Эти лекции «были не только востребованы, но и порождены своим временем – временем энтузиазма и романтики»²³. Радиотехника была тогда, в предвоенный период, да и вплоть до середины XX столетия престижной, вызывавшей интерес не только узких специалистов, но широкой общественности, прежде всего молодежи.

3. Влияние теоретических схем технических наук на нанотехнонауку

В нанотехнонауке, с одной стороны, как в классическом естествознании, на основе математических представлений и экспериментальных данных строятся объяснительные схемы природных явлений и формулируются предсказания хода определенного типа естественных процессов, а с другой стороны, как в технических науках, конструируются не только проекты новых экспериментальных ситуаций, но и структурные схемы новых, неизвестных в природе и технике наносистем.

Многие теоретические схемы нанотехнонауки прямо транслируются из сферы технической теории, например, теории электрических цепей. Тогда нанодиэлектрики и нанопроводники для оптических наноцепей могут быть представлены в виде комплексных элементов электрической цепи C_1 , C_2 и L : «сложные устройства оптической наноцепи, состоящей из плазмонных и не-плазмонных элементов можно представить с помощью теории электрических цепей»²⁴.

В нанотехнонауке для анализа и синтеза наноцепей также используются различные модели из теории электрических цепей (эквивалентные цепи со стандартными электронными компонентами). И в них мы можем видеть те же самые традиционные электронные компоненты («электронику на молекулярном уровне»), реализованные с помощью нанотехнологии. Следуя парадигме теории электрических цепей наноструктуры в разных режимах функционирования (скажем, на различных частотах) могут быть рассмотрены как сложные наноцепи, состоящие из трех основных элементов любой линейной электрической цепи – R , L , и C – сопротивления, индуктивности и емкости. Например, полосовой оп-

тический нанофильтр может быть описан с точки зрения резонанса параллельного RLC контура, а полосно-заграждающий фильтр в плане резонанса последовательного LC контура. «Следуя теории наноцепей, мы показываем, как можно проектировать такие сложные амплитудно-частотные характеристики, исходя из простых правил, аналогичных правилам проектирования радиочастотных цепей. Мы проводим сравнение амплитудно-частотных характеристик таких оптических нанофильтров с классическими фильтрами в радиочастотных электрических цепях. Эти результаты могут стать теоретической основой производства нанофильтров для оптических устройств в схемах с сосредоточенными параметрами. ... Кроме того, в последнее время повысился интерес к комбинированию оптически управляемых устройств (таких, как оптронная связь) с микро- и нанозлектронными цепями..., так как все еще нет возможности выполнить все операции, производимые в классических электрических цепях, в оптической области. Введение новых парадигм и осуществимых методов с целью реализации все большего числа функций электрических цепей в оптической области могло бы позволить добиться существенного прогресса в нанозлектронных технологиях. <...> мы ввели и обсудили фундаментальные понятия, необходимые для разработки новой парадигмы исследования оптических наноцепей с целью расширения классической концепции электрических цепей, обычно применяемой для исследования радиочастот и низких частот, на более высокие частоты и в особенности на оптическую область. В частности, мы обсудили... каким образом соответствующая комбинация плазмонных и неплазмонных наночастиц может конституировать сложные наноцепи на инфракрасной и оптической частотах, для которых не применимы традиционные элементы обычных схем с распределенными параметрами»²⁵.

Итак, классическая теория электрических цепей, используемая обычно для анализа и синтеза микроволновых и низкочастотных систем, расширяется в нанотехнонауке на системы, работающие на высоких частотах и в особенности в оптическом диапазоне. Взятые из этой теории стандартные идеализированные элементы ставятся в соответствие элементам наноцепей – наноиндуктивностям и наноемкостям как их эквивалентные схемы. Вводится также понятие «оптический нанодиелектрик для тока смещения» и

делается вывод, «что элементы наноцепей <...> могут быть точно описаны с помощью стандартных понятий теории электрических цепей» и «эквивалентным полным сопротивлением». Это позволяет рассматривать «наномодули, состоящие из элементов схем с сосредоточенными параметрами в качестве строительных блоков более сложных наносхем, работающих в области оптического диапазона волн»²⁶. Эти модели имеют важное значение для анализа и понимания сложных оптических наносхем инфракрасного и оптического диапазонов. Они помогают также синтезировать монтажные схемы сложных оптических наносистем, функционально подобных классическим высокочастотным схемам.

Любой элемент наноцепи, как и электротехнической цепи, рассматривается как *идеальный двухполюсник*, действие которого на проходящий через него ток описывается линейным уравнением. К таким двухполюсникам относятся линейные пассивные элементы электрической цепи, могущие быть постоянными и переменными, а также идеальный диод, ключевой элемент цепи, проводящий ток только в одном направлении. Кроме того в них включаются обязательно активные двухполюсники – идеальные источники тока и идеальные источники напряжения. Несколько сложнее обстоит дело с нелинейными элементами, которые сначала замещаются эквивалентными схемами, содержащими линейные элементы. Все элементы электрической цепи должны быть приведены к указанному виду. Причем в зависимости от режима функционирования технической системы одна и та же схема может принять различный вид.

Конструктивная функция нанотехнонауки также выражается в ее отношении к инженерной практике. В ней одинаково важно предсказывать ход естественного процесса на наноуровне и конструировать новые структурные схемы наносистем, например, такой новый элемент спинтроники, как «спиновый клапан» («spin valve»). Если в классической электронике спин электрона (спин – собственный магнитный момент) не играл никакой роли, то в спинтронике именно это свойство электрона используется в качестве ключевого элемента²⁷.

В нанотехнонауке используются понятия и представления различных научных теорий: классической и квантовой физики и химии, структурной биологии и т. д., поскольку в наносистемах

протекают естественные процессы различной природы – химические, физические, биологические и т. п. Однако, независимо от конструктивного исполнения и наполнения элементов нанопеи, она может выполнять функции, например, радиоприемника. С точки зрения радиоэлектроники все равно, с помощью какого рода реализации отдельных блоков или элементов технической системы будет обеспечено бесперебойное функционирование ее схем. Это может быть и реализация на базе определенных наноструктур. Блоки и элементы наноструктур могут быть представлены и рассчитаны на основе соответствующих эквивалентных электрических схем, содержащих стандартные электронные компоненты.

Такая двойственная ориентация нанотехнологии, с одной стороны, на исследование естественных, природных явлений, а с другой – на производство, воспроизведение замысла искусственным путем, заставляет взглянуть на свое «изделие» одновременно как на природный объект, который выступает как «естественно-искусственная» система. С одной стороны, наносистема представляет собой явление природы которое подчиняется естественным законам, а с другой – то, что необходимо искусственно создать. В свою очередь, искусственно созданные в эксперименте ситуации сами должны быть представлены и описаны в научном плане как определенные естественные процессы. Однако в классическом естественнонаучном эксперименте главный акцент все же должен делаться на естественной позиции, а в традиционной инженерной деятельности он ставится на искусственной позиции, поскольку основная цель эксперимента в классическом естествознании – подкрепить, обосновать с помощью искусственных средств теоретически выведенные естественные законы. Цель же традиционной инженерной деятельности, учитывая эти законы, создать искусственные технические средства и системы для удовлетворения определенных человеческих потребностей. В нанотехнологии эти позиции настолько переплетаются, что нанотехнологический эксперимент становится одновременно и средством проектирования и даже фабрикации наносистем.

Примечания

- ¹ *Космодемьянский А.А.* Николай Егорович Жуковский. М., 1984.
- ² То, что «Ф. Браун не создал научной школы в Германии», отмечается и в специально ему посвященном исследовании германского историка науки Ф. Харса. См.: *Hars F. Ferdinand Braun (1850–1918). Ein wilhelminischer Physiker.* Berlin–Diepholz, 1999.
- ³ Фердинанд Браун считал, что с открытием технического факультета в рамках университета и с помощью нескольких успешно работающих электротехнических предприятий вне его можно развить экспериментальную и педагогическую практику как новую техническую науку, которую еще предстоит создать, с ясно определенными целями и содержанием обучения.
- ⁴ *Печенкин А.А.* Леонид Исаакович Мандельштам. Исслед., преподавание и остальная жизнь. М., 2011. С. 81.
- ⁵ Главной задачей ЦРЛ стало выполнение научно-технических исследований, ориентированных на решение определенного класса инженерных задач. На ее промежуточный (между теоретическими исследованиями в технической науке и исследованиями в сфере инженерной практики), но важный статус указывают следующие данные: 14 ее сотрудников стали академиками, 12 – членами-корреспондентами АН СССР, свыше 100 – докторами и кандидатами наук, более 60 – директорами и главными инженерами заводов и научно-исследовательских институтов (НИИ), на ее базе было создано более 15 НИИ и исследовательских лабораторий, с ее помощью появились десятки новых заводов. Подробнее см.: *Остроумов Б.А.* Организация первых исследований в Нижегородской радиолaborатории // Из истории электроники, энергетики и связи. Вып. 2. М., 1972.
- ⁶ *Печенкин А.А.* Леонид Исаакович Мандельштам. Исследование, преподавание и остальная жизнь. С. 233.
- ⁷ Его дипломная работа была посвящена разработке косвенного метода измерения периода колебательного разряда конденсатора (см.: *Печенкин А.А.* Леонид Исаакович Мандельштам. С. 59).
- ⁸ «Речь идет о связи между антенной и замкнутым контуром в радиопередатчике и радиоприемнике Брауна. <...> Слабой связью называют такую, при которой обратное действие вторичного контура на первичный незначительно» (*Печенкин А.А.* Леонид Исаакович Мандельштам. С. 63). Было показано, что при слабой связи возрастает качество приема.
- ⁹ *Колосов А.А.* Резонансные системы и резонансные усилители. М., 1949. С. 18.
- ¹⁰ *Печенкин А.А.* Леонид Исаакович Мандельштам. Исслед., преподавание и остальная жизнь. С. 42, 114, 124–125, 161.
- ¹¹ Там же. С. 175, 176.
- ¹² *Пул- мл. Ч., Оуэнс Ф.* Нанотехнологии. М., 2006. С. 60, 83, 74, 77, 75.
- ¹³ *Максвелл Д.К.* О действиях на расстоянии // Джеймс Клерк Максвелл. Статьи и речи. М., 1968. С. 18–19.
- ¹⁴ См., например: *Стёпин В.С.* Становление научной теории. Минск, 1976. С. 149–150; *Стёпин В.С.* Теоретическое знание. М., 2000. С. 362.

- 15 *Мандельштам Л.И.* Введение // 50 лет радио. Сб. оригинал. ст. и материалов. М.–Л., 1948. С. 14, 17, 19–20.
- 16 *Печенкин А.А.* Леонид Исаакович Мандельштам. Исслед., преподавание и остальная жизнь. С. 68–71.
- 17 Там же. С. 269–273.
- 18 Там же. С. 271–273.
- 19 *Mandelstam L., Papalexis N.* Ferdinand Braun zum Gedächtnis // Die Naturwissenschaften. 1928. Hf. 32 (<http://www.oneillselectronicmuseum.com/germanfiles/page8b.htm>).
- 20 Там же.
- 21 См.: Ferdinand Braun (1850–1918) (www.pit.physik.uni-tuebingen.de/braun.html).
- 22 *Печенкин А.А.* Леонид Исаакович Мандельштам. Исслед., преподавание и остальная жизнь. С. 156.
- 23 Там же. С. 157.
- 24 *Silveirinha M.G., Alù A., Li J., Engheta N.* Nanoinsulators and nanoconnectors for optical nanocircuits // Journal of applied physics. 2008. Vol. 103. 064305. P. 21 (http://repository.upenn.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1473&context=ese_papers).
- 25 *Alù A., Engheta N.* A Hertzian Plasmonic Nanodimer as an Efficient Optical Nano-antenna // Physical Review B. 2008. Vol. 78. Issue 19. P. 144107-1. http://repository.upenn.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1500&context=ese_papers
- 26 *Alù A., Salandrino A. and Engheta N.* Coupling of Optical Lumped Nanocircuit Elements and Effects // Optics Express. 2007. Vol. 15. Issue 21. P. 64 (http://repository.upenn.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1477&context=ese_papers).
- 27 В так называемой магниторезистивной памяти – MRAM (Magnetoresistive RAM), которая сможет заменить механически действующий жесткий диск современных компьютеров, информация запоминается благодаря использованию различных состояний спина электрона, меняя спин у отдельного электрона в единственном атоме, что может привести к созданию квантовых компьютеров, обладающих большим быстродействием и меньшим потреблением энергии (см.: Nanotechnology Innovation for Tomorrow's World. European Communities. 2004. P. 27), особенно если они будут строится на графеновой основе (<http://www.natureasia.com/asia-materials/highlight.php?id=264>).

Наука, техника, инновации

Основной тезис, который выдвигается в этой статье, заключается в том, что развитие фундаментальной науки не может осуществляться только через совершенствование технологии и техники. Даже на рубеже XVI–XVII вв., когда техника опережала «чистую», фундаментальную науку техника мало оказывала влияние на научные исследования, хотя и снабжала ученых новыми инструментами.

Не случайно несмотря на то, что зрительная труба появилась в самом начале XVII в. в Нидерландах и была изобретена неким мастером, изготавливающим очки, «С.И.Вавилов отмечает, что “первый телескоп должен, конечно, по праву называться трубой Галилея”». Это замечание справедливо в том смысле, что Галилей в отличие от голландских мастеров, изготовлявших кустарные зрительные трубы, разработал на их основе первый телескоп»¹.

Здесь важно, прежде всего, отметить целеполагание Галилея – в отличие от технического специалиста он создает прибор для проведения научных исследований и доводит его до совершенства (конечно, на доступном ему уровне технологии), используя свои фундаментальные знания.

Не стоит спорить, что до появления фундаментальной науки на рубеже XVI–XVII вв. средневековые мастера достигли больших успехов в строительстве и стандартизации, ими был накоплен большой технический и технологический опыт.

Даже в XVIII в. «наука еще не располагала средствами, чтобы вплотную указывать технике конкретные пути дальнейшего развития»². Но, при этом, воздушно-паровая машина, которая была изобретена кузнецом Томасом Ньюкоменом и слесарем Джоном Калли, была коренным образом усовершенствована Дж. Уаттом с использованием новейших данных науки. То есть достигнутый практический опыт давал возможность создать новое техническое средство без фундаментальных исследований, но повышение его эффективности было невозможно без применения научного метода.

Однако уже в XIX в. «электротехника была <...> областью техники, которая не опережала развитие соответствующего раздела физики (как это было, например, с механической техникой или теплотехникой), а наоборот, строилась и развивалась вслед за достижениями физики. Она выросла целиком из физики электромагнетизма и уходила своими корнями в физические эксперименты и физическую теорию»³.

Конечно, изменения в обществе, прежде всего, связаны с развитием техники и технологий. Известный американский экономист Джеймс Брайт отмечал: «Единственный в своем роде процесс, объединяющий науку, технику, экономику, предпринимательство и управление, – это процесс научно-технического нововведения. В нем воплощаются те знания, которые компетентный руководитель, эффективно работающий ученый, инженер, умный чиновник и просто образованный член общества должны иметь завтра. Это – процесс преобразования научного знания в физическую реальность, изменяющую общество»⁴.

Открытия в фундаментальной науке не приводят сразу к изменениям в общественной жизни. Часто даже сами ученые не могут прогнозировать последствий своих научно-исследовательских работ. В истории науки даже открытия радиоактивности и исследования атомного ядра никак не свидетельствовали о будущем появлении ядерной энергетики.

Федеральный закон от 23.08.1996 № 127-ФЗ (ред. от 27.09.2013) «О науке и государственной научно-технической политике» следующим образом формулирует основные понятия в научной сфере.

Фундаментальные научные исследования – экспериментальная или теоретическая деятельность, направленная на получение новых знаний об основных закономерностях строения, функционирования и развития человека, общества, окружающей среды.

Прикладные научные исследования – исследования, направленные преимущественно на применение новых знаний для достижения практических целей и решения конкретных задач.

Научно-техническая деятельность – деятельность, направленная на получение, применение новых знаний для решения технологических, инженерных, экономических, социальных, гуманитарных и иных проблем, обеспечения функционирования науки, техники и производства как единой системы.

Экспериментальные разработки – деятельность, которая основана на знаниях, приобретенных в результате проведения научных исследований или на основе практического опыта, и направлена на сохранение жизни и здоровья человека, создание новых материалов, продуктов, процессов, устройств, услуг, систем или методов и их дальнейшее совершенствование.

Промежуточный элемент между научным исследованием и технологическим артефактом – это научно-исследовательские (НИР) и опытно-конструкторские разработки (НИОКР), в результате которых получают образцы новой техники и технологии.

НИРы и НИОКРы могут быть, конечно, и в фундаментальной сфере, однако в подавляющем большинстве случаев эти аббревиатуры относятся к области прикладной науки.

Так, согласно ГОСТ 15.101-98 под научно-исследовательской работой (НИР) понимается комплекс теоретических и (или) экспериментальных исследований, проводимых с целью получения обоснованных исходных данных, изыскания принципов и путей создания (модернизации) продукции.

Видный специалист в области управления наукой и техникой Брайан Твисс полагал, что «НИОКР выступают как целенаправленное и систематическое использование научного знания с целью улучшить условия человеческого существования»⁵.

Феномен разветвления НИОКР получил свое развитие после окончания Второй мировой войны во второй половине XX в. До середины 70-х гг. прошлого века экономический рост, который базировался на развитии технологичных потребительских продуктов, был быстрым. Затем в результате нефтяных кризисов, которые во многом были следствием роста спроса на транспортные услуги в результате научно-технического прогресса, мировая экономика испытала ряд потрясений. Появились новые технологии на базе

информатики и микроэлектроники, общество перешло в постиндустриальную эпоху, что подразумевает обеспечение выпуска продуктов и оказание услуг.

В своей книге «Управление научно-техническими нововведениями», задуманной как учебное пособие для менеджеров и студентов, которые специализируются на управлении наукой и техникой, Б.Твисс пишет, что раньше компании выживали в рыночной экономике, сокращая объем производства в традиционных областях и развивая сферы новых технологий. С конца XX в. для того, чтобы удержаться на рынке компании все больше должны вкладывать деньги в долгосрочные программы научно-технического развития.

Твисс отмечает, что «должны вводиться технологии, о которых сегодня ничего не известно. Возможны несколько форм перехода к таким технологиям. В простейшем случае постепенное приобретение опыта научно-технических решений способствует улучшению существующих продуктов или диверсификации продукции...

Усиливается тенденция к использованию внешних ресурсов. Это могут быть академические институты, контрактные исследовательские организации или частные консультанты. При этом достигается ряд преимуществ. Появляются возможности легко маневрировать проектами без существенных кадровых перестановок в подразделениях НИОКР. Специалисты привлекаются только на период участия в программе; при этом нет нужды принимать на работу людей, от которых трудно будет избавиться в дальнейшем. Наконец, становится возможным привлекать лучших специалистов в конкретной области в нужное время»⁶.

Согласно этой концепции компания, которая хочет преуспеть в долгосрочной перспективе, будет привлекать ученых и инженеров непосредственно в процесс формирования стратегии развития.

Твисс отчетливо понимает сложности управления процессом НИОКР. Он отмечает: «Необходимо понимать, что затраты на НИОКР – это вложения в будущее организации, но они должны быть обоснованы с помощью показателей, приемлемых для высшего руководства фирмы. Отсутствие в прошлом строгих оценок часто приводило к финансовым неудачам. Кроме того, необходимо заметить, что окончательная оценка, требующая детальных подтверждений, редко удовлетворяет руководителей, не желающих идти на риск. Присущая НИОКР неопределенность слишком высока, по-

этому их экономическое обоснование в значительной степени теряет смысл. Знание всех деталей некоторого предложения с самого начала и есть на деле научно-технический проект. Следовательно, необходимо примирить необходимость веры и здоровой доли оптимизма в отношении возможного успеха с признанием необходимости управления им. Эта дилемма не допускает легких ответов и представляет собой самую трудную проблему, с которой сталкивается руководитель НИОКР».

Твисс вслед за Дж.Брайтом признает, что «техника была и остается главным источником изменений в обществе ... условия применения техники и технологии могут меняться, но их важность не убавится».

Научно-технический прогресс может привести к разорению успешных компаний, в том случае, если они недостаточное внимание уделяют инновационной деятельности. По словам Твисса, «многие громкие прежде имена ушли в тень или вообще исчезли с экономической сцены. Во многих случаях причиной явилась их неспособность предвидеть последствия нового технического достижения, тогда как их конкуренты воспользовались случаем и использовали новые открывшиеся возможности для роста».

Очень ясно и прагматично описывает Твисс отличие науки от техники. Он полагает, что «между наукой и техникой существует ясное различие. Лишь немногие промышленные организации имеют потребность и необходимые ресурсы, чтобы осуществлять фундаментальные исследования, нацеленные на получение результатов ради собственных нужд. Хотя термины “наука”, “исследования” широко используются в промышленности, это результат скорее университетского образования руководителей, чем правильное описание деятельности, осуществляемой в лабораториях промышленности»⁷.

Целью специалистов, работающих в сфере НИИОКР в промышленности, является поиск подходящего научного открытия, на базе которого может родиться плодотворная идея, способная воплотиться в инновацию, востребованную на рынке. Исследования должны заниматься ученые.

Твисс предлагает «различать термины “научно-техническое нововведение” и “исследования и разработки (НИОКР)”». Часто их используют как синонимы для характеристики одних и тех же

видов деятельности внутри компании. Однако научно-техническое нововведение рассматривается с позиций всей компании к проблеме эффективного применения техники, а НИОКР относится к деятельности специализированного подразделения.

Нужно понимать, что радикальное нововведение обладает гораздо большей неопределенностью по сравнению с незначительным улучшением продукта. При этом потенциальная отдача «революционной инновации» может быть очень высока. Гораздо большее влияние на деятельность компаний оказывают «нововведения-процессы», нежели «нововведения-продукты».

Нововведения в химической или фармацевтической промышленности значительно отличаются от инноваций в аэрокосмической, электронной или машиностроительной промышленности.

Существуют две разные схемы преобразования сырья и материалов в продукты. Раньше, когда позиции потребителя относительно производителя были слабы, преобладала продуктовая тенденция, когда на рынок поставляли продукты производства. Однако в 50-е гг. прошлого века происходит смещение акцентов в сторону потребителя и маркетинг рассматривает продукты уже не как конечную цель, а всего лишь как средство удовлетворения потребительских потребностей.

Твисс пишет: «Возросла значимость рыночных исследований и требования потребителя стали более полно отражаться в выпускаемых продуктах, особенно потребительских, в частности длительного пользования. Однако этот процесс, хотя и представлял собой шаг в правильном направлении, не смог приблизить “инициатора продукта”, т. е. научно-технического работника, занятого в подразделениях НИОКР, к потребителю.

Конструктор и технолог, работая в лаборатории, оставались изолированными от рынка. Особенно ярко это проявлялось в случае радикально новых технических и технологических решений, когда интеллектуальное возбуждение, вызываемое новыми достижениями в технической области, ослепляло разработчика и он был не в состоянии правильно оценить коммерческий потенциал новой техники и ее способность удовлетворять известные человеческие потребности.

Альтернативный подход к процессу нововведения рассматривается как передача научного или технического знания непосредственно в сферу удовлетворения нужд потребителя; продукт при

этом превращается лишь в носителя технологии, и форма, которую он принимает, определяется только после увязки самой технологии и удовлетворяемой потребности»⁸.

При этом следует отметить, что инновации могут развиваться за счет использования существующей техники и технологий в совершенно новых сферах. Все это возможно пока существует «эвристический задел», достигнутый фундаментальными разработками.

Твисс, в частности, приводит пример хорошо известного успешного нововведения в стекольной промышленности, когда новый процесс получения стекла был введен совсем без обращения к НИОКР. Традиционно в XX в. использовалась технология, которая заключалась в шлифовании поверхности непрерывной стеклянной ленты с целью придания материалу требуемых размеров и необходимых поверхностных свойств. Хотя удалось увеличить производительность путем перехода к одновременному шлифованию двух сторон заготовки, масштабы потерь и издержки производства оставались высокими. Фирма «Пилкингтон Бразерс Лимитед» предложила процесс получения стекла путем всплывания. В ходе этого процесса расплавленное стекло непрерывно поступает на поверхность, образованную в ванне расплавленным оловом. А далее расплавленное стекло растекается по этой поверхности. Гладкая поверхность и постоянная толщина получаемого стекла полностью исключают потребность в шлифовании. Однако, несмотря на простоту самой концепции, разработчики столкнулись со сложностью процесса разработки технологии.

Разработчики выпускали непригодное стекло в течение одного года и двух месяцев, причем многие из трудностей были обусловлены именно отсутствием теоретического понимания технологических процессов.

Это пример того, как разработка инноваций начинается еще до того, как создана необходимая теоретическая база. В принципе, это может привести к провалу внедрения нововведения. Однако описываемый проект производства стекла имел выдающийся успех, в результате которого издержки производства сократились на четверть, а размеры предприятия уменьшились более чем на треть. Для реализации проекта потребовались семь лет и 4 млн ф. ст., прежде чем удалось начать производство пригодного для продажи стекла.

Из приведенного примера Твисс делает следующие выводы: «Во-первых, мы можем убедиться, что одно радикальное нововведение преобразовало целую отрасль и изменило конкурентное положение ведущей компании, оно имело серьезные последствия для других производителей, в частности, отказавшихся первоначально от приобретения лицензии на новый процесс. Во-вторых, успешное нововведение оказалось способным обеспечить экономические преимущества, существенно сократив издержки производства. В-третьих, новая идея осуществилась в огромной степени благодаря усилиям одного человека, “защитника проекта”, работавшего в организации, готовой поддержать его. В-четвертых, степень неопределенности и риска была столь высока, что обнаружившиеся трудности и их финансовые последствия невозможно было предвидеть вначале. В-пятых, технические проблемы были успешно преодолены, обеспечив прогресс теоретического знания»⁹.

В ряде случаев научно-техническое нововведение является следствием фундаментальных исследований, которые затем ведут к прикладным исследованиям до момента начала разработки. В качестве примера такой модели Твисс приводит проект создания оптического кабеля фирмой «Эс-Ти-Си», которая действовала в электронной промышленности. В 1982 г. фирма была лидером в оптоволоконной технологии и осуществляла 60 % всех операций в мире.

О начале разработки оптических волокон сообщалось за четыре года до этого (Санди Таймс, 1978 г., 14 мая), когда фирма «Эс-Ти-Си» только построила свою первую экспериментальную телефонную линию между Хитчином и Стевенаджем стоимостью 500 тыс. ф. ст. По словам технического директора Джюка Марша, начало разработок относилось к 1966 г., когда изобретатели оптического волокна Чарльз Као и Джордж Хокхам попросили у правления первые 10 тыс. ф. ст. на научные исследования. При этом Дж.Марш отметил, что, хотя принцип, лежащий в основе внедряемый технологии, был хорошо известен, у руководства компании были большие сомнения относительно выделения финансирования.

Таким образом, исходя из положений, изложенных Твиссом, можно сделать ряд выводов. В конце XX века в инновационной сфере сложились следующие условия.

1. Гораздо проще и во много раз менее рискованно развивать привычные технологии, не прибегая к использованию новых научных достижений.

2. **Процесс внедрения инноваций не зависит от уровня фундаментальной науки**, пока в ней существуют соответствующие заделы. Так, открытие электричества позволяет совершенствовать технику на базе достигнутого уровня понимания фундаментальных процессов.

3. **Даже крупная компания финансово уже не может позволить себе проводить фундаментальные исследования**. Приходится прибегать к использованию услуг научно-технических специалистов, в том числе работающих в сфере фундаментальных исследований.

Следует помнить, что во многом развитие науки было связано с «холодной войной», биполярным миром, особенно после создания такого нового типа вооружений, как ядерное. Поэтому денег на фундаментальные и прикладные исследования не жалели.

В 60-е гг. прошлого века накал политической напряженности стал спадать, и в США был инициирован проект Hindsight¹⁰ («Прицел»)¹¹, задачей которого было оценить роль фундаментальных и прикладных исследований, инженерных разработок в сфере создания и совершенствования военной техники, в частности, для оптимизации процесса финансирования научных программ.

С начала 60-х гг. прошлого века Министерство обороны США ежегодно расходовало 300–400 млн долларов на исследования. Примерно 25% этой суммы тратились на фундаментальные исследования, а 75 % шли на прикладные разработки. Кроме того, примерно миллиард долларов направлялся на технологическое развитие. В указанные расходы не включались траты на системные программы развития. Проект Hindsight **был ответом на неоднократные запросы Правительства и Сената** в целесообразности такого бюджета. Кроме того, цели проекта включали возможности увеличения эффективности управления, оценки вклада в разработки военного и гражданского секторов собственных лабораторий Минобороны и субподрядчиков.

В начале 1967 г. в журнале «Сайенс» появилась статья руководителей проекта, в которой была представлена методология проведенных исследований и полученные выводы¹².

Целью исследований была оценка экономической эффективности средств, затраченных на научные и инженерные разработки. Поэтому сравнивали стоимости нового компонента и предыдущего, который был заменен на новый.

Сначала сравнивали старый компонент и новый, фиксируя все вклады науки и технологии, которые были существенны для улучшения характеристик или снижения затрат на производство компонента. Затем рассчитывались издержки, которые потребовались бы старому компоненту на выполнение работы, которую выполняет новый компонент, полагая, что доступны одинаковые капитальные средства и управленческие возможности. Реальная стоимость вычиталась из рассчитанной и полученная экономическая эффективность присваивалась набору нововведений, полученных с помощью науки и технологии, которые присутствовали в новом и отсутствовали в старом образце.

Сами исследователи понимали ограниченность своего подхода в отношении учета роли долгосрочных научных исследований, т. к. их анализ ограничивался сравнением прототипов с новыми приборами, созданными за последние 10–20 лет. Они отмечают, что намеренно отбросили долгосрочный анализ влияния фундаментальных исследований на создание прототипов современных технических устройств¹³.

Авторы отмечали, что прекрасно осознают всю очевидность огромного влияния фундаментальной науки полувековой давности и более ранней. Они подчеркнули, что «без фундаментальной физической науки мы вряд ли имели бы ядерную энергию, производство электроэнергии и современную химическую промышленность. Ни один из разобранных нами случаев инноваций не состоялся бы без великих теорий, какими являются классическая механика, термодинамика, электричество и магнетизм, теория относительности и квантовая механика»¹⁴.

Однако в отчете по проекту **Hindsight по результатам исследования 710 инноваций** были приведены следующие данные. Всего 9% изученных случаев были классифицированы как инновации, основанные на научных исследованиях. Результатом 91 % изученных нововведений было развитие технологий. Причем из 9% научно обусловленных инноваций 6,7 % были заказаны министерством

обороны в качестве прикладных исследований, 2 % появились в результате коммерческих или гражданских заказов и только 0,3 % имели в своей основе фундаментальные разработки.

Опубликованные данные вызвали поток писем в журнал «Сайенс» возмущенных ученых. Все они указывали на методологические провалы учета роли фундаментальной науки и были озабочены возможными сокращениями финансирования научных разработок. Хелен Хейес, например, отмечает, что «можно прочертить карту Миссисипи на север от Мемфиса и на том основании сделать вывод, что река Огайо не вносит вклада в поток этой великой реки»¹⁵.

В письме Шиффа¹⁶, озаглавленном «Насколько проницателен Hindsight?», обращается внимание на то, что многие результаты фундаментальных исследований стали стандартными методами более 20 лет назад. Такими они остаются и в настоящее время. К ним, в частности, относятся: ядерный магнитный резонанс, электронный парамагнитный резонанс, генерация когерентных электромагнитных волн, новые методы в статистическом и математическом анализе и другие. Кроме того, он отмечает, что компетентные кадры, без которых невозможны инновации формируются при защите дипломов и диссертаций при непосредственном участии представителей академической науки.

Ли Лейсерсон также отметил важную роль фундаментальной науки в создании средств навигации, радаров и ядерных боеголовок¹⁷.

Феликс Алджер цитирует слова Гейзенберга, который писал, что цель фундаментальной науки в том, чтобы готовить основание для развития технологий¹⁸.

В итоге в окончательную редакцию отчета по проекту Hindsight вошли похвальные слова в адрес фундаментальных исследований. Отмечалось, что для того, чтобы результаты фундаментальной науки проявились в технологиях, необходимо несколько лет, и подчеркивалась важность фундаментальной науки для подготовки высокопрофессиональных кадров для сферы НИОКР¹⁹.

Сравнительно недавно опубликованы результаты проекта Hindsight revisited, который подтвердил в целом результаты проекта Hindsight, но в то же время в отчете приводятся слова о важности фундаментальных исследований²⁰.

Таким образом, анализ процесса инноваций типа проекта Hindsight только подтверждает общее правило разработки инноваций – пока существуют заделы фундаментальных наук, процесс модернизации идет без привлечения научных исследований, за счет лучших инженерных решений и применения новых материалов. Однако для того, чтобы, например, радиолокационная станция могла модернизироваться, необходимо было создание соответствующих уравнений Максвелла и экспериментальные работы Герца.

Важно также осознать (и Hindsight косвенно это подтверждает), что стоимость фундаментальных открытий можно оценить только на уровне издержек. Один мой знакомый, специалист в области НИР и НИОКР, С.Л.Филиппов, комментируя вопросы формирования цены на выполнение научно-исследовательской работы, часто приводит пример атомной бомбы. Стоимость открытия радиоактивности, т. е., грубо говоря, проведения НИР сводилась, по существу, к зарплате Марии и Пьера Кюри. А стоимость НИОКР, т. е. Манхэттенского проекта, исчислялась астрономически цифрами. Но без НИРа не было бы и НИОКРа.

Однако стоимость НИОКР, как бы она высока ни была, можно оценить, а стоимость будущего фундаментального открытия, как правило, нет.

Приведем еще одно заблуждение, часто встречающееся в работах по маркетингу, касающееся усовершенствования компьютера, который якобы не нуждается ни в каких научных изысканиях и совершенствуется за счет создания более совершенной элементной базы.

Следует напомнить, что создание компьютеров предполагало создание машины Тьюринга и осознание тождественности интуитивно вычислимых функций и функций, вычислимых по Тьюрингу²¹. Понятие машины Тьюринга появилось в результате «прямой попытки разложить интуитивно известные нам вычислительные процедуры на элементарные операции»²².

Появление квантовых компьютеров также связано не с развитием технологии вычислений, а с гением фундаментальной физики Р.Фейнманом, который в 1982 г. поставил вопрос о возможности моделирования физики на компьютерах²³ и первым предложил элементарные логические схемы элементной базы таких устройств²⁴.

Ричард Фейнман, в частности, делает вывод о том, что «законы физики не запрещают уменьшать размеры компьютера до тех пор, пока биты не достигнут размеров атомов и квантовое поведение не станет доминирующим»²⁵.

Несмотря на то, что с момента публикации работ Фейнмана прошло более тридцати лет, проблема создания элементной базы квантового компьютера по-прежнему относится к области фундаментальной науки и никакие технологии, даже скомбинированные в **nbic-technology**, не способны решить этой «практической» задачи.

Очень популярная в последнее время тема нанотехнологий тоже была предложена Фейнманом, который в 1959 г. прочитал в Калифорнийском технологическом институте лекцию «Внизу полным-полно места: приглашение в новый мир физики». Это еще одно подтверждение того, что идеи, связанные с развитием высоких технологий, как показывает история науки, поступают от ученых, занимающихся фундаментальной наукой.

Просто технологии сами по себе не дают решения фундаментальной задачи. Например, никакие самые лучшие технологии передвижения по земле не дадут рецепта, как осуществить плавание по морю. Никакие технологии передвижения по морю не дадут технологии для осуществления полетов в воздухе. И вся сумма описанных выше технологий не сможет помочь выходу в околоземное пространство. Мне очень понравилась метафора Андрея Парамонова, который представляет фундаментальную науку как новое видение. (Дословно – «увидеть новым светом».) В качестве примера принципиального отличия науки от техники (ремесла) он приводит любопытные факты о том, что индейцы майя делали игрушки на колесиках, но это никак не способствовало переходу от волокуш к телегам.

Многие спорные вопросы можно бы было снять, если бы удалось более точно определить понятие фундаментальной науки.

Пожалуй, главным отличием событий (открытий) в сфере науки фундаментальной от прикладной, от техники и технологии является расширение (и углубление) границ цивилизации, в рамках которой такое событие происходит. Любая цивилизация функционирует на определенном наборе уровней реальности, которые доступны ей.

Это означает возможности теоретического описания и (или) экспериментального проникновения на указанные материальные уровни. (В контексте марксистско-ленинской традиции уровни реальности соответствуют расширенному понятию форм движения материи.)

При этом следует отличать эксперимент в сфере фундаментальной науки, который, конечно же, включает техническую (материальную) реализацию экспериментальной установки, от создания технических «игрушек», технических новинок, которые не приводят к переходу функционирования цивилизации на новый уровень организации материи.

Например, изобретение телескопа в контексте «любопытных» технических устройств ничем не отличается от изобретения калейдоскопа, может, даже, калейдоскоп как забавная игрушка был более востребован обществом. Научным инструментом телескоп стал после того, как в рамках фундаментальных исследований были проанализированы его измерительные свойства и возможности его научного применения.

Еще одна проблема, с которой сталкиваются исследователи взаимодействия науки и техники, связана с тем, что неявно ставится знак равенства между техникой фундаментального научного эксперимента и созданием технических нововведений. Рассмотрим, например, открытие радиоволн. Само существование электромагнитного излучения, которое могло бы передаваться без проводов, было предсказано (открыто) с появлением уравнений Максвелла в 1864 г. Экспериментально возможность существования радиоволн была открыта Герцем в 1886 г. Интересно отметить, что сам он не верил в возможность практического применения своего экспериментального открытия²⁶.

Это очень тонкое отличие, которое трудно воспринимаемо. Даже в Федеральном законе от 23.08.1996 N 127-ФЗ (ред. от 27.09.2013) «О науке и государственной научно-технической политике» фундаментальные научные исследования подразумевают экспериментальную или теоретическую деятельность. В отличие от прикладных научных исследований, которые используют новые знания для достижения практических целей и решения конкретных задач, фундаментальные изыскания направлены именно на получение этих новых знаний.

Однако, когда в 127-ФЗ вводится понятие экспериментальные разработки, т. е. деятельность, которая основана на знаниях, приобретенных в результате проведения научных исследований или на основе практического опыта, и направлена на сохранение жизни и здоровья человека, создание новых материалов, продуктов, процессов, устройств, услуг, систем или методов и их дальнейшее совершенствование, их возможный фундаментальный характер полностью заменяется прикладным.

Такое смешивание фундаментального характера экспериментального исследования и применения при его постановке технических устройств во многом является причиной преувеличения роли техники в научном исследовании.

Возвращаясь к нашему примеру, нужно отметить, что само (фундаментальное) открытие радиоволн состоялось, когда Герц экспериментально подтвердил справедливость теории Максвелла. Далее наступил период прикладных исследований, плавно (и нелинейно) переходящий в создание технических устройств и использование их, в том числе и для проведения фундаментальных исследований.

Важно подчеркнуть, что в указанном примере теоретическая база предшествовала экспериментальным исследованиям, что обеспечило активную и быструю адаптацию открытия научно-техническим сообществом, создание радиотехнических устройств и их внедрение в социальную практику.

Когда теория опаздывает, как это было, например, с реакцией Белоусова, которую И.Пригожин по значимости сравнил с открытием квазаров, ученый-первооткрыватель, как правило, умирает в безвестности (что и произошло с Белоусовым).

Белоусов моделировал процессы, связанные с циклом лимонной кислоты (циклом Кребса), ответственным за метаболизм в живом организме, и заметил колебания цвета реакционной смеси, содержащей лимонную кислоту, серную кислоту, сульфат церия и бромид кальция, с желтого на бесцветный, затем опять на желтый. Эти колебания продолжались более часа.

Белоусов послал текст статьи, описывающей открытую им реакцию, в ведущие химические журналы, однако они не были приняты к публикации. Ему удалось издать только препринт своей статьи. Демонстрация реакции воспринималась коллегами Бело-

усова в качестве фокуса, т. к. в то время была общепринята парадигма классической термодинамики, которая могла объяснять только монотонное изменение параметров реакционной системы, и поэтому его открытие не было признано его современниками.

Только когда, в 70-е гг. XX в. появилась нелинейная термодинамика открытых неравновесных систем, позволившая объяснить явления самоорганизации в живой природе, коллективу ученых, работавших над реакцией Белоусова (1951) – Жаботинского (1959) была присвоена Ленинская премия.

Б.П.Белоусов не дожил до этого времени. А ведь Белоусов совершил фундаментальное открытие процесса автоколебаний.

Заметим, что никто из специалистов инженерной сферы не стал развивать технологии на базе открытой фундаментальной реакции. С сожалением приходится еще раз констатировать, что фундаментальные исследования не могут проводиться чисто технически.

Показательна также история открытия реликтового излучения. Известный философ В.В.Казютинский в одной из последних своих работ описал, как в 1955–1956 гг. в процессе своей диссертационной работы по исследованию поляризации радиоизлучения Луны его наблюдал Т.А.Шмаонов²⁷. Ирония ситуации со Шмаоновым заключалась в том, что для его диссертации нужно было добиться нулевого сигнала, избавиться от помех, а его радиометр показывал фоновое излучение температурой, примерно, 5° по Кельвину.

По существу, именно он экспериментально открыл реликтовое излучение.

Однако отсутствие теоретического базиса чуть было не стоило ему провала диссертационной работы.

Таким образом, в фундаментальном открытии, которое принято обществом, присутствует и экспериментальная (динамическая), и теоретическая (семантическая) составляющая.

Если принять концепцию семантического замыкания, предложенную Говардом Патти, то в любой живой системе, в том числе и в общественной системе, можно выделить динамический и лингвистический уровни функционирования.

Динамический уровень отвечает за те материальные структуры, на которых в принципе может функционировать общественная система, а лингвистический – за те модели, которые позволяют этой системе осуществлять такое функционирование.

Так, например, урановые руды находились и находятся на территории ряда государств, однако возможности их использования для народного хозяйства определяются соответствующими фундаментальным знанием, техникой и технологиями (а, в конечном счете, специально подготовленными людьми, которые обладают соответствующей подготовкой).

Согласно Патти, «имеется, конечно, огромная пропасть между моделью поведения отдельной клетки и моделью экологического, экономического и социального организма. Однако, на мой взгляд, все эти системы более высокого уровня являются не менее самоописывающимися, чем клетка. Действительно, всем биологическим системам свойственно наличие их внутренних языковых моделей самих себя и внешнего мира. Биологическая эволюция может характеризоваться возрастающей сложностью, проработанностью внутренних описаний и моделей. Мы обычно называем эти модели именами – цели, планы, политика, стратегии и пр. – но они всего лишь более высокие уровни самоописания лингвистического типа»²⁸.

Сформулируем еще раз нашу позицию.

Первое – никакие чисто технические разработки не могут заменить фундаментальные исследования, если говорить об открытии и понимании законов мироздания.

Второе – внедрение результатов фундаментального открытия может занять десятки лет.

Третье – развитие технологий может происходить без влияния новых фундаментальных открытий. Однако базовые фундаментальные знания должны присутствовать в форме книг и образования участников процесса разработки технических инноваций.

Четвертое – технические разработки и технологии оказывают влияние на фундаментальные исследования, только будучи воспринятыми учеными фундаментальной сферы и инкорпорированными в экспериментальные установки.

Примечания

¹ Дорфман Я.Г. Всемирная история физики: с древнейших времен до конца XVIII века. М., 2007. С. 197.

² Там же. С. 318.

³ Там же. С. 52.

- 4 Цитируется по *Твисс Б.* Управление научно-техническими нововведениями. М., 1989. С. 30.
- 5 Там же. С. 30.
- 6 Там же. С. 26.
- 7 Там же. С. 31.
- 8 Там же. С. 34–36.
- 9 Там же.
- 10 *Greenberg D.S.* “Hindsight”: DOD Study Examines Return on Investment in Research // *Science*. 18 November 1966. P. 872–873.
- 11 *Abelson P.H.* Project Hindsight // *Science*. 2 December 1966: P. 1123.
- 12 *Sherwin C.W., Isenson R.S.* Project Hindsight. A Defense Department study of the utility of research // *Science*. 23 June 1967. P. 1571–1577.
- 13 Ibid. P. 1572.
- 14 Ibid. P. 1576.
- 15 *Hayes H.L.* Project Hindsight: Basic Research // *Science*. 23 December 1966. P. 1504.
- 16 *Schiff L.I.* How Perceptive Is Hindsight? // *Science*. 27 January 1967. P. 397–398.
- 17 *Leiserson L.* Project Hindsight // *Science*. 29 September 1967. P. 1512.
- 18 *Alger F.E.* Diversity and Hindsight // *Science*. 27 January 1967. P. 402.
- 19 *F.C.* Hindsight Study Adds Kind Words for Basic Research // *Science*. 26 January 1968. P. 413.
- 20 Critical Technology Events in the Development of Selected Army Weapons Systems A Summary of *Project Hindsight Revisited*. Center for **Technology and National Security Policy**. September 2006.
- 21 Современные философские проблемы естественных, технических и социально-гуманитарных наук: учеб. для аспирантов и соискателей ученой степени кандидата наук. М., 2006. С. 137–138.
- 22 *Клини С.К.* Математическая логика. М., 1973. С. 281.
- 23 *Фейнман Р.* Моделирование физики на компьютерах. В сб. Квантовый компьютер и квантовые вычисления. Ижевск, 1999. С. 96–124. **Пер. ст. в: International Journal of Theoretical Physics**. 1982. Vol. 21. № 6/7.
- 24 *Фейнман Р.* Квантовомеханические компьютеры // Квантовый компьютер и квантовые вычисления. Ижевск, 1999. С. 96–124. **Пер. ст. в: International Journal of Theoretical Physics**. 1982. Vol. 21. № 6/7. С. 125–156.
- 25 Там же. С. 156.
- 26 *Дорфман Я.Г.* Всемирная история физики: с начала XIX века до середины XX века. С. 163.
- 27 *Казютинский В.В.* Теория и факт в космологии // Современная космология: философские горизонты. М., 2011. С. 68.
- 28 *Патти Г.* Динамические и лингвистические принципы функционирования сложных систем. Концепция виртуальных миров и научное познание. СПб., 2000. С. 105.

О комплексном характере взаимосвязи науки и технологии

Уже три-четыре десятилетия назад возникли новые тенденции в развитии и интеграции науки, технологии и производства в эпоху НТР. 1. Новый этап автоматизации производства с помощью объединения роботов, компьютеров и программ с искусственным интеллектом (ИИ). 2. **Новый этап миниатюризации элементов технологии – нанотехнологии.** 3. **Развитие биотехнологий в сфере робототехники и программирования.** 4. Возникновение новых форм интеграции: а) науки, техники и производства – технопарки и т. п.; б) **науки, технологии и общества – технонауки.** 5. **Интеграция естественнонаучных, технических и социогуманитарных исследований – единые комплексные проекты по исследованию и созданию сложных систем.**

На фоне этих макромасштабных (во времени, в пространстве и по величине) сдвигов остались менее оцененными и изученными ряд форм взаимодействия науки, техники и практики, возникавшие вследствие и чуть позже с вышеперечисленными тенденциями как способы решения соответствующих научно-технологических и научно-практических задач. Среди них выделим: вычислительный эксперимент, эволюционное моделирование, интеллектуальные технологии процесса принятия решений (от менеджмента до медицинского диагноза). При всем разнообразии моделей и подходов в этой области их объединяет то, что в отсутствие формализованной теории (химия, биология, медицина и т. д.) или невозможности аналитического получения общих решений уравнений ввиду

их сильной нелинейности и многовариантности путей развития объектов изучения, они позволяют получить эмпирические приемлемые решения (прогноз, диагноз, качественную картину поведения), в ряде случаев предсказать неожиданные новые состояния и структуры поведения изучаемых объектов и создать новые интегративные технологии. Это и является оправданием для использования столь сложных и трудоемких методов.

Адекватными формами анализа вышеназванных тенденций являются постклассические комплексные научно-технические дисциплины и подходы, объединенные единством цели и программы её реализации. В случае необходимости исследования одного объекта с разных сторон, или разными методами, или для решения сложной практической проблемы обычно говорят о потребности в комплексном подходе. Специфика по сравнению с системным или просто междисциплинарным процессом состоит¹ в том, что он вызывается запросом практики и должен завершаться нахождением способа, технологии, программы удовлетворения этих потребностей.

1. Специфика постклассических научно-технических дисциплин (на примере радиоэлектроники)

Специфика строения и функционирования научно-технических дисциплин, в основном, сложилась в эпоху Просвещения в западной цивилизации с появлением экспериментального естествознания. Начиная с XVII в. появляется отчетливая связь между наукой, техникой и производством. На этом этапе духовно-практическая (практически-духовная) технологическая деятельность разделилась на духовно-практическую (проектирование), идеальным продуктом которой является «знание как», и на практически-духовную (конструирование и макетирование), реальным продуктом которой является конструкция или технологический процесс.

Было установлено, что технические науки (теории, дисциплины) имеют свою специфику по сравнению с естественнонаучными. В частности, помимо иерархии идеализированных, абстрактных объектов, образующих онтологию соответствующей естественнонаучной теории (например, электродинамики), в технической

теории присутствуют дополнительные слои (онтологии) структурных (морфологических) и функциональных схем. Наличие двух последних принципиально отличает техническую теорию от естественнонаучной.

Для естествознания «прикладное», целевым образом организованное знание вторично по отношению к фундаментальному объективному знанию. Для технической теории – наоборот, объективное знание является вторичным средством по отношению к конечному продукту технической теории – структурно и функционально организованному идеальному проекту того или иного типа конструкции. Таким образом, познавательная установка подчинена проектной. Кроме того, в технических науках появляется своя формализация, отличительная от естественнонаучной формализации. Например, в такой дисциплине как ТОЭ (теоретических основах электротехники) базовым по отношению к идеальным объектом является электрическая цепь, а схема замещения – это соответственно формализация, отличная от формализации электродинамики. Таким образом, образовалась связь:

Практика – Техническая теория – Естественнонаучная теория
Энергетика – ТОЭ – Электродинамика

Большинство исследователей относит радиотехнику также к классическим научно-техническим дисциплинам. Действительно, она имеет те же особенности и то же происхождение, что и ТОЭ. Но, на наш взгляд, есть принципиальная разница: если ТОЭ связана с практической потребностью в энергии, т. е. объективно природного свойства, то радиотехника – с практической потребностью в информации, которая отнюдь не является универсальным природным свойством (с чем, правда, не все согласятся). Вот это-то различие в природе практических потребностей и приводит к специфике онтологии соответствующей технической дисциплины.

Поэтому если организационно, генетически и структурно радиотехника и электротехника однотипны, то функционально – нет. Критерий их различения по характеру используемых электромагнитных полей (слабых квазистационарных – в первом случае и большой интенсивности – во втором случае) не проходит двойко: не схватывается специфика радиотехники, она при

дальнейшем развитии включает и мощные поля. Поэтому в гносеологическом и методологическом смысле радиотехника – классическая дисциплина, а в онтологическом – нет. Основной задачей радиотехники являлась передача информации с помощью электромагнитных волн.

Следующий этап развития данной дисциплины наступил где-то в середине 50-х гг.в прошлого века и получил название радиоэлектроники, которая являлась расширенным синтезом радиотехники и электроники. Радиоэлектроника в качестве предмета изучения включила в себя практически весь диапазон электромагнитных волн; новые радиоэлектронные устройства микро-, а затем и нано- масштаба; функциональную, системную и компьютерную обработку информации. Тем самым проявилась функциональная постклассическая природа радиоэлектроники как комплексной научно-технической дисциплины, которая возникла для решения научно-технической проблемы – проблема информации, при этом объектные основания радиоэлектроники стали мультионтологическими. Место естественнонаучной картины мира заняли системно-кибернетическая онтология и методология.

Большинством исследователей и методологов, однако, незамеченным оказалось существование, во-первых, радиофизики как специальной дисциплины, изучающей процессы любой природы, связанные с генерацией, взаимодействием, усилением, преобразованием, излучением, распространением, приемом (включая обработку информации) всех видов колебаний и волн. Во-вторых, – самой теории колебаний и волн, изучающей свойства последних и более широко – свойства динамических систем любой природы и сложности. С учетом этого обстоятельства оказывается, что радиоэлектроника, как постклассическая комплексная научно-техническая дисциплина, имеет в качестве базовых интегральные научные дисциплины, являющиеся постклассическими по онтологии и методологии, что позволяет интегрировать науку, технологию и производство в едином комплексном проекте², не ограниченном дисциплинарными рамками.

2. Конструктивно-генетические формы и способы интеграции науки и техники

Конструктивно-генетические методы и формы анализа и синтеза связаны с новыми характеристиками современной интеграции науки–техники–производства: необходимостью стремления к универсальной формализации технологии³, следствием которой является алгоритмическая сложность и неаналитичность методов, ее описывающих. И, в свою очередь, это ведет к необходимости компьютерно-экспериментальных форм нахождения практически важных решений. Последнее достигается путем взаимодействия (диалога) между аналитиком, компьютерщиком и эволюционными моделями, которое при задании внешних условий и правил отбора приводит к возникновению новых качеств в исследуемых моделях технологий. Эти технологии являются практически эффективными без создания какой-либо объединительной дедуктивной теории.

Общая особенность бионических и интеллектуальных методов и форм интеграции науки и техники заключается в их постклассической невозможности разделения, в общем случае, на знания и технологии, т. к. знания в данном случае имеют технологический характер, технологии включают в себя когнитивные аспекты, а всё это вместе взятое представляет собой эволюционно-адаптивные онтологии, которые только в некоторых классических случаях могут существовать отдельно друг от друга. Распознавание, эволюционное моделирование, искусственная жизнь – это всё разновидности этих постклассических гибридов: онтологий – технологий – знаний.

Распознавание без мышления

С задачей распознавания человек встречается постоянно. Под феноменом распознавания мы будем подразумевать узнавание, т. е. классификацию объекта, определение его как элемента некоей совокупности (класса) объектов, выделенной нами по каким-то особенностям составляющих ее элементов. Например, врач, устанавливая диагноз заболевания, проводит распознавание болезни пациента. Симптомы заболевания позволяют врачу сделать вывод, что перед ним вполне конкретный образец некоторого заболевания,

а все его возможные симптомы образуют множество симптомов, элементами которого являются различные клинические картины заболевания. Человек умеет правильно относить наблюдаемый объект к тому или иному классу объектов. Более того, он умеет сам или с помощью учителя (понимаемого в широком смысле слова) вырабатывать новые понятия и проводить распознавание объектов относительно этих новых классов. Таким образом, распознавание означает классификацию распознаваемого объекта, отнесение его к некоторому классу. Предметом теории распознавания образов является построение математической модели распознавания объектов и явлений. Теория распознавания образов моделирует одну из сфер интеллектуальной деятельности человека. Возникает вопрос: а как человек распознает объекты? Обычно у человека нет твердых правил, которых он придерживается при распознавании объекта. Он проводит классификацию исходя из того, насколько сходен объект распознавания с другими объектами. Распознаваемый объект зачисляется в тот класс, объекты которого наиболее сходны с ним. При всем этом само понятие сходства зачастую не формализовано или даже не осознано человеком. Чтобы создать модель распознавания объектов и явлений, необходимо прежде всего выяснить, как у человека формируется понятие сходства. Как правило, для того чтобы человек мог выделять элементы сходства между объектами и явлениями, его обучают этому. Этапу распознавания, т. е. непосредственной классификации объекта или явления, обязательно предшествует этап обучения. Отметим здесь, что всезнающий учитель может и отсутствовать, тогда этап обучения, превращающийся теперь в самообучение, обязательно должен присутствовать⁴.

Холизм против редукционизма (два подхода к моделированию жизни и разума)

Уже в 1950-е гг. было осознано, что компьютер не просто «числовая мельница», но «машина, перерабатывающая символы». Если же и числа, и слова могут быть выражены в символах, то мозг и компьютер есть просто физические устройства для оперирования символами. Опирируя дискретными фактами, выраженными в символах, компьютер может вырабатывать знания о них. Хотя

структуры компьютера и мозга различны, существует уровень абстракции, на котором они осуществляют идентичные функции. В этом сущность физико-символической гипотезы.

Другой подход исходит из того, что интеллектуальная деятельность может осуществляться нервной системой. Он инициирован не философией, а неврологией. Розенблат выдвинул в 1945 г. идею, что необходимо создать компьютер, имитирующий нервную сеть и обучить его интеллектуальной деятельности.

Оба подхода имели в середине 1950-х гг. огромный успех. Саймон и Ньюэл в рамках «общего решателя проблем» осуществили доказательства некоторых теорем логики высказываний. Они оптимистически заявляли, что в обозримом будущем компьютерам будет доступна интуиция, инсайт и обучение.

Розенблат добился не меньших успехов со своим перцептроном. Он воплощал в себе принципы нервной системы, и его удалось научить распознавать сходные образцы и отличать их от несходных. В начале 1960-х гг. казалось, что у него большая будущность. Как отмечает Ю.И.Неймарк, уже перцептрону удалось реализовать основы теории распознавания образов (классификация эмпирических объектов произвольной природы). В нём заложены две идеи: 1) возможность алгоритмического задания распознавания образов, 2) принципиальная новая возможность автоматизации, основанная не на предварительной алгоритмизации, но на основе демонстрационного обучения⁵.

В 1965 г. появилась работа Паперта и Минского «Перцептроны», повлиявшая на реализацию антиредукционистского, холистического подхода к проблеме. Но высказывались опасения, что холизм может отрицательно повлиять на инженерию и искусственный интеллект. Искусственные нервные сети могут, хотя и не обязаны, допускать интерпретацию в терминах, которые человеческое существо может понять и использовать для решения своих проблем. Оба подхода, с точки зрения нервных систем, имели достижения и неудачи. Однако антихолистические установки имели глубокие методологические основания, которые привели к предположению, что распознавание отличается от мышления и что последнее сложнее и важнее первого. Однако это не учитывало обыденного сознания. В нем отчетливо заметно, что для распознавания необходимо мышление и наоборот.

Философская традиция, восходящая к Платону, Декарту, Лейбницу и Канту, игнорировала обыденное знание. Она выделяла лишь специальные правила, отражавшие некоторые связи между элементами, и фиксировала их в виде принципов, законов и гипотез, абстрактных теорий. В этом сказывалось влияние математики и естествознания. В теории искусственного интеллекта поступают так: выделяются отдельные связи и элементы, или, по словам Т.Винограда, атомы мышления, и затем строятся модели, дающие на самом деле его далеко неполную картину. В 1973 г. Мински выдвинул идею фреймов. Фреймы состоят из узлов и связей. На самой вершине находятся инварианты, не зависящие от условий, а на нижнем уровне – терминалы и ячейки, заполняемые информацией, зависящей от условий.

В середине 1980-х гг. снова возник нейросетевой бум. Был предложен целый ряд моделей нейронных сетей, выполняющих различные алгоритмы обработки информации: ассоциативная память, категоризация, т. е. разбиение множества образов на кластеры, состоящие из подобных друг другу. В большинстве моделей запоминание информации в нейронной сети (обучение) происходит в результате формирования весов синапсов нейронов. Предполагается, что определенные практические задачи должны решаться нейрокомпьютерами и нейрочипами – искусственными нейроподобными сетями, созданными на основе микроэлектронных вычислительных систем. Спектр задач для нейрокомпьютеров достаточно широк: распознавание зрительных и звуковых образов, создание экспертных систем и их аналогов, управление роботами, создание нейропротезов для людей, потерявших слух или зрение. Достоинства нейрокомпьютеров – параллельная обработка информации и обучаемость. Нейросетевые методы активно используются в новых эволюционно-кибернетических направлениях, таких как «Искусственная жизнь» и «Адаптивное поведение» в рамках эволюционного моделирования⁶.

Эволюционное моделирование как моделирование без дедуктивной теории

В конце 1980-х – начале 1990-х гг. возникли два тесно связанных между собой направления кибернетических исследований: «Искусственная жизнь» и «Адаптивное поведение». Основной мо-

тивацией исследований искусственной жизни служит желание понять и промоделировать формальные принципы организации биологической жизни. Основное предположение искусственной жизни состоит в том, что «логическая форма» организма может быть отделена от материальной основы его конструкции. Сторонники направления «Искусственная жизнь» часто считают, что они исследуют более общие формы жизни, чем те, которые существуют на Земле. То есть изучается жизнь, какой она могла бы в принципе быть («life-as-it-could-be»), а не обязательно та жизнь, какой мы ее знаем («life-as-we-know-it»). Искусственная жизнь – это синтетическая биология, которая по аналогии с синтетической химией пытается воспроизвести биологическое поведение в различных средах. Это жизнь, созданная человеком, а не природой. Исследования искусственной жизни направлены не только на теоретические исследования свойств жизни, но и (аналогично синтетической химии) на практические приложения, такие как подвижные роботы, медицина, нанотехнология, «жизнь» социальных систем и т. п. Часто «организмы» в искусственной жизни – это придуманные людьми объекты, живущие в мире компьютерных программ. Модели искусственной жизни – активно развивающаяся область исследований. Большинство моделей – остроумные компьютерные эксперименты. Эволюция популяций искусственных организмов – одно из ведущих направлений исследований искусственной жизни. Управление поведением искусственных организмов часто моделируется с помощью нейронных сетей⁷.

Реальный мир и обыденное знание слишком сложны, чтобы их можно было описать аксиоматически с помощью формальных методов. Работы по символической репрезентации знаний показали, что мы не располагаем эпистемологией обыденного сознания. Несмотря на попытки многих философов создать ее, эта цель до сих пор не достигнута. Ньюэл и Саймон, затем Паперт и Мински, Виноград и другие создавали программы, относившиеся к отдельным фрагментам мира. Однако надежду, что из отдельных фрагментов удастся создать знание обо всей окружающей действительности, не сбылись. Это произошло потому, что представители ИИ не различают мир и универсум, как это делал Хайдеггер. Мир – это лишь часть универсума. Т.Виноград подчеркивал трудности изучения обыденного знания, но считал, что его можно изучить прежде все-

го практически. В действительности не так. Обыденное знание – не теории, не состоит из правил. Это просто сумма рецептов, говорящих, как поступать в отдельных случаях. Модели нервных сетей показали, что Хайдеггер, поздний Витгенштейн и Розенблат были правы, утверждая, что мы ведем себя интеллектуально в нашем мире, не имея теории этого мира. Эти модели ведут себя особым образом в отличие от семантических сетей. Их узлы не заполняются абстрактными понятиями, они возбуждаются в зависимости от наличия или отсутствия тех или иных черт изучаемой области.

Интеллектуальные автоматы на базе нервных сетей могут обучаться и, в то же время, выдавать неожиданные результаты, но они терпят неудачу, когда требуется делать обобщение, т. к. все их преобразования заранее определены программистом (проектировщиком). Даже если расширить эти возможности, они оказываются принципиально неизмеримо качественно меньше, чем у человека, т. к. реальная нервная система как целостность зависит от целостности более высокого порядка – человека и культуры. Интеллект должен быть мотивирован целями организма, но у человека цели организма пронизываются целями культуры, поэтому нервно-сетевым и символическим компьютерам предстоит пройти долгий, а может быть, и бесконечный путь, прежде чем они сравнятся с людьми⁸.

3. Единство науки, технологии и практики на примере современной кардиологии

Рассмотрим теперь действия этих конструктивно-генетических методов и их роль в интеграции науки, техники и практики, приводящих к упразднению жестких дисциплинарных границ между наукой и технологией на примере современной медицинской кардиологии.

Классическая медицинская кардиология как научно-техническая дисциплина

Традиционная кардиология является частной биологической теорией в структуре общей биологической теории – анатомии и физиологии человека, соответственно медицинская

кардиология является частной медицинской теорией. Поскольку медицина как дисциплина устроена как техническая наука в широком смысле, то конечный результат медицинской теории – это та или иная технология лечения и профилактики. Так как ни биология, ни медицина не являются формализованными, то использование ЭВМ для повышения эффективности диагноза и лечения (как медицинской практики) равно предполагает хотя бы локальную формализацию предмета, т. е. выделение характеристик, которые могут иметь количественные выражения. Обычно в сфере описательных естественных и медицинских наук это происходит путем частичной физикализации опытно-экспериментальной предметности, и, как следствие, формализации измеряемых параметров.

Основная функция сердца в кардиологии – насосная, реализуемая благодаря периодическим сокращениям и расслаблениям мышечных волокон стенок предсердий и желудочков. Уже на этом этапе видна инженерно-техническая аналогия и язык. В медицинской биофизике сердце рассматривается как генератор биотоков, возникающих перед сокращением сердечной мышцы. Регистрируемые при электрокардиологическом исследовании потенциалы отражают распространение волн возбуждения в электрическом поле, порождаемом в миокарде электрическим генератором сердца. Задачей математической электрокардиологии *является* построение и применение для диагностики заболеваний сердца математических моделей электрической активности миокарда.

Суммарные биотоки, возникающие в электрическом генераторе сердца, регистрируются на поверхности тела. При различных патологических нарушениях в миокарде изменяется распределение токов в сердечной мышце и окружающих тканях. Эти изменения электрокардиограммы (ЭКГ) используются в кардиологической клинике. Электрокардиография получила за последние десятилетия исключительно широкое распространение как эффективный метод диагностики заболеваний сердца. Изучение биоэлектрических явлений показало их связь с сократительной способностью мышцы сердца и патологическими процессами в нем, зависимость формы ЭКГ от нарушения процессов возбуждения и проведения в сердце при разных патологических состояниях сердца.

Основной задачей теоретического исследования электрических процессов в сердце является построение достаточно адекватных математических моделей электрического кардиогенератора и распространения возбуждения в миокарде и использование их в кардиологической практике. Эквивалентный генератор сердца (ЭГС) – модель электрокардиогенератора – можно построить, исходя из различных принципов. Остановимся на задаче моделирования миокарда.

В решении задачи моделирования распространения возбуждения в миокарде выделяются два подхода: макроскопический и микроскопический. Первый подход оперирует макроструктурами, представляющими некоторые группы клеток. Модели, рассматривающие миокард на микроскопическом уровне, оперируют отдельными клетками. В последнее время наибольшее развитие получили модели, работающие на макроуровне, среди которых выделяются три: 1) бидоменная модель, которую можно охарактеризовать как, прежде всего, комбинацию классических радиотехнических и логико-алгебраических методов; 2) модели на основе уравнения реакции диффузии для возбудимых сред, т. е. относящейся, прежде всего, к сфере нелинейной динамики; 3) модели на основе клеточных автоматов⁹. На последнем остановимся подробнее.

Метод конечных автоматов как универсальный метод дискретного динамического моделирования и его применение в современной кардиологии

Внедрение компьютерного и имитационного моделирования почти во все области точного естествознания привело к изменению наших представлений о характере познаваемой реальности. Если вначале переход от непрерывных полей и сред к дискретным моделям казался часто грубым приближением, то позже выяснилось, что существует много задач, которые с самого начала являются дискретными, и имеет смысл непосредственно анализировать «сеточную» или «решетчатую» модель.

Развитие этих моделей получило сильный толчок с появлением мощных ЭВМ с параллельным принципом обработки информации; развитием Интернета, социальных сетей; моделированием работы нервной системы и головного мозга; с изучением сложных

развивающихся динамических систем, где, помимо динамических природных процессов, важную роль играют информационно-символические процессы. Это потребовало синтеза как традиционных естественных и логико-математических дисциплин, так и постклассических интегральных дисциплин (кибернетики, теории колебаний и волн, синергетики). С позиций последних, живые системы отличаются от неживых наличием, помимо динамических (традиционно естественнонаучных) характеристик, еще и системно-кибернетических – информационных характеристик, которые, независимо от первых, могут быть (в случае формализации) как непрерывными, так и дискретными.

Ядро конструктивно-технической (системно-кибернетической) картины мира образует парадигма, связанная с кибернетическим понятием стохастического конечного автомата, который сейчас реализуется как представление о вычислительной машине – управляющем устройстве, самостоятельно выполняющем по заданному (установленному) алгоритму (правилу) процессы производства, преобразования, передачи, использования и хранения информации.

Человек в этой картине мира рассматривается как самосовершенствующаяся (самообучающаяся) система, упорядоченность которой со временем возрастает, т. к. система приспосабливается к изменениям внешних условий своего существования, обеспечивая при этом необходимое качество управления путем изменения структуры управляющего устройства (сознания).

В зависимости от целей изучения и характера объекта вводится та или иная идеализация (в случае кибернетики – идеализированная система управления и обработки информации). Например: конечный автомат, логическая сеть, машина Тьюринга и т. д. При этом под автоматом понимается любой искусственный или естественный объект, обрабатывающий информацию. Если входная и выходная информация и состояния автомата носят дискретный характер, то автомат – дискретный, и если они конечны, то – конечный (КА). С точки зрения теории динамических систем – это дискретные динамические системы с определенным управлением.

Наиболее известный вид КА – это сеть клеточных автоматов. Они могут быть представлены как абстрактные машины или специфический класс дискретных динамических систем, либо как ре-

ализация формального языка, т. к. для этого класса моделей динамические, кибернетические и логико-лингвистические подходы не являются дополнительными, а почти полностью совпадают. При этом коллективное поведение такой сети может быть очень сложным и в общем случае непредсказуемым, т. е. может демонстрировать как хаотическое, так и самоорганизующееся поведение. Дж. фон Нейман, А.Тьюринг использовали эти модели для изучения процессов развития, самоусложнения. А.Н.Винер с соавторами – для описания работы сердца. Это направление исследований получило дальнейшее развитие во многих странах, в том числе и в нашей, и имеет, помимо биофизического и кибернетического, еще и медико-технологические аспекты. В частности, в рамках РГФ НИУ МЭИ (ТУ) были изучены свойства и виды клеточных автоматов и особенности их применения для моделирования процессов возбуждения в миокарде.

Новые формы интеграции науки и техники в рамках кардиологии заключаются в том, что кроме уже существовавших этапов 1) биофизического, 2) математического и 3) компьютерного моделирования происходит использование универсального метода конечных автоматов, для которого степень абстрактности и формализуемости предмета повышается, затем проводится компьютерно-эволюционное моделирование, т. к. общая теория поведения конечных автоматов не построена, а там, где для определенных классов объектов она существует, нет в явном виде общих решений, тем более существующих в наглядной форме. Далее для использования результатов компьютерного моделирования поведения сети дискретных автоматов для кардиодиагностики интерпретируют результаты с помощью графического (наглядного) представления хода распространения электрического импульса по миокарду с помощью клеточных автоматов.

Методы диагностики и лечения аритмий и других сердечных заболеваний стимулируют интенсивное становление новых технологий, основанных на изучении путей движения возбуждения по стенкам предсердий и желудочков, и способствуют оперативному принятию решений по выбору курса проводимого лечения, точному определению местонахождения патологии, пониманию механизма возникновения аритмии и прогнозированию изменения после проведения оперативного вмешательства. Это может прово-

даться внутри практического лечебно-операционного процесса. Таким образом, эта форма интеграции позволяет использовать результаты моделирования в наглядной форме в режиме реального времени медицинской практики (операционных действий), максимально сократив зазор между наукой, технологией и практикой¹⁰.

Возможные пределы эффективности использования бионических и интеллектуальных методов в процессах интеграции науки, технологии и производства (на примере современной кардиологии)

Применение компьютеров для обработки биомедицинских сигналов обеспечивает возможность количественного анализа. Логика медицинской или клинической диагностики на основе анализа сигналов может быть в этом случае объективно запрограммирована и последовательно использована при решении стереотипных задач. Необходимо подчеркнуть, что конечной целью анализа биомедицинских сигналов является диагностика с помощью компьютера, а не автоматическая диагностика. Врач использует значительную информацию в дополнение к сигналам и измерениям, включая общее физическое и психическое состояние, семейные обстоятельства и наследственность, а также социально-экономические факторы, влияющие на пациента, многие из которых не поддаются численному выражению и обработке с использованием логических правил. Биомедицинские сигналы, в лучшем случае, являются косвенными индикаторами состояния пациента. Кроме того, зачастую отсутствует прямая и однозначная связь между сигналом и патологией. Результаты анализа сигналов должны интегрироваться врачом с другими клиническими признаками, симптомами и данными. И что важнее всего, в постановке окончательного диагноза важную роль играет интуиция специалиста¹¹. В итоге можно сделать вывод, что современная био-, интеллекто-, инфо- и т. д. интеграция науки, техники и производства не может полностью отменить роль человека как субъекта соответствующих научно-технических и практических процессов и потому является не абсолютной, но ограниченно эффективной.

Заключение

Передний край науки организован проблемно¹². Это значит, что знание существует и функционирует по-другому по сравнению с нормальной стадией развития. Недостаточность и ограниченность дисциплинарной организации научного знания выявились, прежде всего, в сфере массовых практических приложений, к важнейшим из которых относятся большие комплексные программы для решения научно-технических проблем: охраны здоровья, использования природных ресурсов, освоения космоса и т. д. Подобные программы привели к возникновению ряда новых типов дисциплинарных и междисциплинарных исследований, к появлению новых биоинформационных методов и технологий, позволяющих интегрировать науку, технологию и производство без создания объединительных дедуктивных теорий с помощью генетически-конструктивного подхода.

Это привело к созданию либо интегративных научных, либо комплексных научно-технических дисциплин (способствующих возникновению новых форм интеграции науки, технологии, производства и общества), которые являются комплексными онтологически, политеоретическими когнитивно, но они едины в рамках соответствующего программно-целевого подхода.

Примечания

- ¹ См.: *Горохов В.Г.* Методологический анализ научно-технических дисциплин. М., 1984; *Горохов В.Г.* Основы философии техники и технических наук. М., 2007; *Дисциплинарность и взаимодействие наук.* М., 1986; *Дмитриев А.В.* и др. Комплексное социально-экономическое исследование. Л., 1978.
- ² См.: *Горохов В.Г.* Методологический анализ научно-технических дисциплин. М., 1984; *Горохов В.Г.* Основы философии техники и технических наук. М., 2007; *Дисциплинарность и взаимодействие наук.* М., 1986; *Стёпин В.С.* Теоретическое знание. М., 2000.
- ³ *Френкель С.Я.* и др. Молекулярная кибернетика. Львов, 1990.
- ⁴ Когнитивная наука и интеллектуальная технология. 1991. С. 52–60; Компьютер и задачи выбора. 1989. С. 89–91.
- ⁵ *Неймарк Ю.И.* и др. Динамические модели теории управления. М., 1985.
- ⁶ Когнитивная наука и интеллектуальная технология. 1991. С. 52–60; Компьютер и задачи выбора. 1989. С. 89–91; Компьютеры, модели, вычислительный эксперимент. 1988.

- ⁷ *Редько В.Г.* Эволюционная кибернетика. М., 2001. С. 83–123.
- ⁸ Когнитивная наука и интеллектуальная технология. 1991. С. 52–60; Компьютер и задачи выбора. 1989. С. 89–91.
- ⁹ *Андреев С.Ю.* Моделирование динамики возбуждения предсердий в задачах восстановления ритма сердца. Томск, 2006; *Балантер Б.И.* и др. Введение в математическое моделирование патологических процессов. М., 1988.
- ¹⁰ *Андреев С.Ю.* Указ. соч.; *Балантер Б.И.* и др. Указ. соч.; *Неймарк Ю.И.* и др. Динамические модели теории управления. М., 1985; *Рангайян Р.М.* Анализ биомедицинских сигналов. М., 2010.
- ¹¹ *Рангайян Р.М.* Указ. соч.
- ¹² Дисциплинарность и взаимодействие наук. М., 1986.

РАЗДЕЛ II. ЭТИЧЕСКОЕ И СОЦИАЛЬНОЕ ИЗМЕРЕНИЯ ВЗАИМОСВЯЗИ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИИ

А.Ю. Севальников

Ядерное лицо XX века: социальные и этические проблемы науки минувшего века

Минувший XX век явился веком глобальных, тотальных перемен, затронувших все сферы человечества – политическую, социально-культурную и научно-техническую. В данной работе мы остановим свое внимание лишь только на одной из сторон научно-технической революции XX в., а именно овладения ядерной энергией и создания атомной бомбы. Атомный проект явился, пожалуй, одним из ключевых проектов минувшего столетия. Впервые вокруг, сначала казалось бы чисто научной проблемы, сгруппировались вопросы политики, власти, высоких технологий и собственно науки. Наверно, это был первый масштабный научно-технический проект, который и определил лицо современной цивилизации и породил ее многочисленные проблемы.

Сразу отмечу, что несмотря на многочисленные публикации, посвященной этой проблематике, до сих остается множество «белых пятен», связанных с историей создания ядерного оружия, которые еще ждут своего исследователя. В этой работе мы остановимся как на истории создания атомной бомбы, так и ее социально-философских аспектах.

Первое и самое главное, что хотелось сразу отметить, связь ядерного оружия с политикой и властью. Помощник директора Российского федерального ядерного центра (ВНИИЭФ) Дмитрий Сладков в одной из публикаций отмечает: «...Ядерное оружие неотъемлемым образом связано с властью, с политическим сознанием эпохи. И это не просто власть – это сверхвласть,

власть над миром. Владение ядерным оружием изначально связано с претензиями на участие в мировом дележе власти на самом верхнем уровне. Если вспомнить о тех мотивах, которые заставляли Оппенгеймера и его коллег во что бы то ни стало опередить гитлеровскую Германию, а чуть позже – советских ядерщиков прикладывать невероятные усилия с целью добиться ядерного паритета с Америкой, становится ясным, что монополия на владение ядерным оружием однозначно связывалась с монополией на власть над миром. Ясно и то, что участие страны в системе глобального равновесия ядерных вооружений и сегодня непосредственно связывается с ее участием в системе глобального разделения власти»¹. Не касаясь дня сегодняшнего, обратимся к истории.

Как все начиналось...

В конце марта 1943 г., в самый разгар Второй мировой войны из города Санта-Фе США (штат Нью-Мексико) выехало несколько грузовиков. В них разместились несколько десятков молодых людей – недавних выпускников ведущих американских университетов. Грузовики отправились в сторону северо-запада от столицы штата и через часа два прибыли в пустынную местность, уже окруженную колючей проволокой. Через несколько лет этот доселе никому неизвестный городок приобрел мировую известность. Это и был Лос-Аламос, где и разместился первый ядерный центр Соединенных Штатов Америки.

Через несколько дней, когда команда волонтеров обосновалась на новом месте и было размещено оборудование, их собрали на лекцию вместе в большом зале первого этажа библиотеки. Всего их было около 50 человек. Кроме теоретиков здесь собрался инженерно-технический персонал и несколько приезжих – очень важных персон. В библиотеке состоялся доклад Роберта Сербера, в то время совсем молодого физика-теоретика из Беркли для молодых ученых-ядерщиков, собранных со всей страны.

«Целью проекта, – начал говорить теоретик, изучая заинтересованные лица в аудитории, – является создание оружия для практического использования в военных целях в виде бомбы, в которой энергия высво-

бождается в результате возникновения цепной реакции на быстрых нейтронах в одном или нескольких материалах, известных как материалы, в которых происходит деление ядра”.

Все слушатели затаили дыхание. Эта новость подтвердила все их предположения. Большинство, как они вспоминали позднее, были чрезвычайно потрясены и обрадованы одновременно. Официально, перед тем как дать согласие на участие в проекте, их лишь проинформировали о том, что его успешное завершение должно положить конец затянувшейся войне. Доклад Сербера подтвердил их догадки – речь шла о создании ядерной бомбы². С самого начала лекции Сербер очень часто употреблял слово «бомба» и Роберт Оппенгеймер, руководитель проекта, послал одного из сотрудников, Джона Мэнли к докладчику с просьбой, чтобы он не употреблял этого слова. Нужно было соблюдать режим секретности, а уж слишком много простых рабочих находилось вокруг... Роберт Сербер стал говорить о «новом устройстве».

Так начался проект на «Горе», или Манхэттенский проект, который по мысли его начинателей, должен был положить конец войне, унесший уже к этому времени многие миллионы жизней. Проект подготавливался в глубочайшей тайне, на первых порах о его существовании, вплоть до смерти Рузвельта, не подозревал даже вице-президент США Трумэн. Финансирование велось из неподотчетных Конгрессу США источников...

Ядерная предыстория

Появление ядерной бомбы – это закономерный итог развития всей науки, по крайней мере, за два последних столетия, а может быть, если задуматься, то и итог всей западной технократической цивилизации. История, как известно, не терпит сослагательного наклонения, но если даже бегло посмотреть на историю научных открытий за последние сто лет и принять во внимание сущность тех политических режимов, что утвердились во власти в двадцатом столетии, то данное утверждение представляется вполне очевидным. Оглядываясь назад, на историю современной физики, начинаешь понимать, что весь её ход, событие за событием предопределили вхождение человека в ядерную эру.

Трудно выделить рубеж, назвать дату или событие, что привело к созданию столь страшного и разрушительного вида оружия. Открытие в 1895 г. рентгеновских лучей... Открытие в 1896 г.

А.Беккерелем естественной радиоактивности урана... Открытие новых радиоактивных элементов – полония и радия – супругами Кюри в 1898 г.... Открытие Томпсоном первой элементарной частицы – электрона... Создание теории относительности и формулировка А.Эйнштейном закона взаимосвязи массы и энергии, что легло в основу всей ядерной физики... Предложенная Э.Резерфордом в 1911 г. планетарная модель атома... Создание квантовой механики... Открытие Д.Чадвиком нейтрона... Это мы только бегло перечислили основные открытия в первой трети XX в., названной историками науки «золотым веком физики». В то время не проходило и года без новых физических «откровений», на глазах менялась классическая ньютоновская парадигма, и физика в то время стала одной из увлекательнейших областей научного поиска...

Действительно трудно выделить и отметить какую-то конкретную дату, что привело к созданию ядерного оружия. Но несомненно – это 30-е гг. прошлого века. 27 февраля 1932 г. лорд Джеймс Чадвик открывает нейтрон, основную элементарную частицу, которая и вызывает цепную ядерную реакцию. Физикам становится понятно, что именно она, наряду с протонами, входит в состав атомного ядра. С этого времени начинается создаваться теория ядерных взаимодействий. Основную роль здесь сыграли Вернер Гейзенберг, один из создателей квантовой теории и будущий руководитель немецкого ядерного проекта, советские теоретики И.Е.Тамм и Д.Д.Иваненко, и японец Т.Юкава, получивший впоследствии Нобелевскую премию. Не отставали от теоретиков и экспериментаторы, напрямую отворившие дверь в ядерную эпоху.

Одно из ключевых открытий сделал итальянец Энрико Ферми. По воспоминаниям современников, итальянец отличался удивительным универсализмом. Он был как великим теоретиком, так и великим экспериментатором. Его «дебют» в экспериментальной физике оказался настолько успешным, что чуть более чем через полгода своей новой научной деятельности он получил в конце 1934 г. Нобелевскую премию. Именно он впервые догадался «разваливать» ядра атомов с помощью нейтронов. За короткий срок Ферми с сотрудниками добились «успешной» трансмутации 40 элементов! Так была открыта искусственная радиоактивность, одна из «комнат» анфилады загадок ядерной физики. Что скрывалось за следующими дверями, физики еще не догадывались...

Наступил 1938 год. Весь он прошел в непрерывных экспериментах по искусственному расщеплению ядер. Открытие, которое непосредственно привело к созданию ядерной бомбы, было сделано австрийским физиком и немецкими химиками – Лизой Майтнер, Отто Ганом и Фрицем Штрассманом. Это был «сюрприз» к Рождеству 1938 г., за девять месяцев до начала Второй мировой войны, и это явилось кульминацией непрерывных трехгодичных экспериментов. 18 декабря 1938 г. О.Ган и Ф.Штрассман открыли распад ядер урана под действием нейтронов с большим выделением энергии. Статья с описанием этого эксперимента была получена немецким научным журналом «Naturwissenschaften» 22 декабря, и уже в самом начале следующего года – 6 января была опубликована. Через короткое время Л.Мейтнер и О.Фриш дали теоретическое обоснование опытов Гана-Штрассмана. Поражает истораживает оперативность публикации этих материалов. Только относительно недавно стало известно, что это не было случайным. Протекцию публикациям осуществлял директор издательства «Шпрингер» П.Розбауд, который работал на английскую разведку. Ядерная проблематика с этих пор начала приобретать ту «атрибутику», которая будет сопровождать на всем дальнейшем пути её развития...

Действия Розбауда были вызваны его стремлением настроить научную общественность и политические круги антинацистски настроенных стран относительно возможного военного использования этого открытия. Розбауд очень быстро оценил всю важность открытия. Хотя ближайший номер его «Naturwissenschaften» был уже полностью готов к публикации, он снял одну из работ и заменил ее статьей Гана и Штрассмана, датированной 22 декабря 1938, днем зимнего солнцестояния. В тот день над миром сгустилась тьма. Был расщеплен уран.

Раскол интеллектуального мира

«Так уж распорядилась история: почти одновременно с научным осознанием возможности раскола атомного ядра и получения его мощной энергии раскололся и сам мир. Ученые, еще вчера работавшие бок о бок... оказались по разные стороны баррикад.

Историческая реальность грубо вторглась в увлекательный мир “чистой” науки физиков-атомщиков и заставила их покинуть “башни из слоновой кости”... Ситуация в мировом физическом сообществе изменилась кардинально³. В настоящее время мы, если вы, конечно, не профессиональный историк науки, достаточно смутно представляем интеллектуальную атмосферу начала XX столетия. Взаимодействие ученых, университетов, интеллектуальных школ было настолько интенсивным, что многие научно-исследовательские коллективы в шутку называли себя «лигами наций».

«В годы, непосредственно предшествовавшие подъему Третьего рейха в Европе кипела бурная интеллектуальная деятельность во многих областях знания, в особенности в физике... Европейские ученые-физики и их студенты находились в постоянном движении, путешествуя из страны в страну и обмениваясь новыми идеями»⁴. Знаменитая Кавендишская лаборатория Резерфорда наполовину состояла из иностранных ученых, где работали П.Л.Капица и будущие «отцы-основатели» и американского, и советского ядерного оружия Р.Оппенгеймер и Ю.Б.Харитон. Кроме уже названной школы Э.Резерфорда (Англия) можно вспомнить школы Н.Бора в Копенгагене (Дания), М.Борна в Геттингене, П.Дебая в Лейпциге, А.Зоммерфельда в Мюнхене (Германия) и П.Эренфеста в Лейдене (Голландия). «Не была в тот период закрытой и наша, отечественная, физическая школа. Разумеется, контакты наших физиков с их зарубежными коллегами были более ограниченными по сравнению с контактами между западноевропейскими учеными... Наши молодые и перспективные физики активно участвовали в международных встречах и конференциях, работали в исследовательских лабораториях Германии, Англии, Дании, Голландии, внося свой вклад в построение и уточнение теории современной ядерной физики»⁵. Кроме уже упомянутых выше С.П.Капицы и Ю.Б.Харитона, назову имена Л.Д.Ландау, Н.Н.Семенова, Я.И.Френкеля, Г.А.Гамова, В.А.Фока, И.Е.Тамма, Л.И.Мандельштама, Н.Д.Папалекси, Ю.А.Круткова, Д.В.Скобельцина и В.Н.Кондратьева. Все они либо работали, либо стажировались в тех или иных интеллектуальных центрах Европы.

В начале XX в. сформировалось уникальное и до сих пор неповторимое единое научное сообщество, которое жило по своим законам и где отношения были вполне доверительными. Исследо-

ватели сравнивают его с большой семьей. «Возникали в ней подчас и разногласия, и даже соперничество – как в каждой семье. Но преобладающими чертами были братское соревнование и дух взаимопомощи в общей борьбе за расширение человеческого знания... Каждый шаг вперед, сделанный в лабораториях Рима или Копенгагена, тотчас же использовался в Париже и Кембридже. Мысль о секретности научного открытия была просто невообразимой...»⁶ Ч.П.Сноу назвал это время идиллическим периодом существования мировой науки.

Самым же существенным, «что отличало этот период и разрушение чего так драматически сказалось в будущем, было то, что наука и политика существовали автономно, независимо друг от друга. Ни одна из стран на уровне государственной политики не ставила задачи опередить кого-то»⁷.

Все изменил 1933 год, когда в Германии к власти пришли нацисты. Из страны начался «отток» ученых. С этого же времени все отчетливее обозначилась тенденция к сокращению взаимного обмена между научными исследовательскими центрами. Произошло все это не сразу, еще действовала инерция прежнего свободного обмена идеями. Но приближались совсем иные времена. По мнению А.Ф.Иоффе рубежом стал 1939 год. В этом году было опубликовано наибольшее количество работ по делению ядер. Этот же год явился последним годом свободных публикаций такого рода. Сами же физики-ядерщики, для которых быстрее всего стали ясны перспективы военного использования результатов их исследований, стали настаивать на ограничении публикаций результатов исследований в области ядерных исследований. «Одним из первых высказал идею необходимости самоцензуры ученых-ядерщиков Л.Сциллард. Воспринято это было неоднозначно... Но в конце концов даже Ферми, который сначала относился к этому отрицательно... согласился на такую самоцензуру...»

Свобода доживала последние дни. Национальные спецслужбы включились в обеспечение секретности всего, что делалось в области ядерной физики... Начиная с весны 1939 г. в государственных структурах ряда стран были сделаны первые шаги в направлении формирования атомных проектов. И примерно с этого времени ядерная физика и сами исследователи приобретают постоянно следующую рядом «тень» – жесткий и всепроникающий режим секретности»⁸.

Начало ядерной гонки

Работы по использованию энергии атомного ядра в военных целях сначала были начаты в нацистской Германии, где рейхсминистерство образования, в чьем ведомстве находились все университеты, провело 29 апреля секретное совещание, где была разработана целая программа ядерных исследований и наложен запрет на вывоз урана. В этом же месяце японской армией был получен приказ: изучить возможности военного применения научного новшества. В это же время И.В.Курчатов убедил советское правительство в чрезвычайной важности этой проблемы. В СССР начались также ядерные военные исследования, прерванные в июне 1941 года...

Летом того же 1939 г. в США венгерские эмигранты-физики Лео Сциллард, Эдвард Теллер и Юджин Вигнер обратились к Эйнштейну, чтобы он написал письмо Ф.Д.Рузвельту. Физиков беспокоила, и не напрасно, немецкая ядерная программа. Эйнштейн, проживавший в это время в Принстоне, написал письмо Рузвельту 2 августа 1939-го, с которым тот ознакомился 11 октября. Хотя отклик Рузвельта последовал достаточно быстро и был создан так называемый Урановый комитет, дело дальше этого не пошло. На первом же заседании комитет высказался против государственных ассигнований на реализацию ядерной программы – перспектива на тот момент была для чиновников слишком зыбкой. Более результативным стало повторное обращение ученых к Рузвельту 7 марта 1940 г., хотя опять и не решающим. Были выделены средства, но далеко не те, что требовались для реализации атомной программы. Однако в это время к проекту подключился Э.Лоуренс, признанный авторитет американской науки, сыгравший не малую роль в организационном плане.

Начиная с весны 1941 г., в США буквально хлынул мощнейший информационный поток из Англии. История ядерного проекта Англии достаточно интересна, не только потому, что она оказалась несостоявшимся «пионером» в этом деле, но и прежде всего потому, что именно она дала прямой и непосредственный толчок к практической деятельности по созданию первых образцов ядерного оружия. Правда... уже в США. Формально Англия начала работать в области создания ядерного оружия даже раньше Германии. Еще в 1938 г. здесь был создан правительственный

комитет по совершенствованию военной техники и научным исследованиям военного значения при Министерстве авиации. Его возглавил Генри Тизард, давший имя и самому комитету – «Комитет Тизарда». Но это формальная сторона дела... Практически к созданию оружия Англия приступила уже после немцев, в февралемарте 1940 г. В это время к Тизарду обратились двое физиков – Рудольф Пайерлс и Отто Фриш, племянник Лизы Мейтнер, которые нашли убежище в Великобритании от нацистских гонений. Тизарду они предоставили меморандум «О создании супербомбы, основанной на ядерной цепной реакции в уране». Этими учеными было показано, что критическая масса урана измеряется всего лишь в нескольких килограммах делящегося вещества, а не в тоннах, как это следовало из более ранних и ошибочных расчетов французов. А это означало, что можно сделать компактное и сверхразрушительное оружие!.. Меморандум лег на стол Тизарда 19 марта 1940 г.

Меморандум открывался следующими строками: «В прилагаемом детальном отчете содержится описание возможности создания “супер-бомбы”, в которой в качестве источника энергии используется энергия, которой обладает ядро атома. Энергия, высвобождаемая при взрыве такой супер-бомбы, будет такой же, как при взрыве 1000 т динамита. Эта энергия высвобождается в малом объеме, в котором она в одно мгновение создает температуру, сравнимую с температурой в непосредственной близости от Солнца. Взрыв такой мощности уничтожит все живое на большой территории. Площадь этой области трудно оценить, но, вероятно, она будет такой же, как центральная часть большого города»⁹.

Англичане создали специальный комитет – «Мауд Коммити», приступивший к реализации целенаправленной ядерной военной программы. Первое Заседание состоялось 10 апреля 1940 г. В течение двух лет англичане были явными лидерами в создании ядерного оружия. Этой истории, хотя и крайне увлекательной мы касаться не будем, отметим только, что англичане, несмотря на лидерство, после середины 1941 г. стали понимать, что в связи с тяготами войны не смогут самостоятельно в кратчайшие сроки добиться успеха. Постепенно англичане начинают передавать как теоретические, так и технологические секретные разработки в США.

Именно тесные контакты англичан с американцами по сути и запустили в ход столь тяжеловесный на первых порах маховик ядерной программы США. Осенью 1941 г. для руководства Соединенных Штатов наступила пора прозрения. Они совершенно неожиданно для себя увидели, что США находится перед реальной возможностью обладания новым, сверхмощным оружием. Отношение к идее ядерного проекта изменилось удивительно быстро и кардинально. В рекордно короткие сроки для подобного рода решений Белый дом подготовил заключение и 6 декабря 1941 г. принял атомную программу к реализации. Были выделены все необходимые средства и ресурсы. На следующий день Япония напала на Пирл-Харбор, США вступил в войну, а разработке ядерного оружия одновременно был дан зеленый свет.

Как только было принято решение о финансировании, события стали развиваться по нарастающей. 16 декабря 1941 г. на заседании Военно-политического комитета было принято решение по строительству ряда предприятий, которые стали производственной базой для создания нового вида оружия. 13 августа 1942 г. администрация США утвердила «Манхэттенский проект» и план деятельности по разработке и производству атомной бомбы. Военным руководителем проекта был назначен полковник инженерных войск Лесли Гровс, которому в его судьбе принадлежала одна из ключевых ролей.

Лесли Гровс родился в Олбани, штат Нью-Йорк, 17 августа 1896 г. Обучался в Университете штата Вашингтон и Массачусетском технологическом институте. Поступил затем в элитную военную академию в Вест-Пойнте. По окончании академии в 1918 г. служил в Инженерном Корпусе армии США, участвовал в различных военно-строительных проектах, в том числе на постройке здания Пентагона. Он приобрёл репутацию жёсткого, успешного, уверенного в себе руководителя. Гровс, как руководитель проекта, лично выбрал и утвердил места строительства многочисленных атомных объектов, организовал постройку и снабжение этих предприятий. Ему также приписывается заслуга в расстановке приоритетов при выборе альтернативных инженерных решений, в частности методик разделения изотопов урана. Авторы книги «А-бомба» дали следующую характеристику Гровсу: «Он хорошо разбирался в строительных работах, промышленных проблемах,

производственных графиках, финансовых вопросах, знал мир промышленных дельцов. Его крутой нрав был известен 30-тысячной армии мобилизованных рабочих – строителей армейских казарм и здания военного ведомства – Пентагона. Это был типичный представитель когорты “надзирателей в погонах”, которых американское правительство наделяло чрезвычайными полномочиями и назначало на посты руководителей различных учреждений Манхэттенского проекта. Он не имел опыта общения с учеными, названными им в речи, с которой он выступил в Лос-Аламосе через несколько месяцев после назначения, “дороговатыми чокнутыми котелками”»¹⁰.

Несмотря на то, что Гровс своими армейскими методами раздражал многих ученых, именно он настоял на назначении научным руководителем проекта Роберта Оппенгеймера, который, собственно, и стал считаться «отцом атомной бомбы». Это произошло 15 октября 1942 г. По характеру Оппенгеймер был полной противоположностью Гровса. Заместитель генерала, полковник Николс, охарактеризовал своего начальника как человека безжалостного, самоуверенного, эгоцентричного и саркастического. Оппенгеймер, напротив, был человек мягкий, чувствительный, часто настроенный на философский лад, долгое время увлекался восточной мистикой. Тем не менее успех Манхэттенского проекта во многом обеспечивался слаженной работой Гровса и Оппенгеймера. Удивительно, но эти два совершенно различных человека прониклись взаимной симпатией, уважением и никогда не ссорились.

Ящик Пандоры

Манхэттенский проект включал два основных направления – урановое и плутониевое. Дело в том, что атомная бомба может быть создана на основе двух типов делящегося материала либо на уране, либо на плутонии. В урановой руде того типа урана, т. н. урана-235, на котором может быть создана бомба, содержится менее одного процента. Его выделение из руды представляет собой задачу колоссальной технической трудности. Для этой цели американцами был построен целый ряд обогатительных и сопутствующих предприятий. Одно из основных располагалось в штате

Теннесси, вблизи городка Ок-Ридж. Плутония в природе вообще не содержится, и его получают в ядерных реакторах в результате цепочки ядерных реакций с тем же самым ураном-235.

Надо отметить, что большинство ведущих участников проекта были во всех исследовательских центрах либо эмигрантами, либо «свежеиспеченными» американскими гражданами. Руководителями же назначались американцы. Исключение было сделано для Энрико Ферми, перебравшегося к этому времени в США, где он возглавил работы по строительству ядерного реактора в Чикаго. Место для так называемого «штабеля» Ферми – слоев чистого графита и природного урана – было выбрано очень оригинальное. Реактор собрали, не мудрствуя лукаво, на теннисной площадке под трибунами стадиона «Stagg Field» Чикагского университета, где и работал Ферми. В литературе так было описано это событие. «В конце 1941 года жители Чикаго, проживавшие рядом с футбольным стадионом, могли наблюдать необычное оживление, царившее на территории стадиона. К массивным воротам, ведущим к западным трибунам, один за другим подкатывали грузовики с грузом, тщательно укрытым от постороннего взгляда. Многочисленная охрана, выставленная вокруг стадиона, не разрешала даже приблизиться к ограде. По всему было видно, что за оградой ведется какая-то таинственная работа. Об этой работе, проводимой в строжайшей тайне, знали очень немногие». Реактор, выглядевший как груда сложенных в определенном порядке графитовых кирпичей, был готов к концу 1942 года. Его запуск состоялся 2 декабря в 15 часов 25 минут. Об успехе соответствующим инстанциям было сообщено заранее заготовленной фразой: «Итальянский мореплаватель высадился в Новом Свете!»¹¹.

В целом Манхэттенский проект включал в себя колоссальный комплекс организационных, научно-исследовательских, конструкторских и промышленно-технологических работ. Огромнейшее по тем временам финансирование, в целом американцы затратили тогда более 2 миллиардов долларов (сейчас бы это составило более 24 миллиардов!), позволило масштабнo и всесторонне развернуть это дело. К его осуществлению было привлечено больше людей, чем в ряды корпуса Эйзенхауэра во время высадки союзнических войск в Северной Франции.

На всем протяжении проекта «свирепствовала» служба безопасности. Лесли Гровс жестко добивался, чтобы каждый знал только то, что относилось к его непосредственной задаче. Координация работ осуществлялась исключительно сверху, согласно правилам военной иерархии. Показательно, что большинство участников проекта даже не догадывались, что участвуют в создании ядерной бомбы!

Службу безопасности Манхэттенского проекта возглавлял Борис Паш, сын митрополита Русской Православной Церкви, известной в то время своей непримиримостью к послереволюционной России. Интересно, что как раз Б.Паш и представитель военной разведки США Джон Лансдейл выступили против назначения Оппенгеймера в качестве руководителя Лос-Аламосской лаборатории. По их единодушному мнению, в прошлом Оппенгеймера было слишком много «темных пятен». Речь шла прежде всего о его связи с левыми организациями. Несмотря на протесты спецслужб, Оппенгеймер все-таки был назначен на пост научного руководителя Манхэттенского проекта.

Одним из его первых дел стал выбор места для размещения сверхсекретной исследовательской лаборатории. Вначале предполагали ее разместить в Ок-Ридже. Однако этот городок находился в опасной близости к Атлантике. Считалось, что сюда с немецких подводных лодок могли проникнуть как диверсанты, так и шпионы. Затем рассматривался участок в Калифорнии, но он находился рядом с крупными городами, что не подходило по соображениям как безопасности, так и секретности. Считается, что местечко Лос-Аламос и предложил Оппенгеймер.

Так в ноябре 1942 г. возле сельской школы Лос-Аламоса появились неожиданные посетители – худого, сутулого и постоянно шутившегося интеллигента, выступавшего в роли проводника (Оппенгеймер здесь ранее лечился от туберкулеза), сопровождал человек с властным голосом и военной выправкой. Это и был Л.Гровс. Вскоре здание школы было конфисковано. Так и началась история Лос-Аламосской лаборатории. Ей был дан условный кодовый адрес «Армия США, почтовый ящик 1663». В течение двух с половиной лет этот населенный пункт не имел официального статуса, не значился ни на одной карте Соединенных Штатов, его жители даже не числились в списках избирателей. Так возник первый

атомный город на Земле. Первоначально численность научных сотрудников составляла не более 100 человек. Однако к концу 1945 г. эта цифра значительно выросла и составила шесть тысяч человек. Среди них были одни из самых знаменитых представителей физики Старого света: Нильс Бор (здесь он имел вымышленное имя Николас Беккер), Энрико Ферми, Ханс Бете, Рудольф Пайерлс, Отто Фриш, Эдвард Теллер...

Естественно были здесь и американские «звездные» имена, причем самой первой величины. Упомяну лишь Джона А. Уиллера и его ученика Ричарда Фейнмана. Некоторые участники проекта либо уже имели Нобелевскую премию, либо получают её (уже за другие работы) в будущем.

Аламогордо

После трех лет напряженной работы ядерное оружие американцами было создано. Для проверки действия созданных зарядов было принято решение провести испытание. Местом первого в мире испытания ядерного заряда была выбрана пустынная местность в 50 километров к западу от города Аламогордо. В пустыне огородили площадь размером 27 на 40 километров, с центром где находилась старая авиационная база. Испытательный полигон получил кодовое имя «Троица» (Trinity). В его центре размещалась стальная башня, где и должен был быть помещен заряд. В шестнадцати километрах от башни находился командный пункт.

Заряд под усиленной охраной привезли на полигон 12 июля 1945 г. 14 июля он, при личном участии Оппенгеймера, со всей тщательностью и осторожностью, был установлен на башне. Испытания должны были состояться на следующий день, но природа помешала намерениям людей. Из-за начавшейся грозы они были перенесены на сутки. Интересно, что то же самое было и позднее – уже при испытаниях советской атомной бомбы в 1949 г.

Испытание было проведено 16 июля в 5 часов 30 минут утра. В этот день человечество увидело такой «восход солнца», которое ознаменовало вход человечества в новую, ядерную эру. Сохранилось множество воспоминаний многочисленных участников этого испытания. Вот как описывает его известный физик Раби, который находился в базовом лагере на расстоянии несколько десятков

милль. «Мы лежали в огромном напряжении, был ранний рассвет, только на востоке золотилось несколько полосок света; едва можно было рассмотреть соседа. Те десять секунд до взрыва были самыми долгими из всех, которые мне когда-либо приходилось переживать. И вдруг – ярчайшая вспышка света, самая яркая из всех, что мне или, я полагаю, кому-либо еще довелось видеть раньше. “Это” случилось; “оно” обрушилась внезапно, “пронзило” вас насквозь. Это видение, которое не просто воспринималось с помощью органов зрения. Казалось, что оно продлится вечно. Вам хотелось, чтобы все это прекратилось, хотя оно и продолжалось всего около двух секунд. Наконец, ослабев, свечение прекратилось, и мы стали смотреть в сторону того места, где находилась бомба: там поднимался огромный огненный шар, который все рос и рос, и перемещался по мере своего роста; он поднялся в воздух, становясь, то желтым, то алым с зеленым отливом. Выглядел он угрожающе...»¹².

По воспоминаниям участников испытания, если ученые и инженеры что-то и произносили сразу после взрыва, по большей части это были возгласы удивления. Некоторые отмолчались, другие на разные лады поражались цвету гриба, силе вспышки и грохоту. Физик Эдвин Макмиллан позже писал, что наблюдатели были скорее охвачены ужасом, чем радовались успеху. После взрыва на несколько минут воцарилось молчание, затем кто-то сказал: «Что ж, эта штука сработала!». Нечто подобное пробормотал и сам Оппенгеймер, если верить его брату Фрэнку. Едва грохот стих настолько, что можно было говорить, он произнес: «Сработало!», и чуть позднее процитировал стих из Бхагавадгиты:

«Если сияние тысячи Солнц
одновременно зажжется на небе,
Это будет великолепие Моего Могущества.
Я приду Смертью, Разрушителем Миров!».

Только один Кеннет Бэйнбридж – ученый-электронщик, ответственный за испытание, как только отзвучал взрыв, повернулся к Оппенгеймеру и сказал: «Теперь все мы – сукины дети». Позже сам Оппенгеймер признавал, что ничего точнее и выразительнее в тот момент сказано не было. Хладнокровен был только Энрико Ферми, который измерял мощность взрыва. Еще накануне он предложил своим коллегам заключить пари – подожжет ли бомба

атмосферу или нет, и если подожжет, то будет ли при этом уничтожен только штат Нью-Мексико или весь мир. «Не так уже важно, – говорил он, – удастся взрыв или нет, все равно это интересный научный эксперимент, так как в случае неудачи будет установлено, что атомный взрыв невозможен». Его поведением возмутился даже Гровс... Интересно привести и его первые слова после испытания. Тогда к нему подошел один из участников испытания и произнес: «Война кончена». Гровс ответил: «Да, но после того, как мы сбросим еще две бомбы на Японию»¹³. Генерал знал гораздо больше остальных... Только несколько человек были посвящены в планы американской администрации.

Трагедия Хиросимы и Нагасаки

Еще ранее специальная комиссия, получившая название «Временный комитет» (она была создана для консультирования президента Трумэна), на своем заседании 31 мая 1945 г. уже обсудила вопрос о применении атомной бомбы. В комиссию входили пять политиков, трое ученых, занимавшихся общими вопросами военной политики, и четыре физика-ядерщика. Ими были Р.Оппенгеймер, Э.Ферми, А.Комптон и Э.Лоуренс. Комиссия рекомендовала президенту применить новое оружие против Японии, выбрав такой объект, который находился бы в районе многочисленных и легко поддающихся разрушению построек. Это решение комиссии выглядит наиболее циничным и страшным, поскольку ориентировало на достижение наглядности «результатов» первого в мире применения атомного оружия ценой заведомо огромного числа человеческих жертв.

Судьба двух городов была предreshена в мае 1945 года... Шестого августа 1945 г. американский бомбардировщик В-29 «Enola Gay» (командир экипажа – полковник Пол Тиббетс) сбросил на японский город Хиросима атомную бомбу «Little Boy» («Мальш»). Три дня спустя атомная бомба «Fat Man» («Толстяк») была сброшена на город Нагасаки пилотом Чарльзом Суини...

Сухой язык статистики не может передать того ужаса, который воцарился в двух японских городах после бомбардировки, но даже и он впечатляет. Бомба мощностью 20 тысяч тонн тротилового эквивалента, взорвавшаяся на высоте 600 метров над Хиросимой, в

одно мгновение разрушила до основания 60 % города. Из 306 545 жителей пострадало от взрыва 176 987 человек. Погибло и пропало без вести 92 133 человека, тяжелые ранения получили 9 428 человек и легкие ранения – 27 997 человек. Такие сведения были опубликованы в феврале 1946 г. штабом американской оккупационной армии в Японии. В этом отчете ничего не говорилось об американцах, находившихся в Хиросиме. Примерно 2000 человек (ещё 800–1000 умерших от последствий взрыва) были японскими американцами, учившимися здесь до войны и оказавшимися неспособными покинуть страну. Сотни американских военнопленных, находившихся там же, также умерли. Стремясь уменьшить свою ответственность, американцы, насколько возможно, занизили число жертв. Так, при подсчете потерь не было учтено число убитых и раненых японских военнослужащих. Кроме того, надо иметь в виду, что многие и тяжело и легко раненные через несколько дней, месяцев или даже лет погибли от лучевой болезни. Поэтому в действительности число погибших, по-видимому, превышает 150 тыс. человек.

В Нагасаки погибли более 70 000 человек, полностью разрушено оказалось 36 % домов. К декабрю 1945 г. еще тысячи людей умерли от ран и лучевой болезни. Статистики оценивают количество умерших в Хиросиме и Нагасаки от последствий радиации между 1950 и 1990 гг. в несколько сотен тысяч человек.

Предварительные итоги

При взгляде на историю создания ядерного оружия невозможно игнорировать одного аспекта развития физики XX в. Создание ядерного оружия, а если говорить более широко, явилось качественно новой ступенью развития человеческой организации. Это понял уже Роберт Оппенгеймер, когда, созерцая результаты первого атомного испытания, он произнес: «Мир уже никогда не будет прежним!». Человек получил в руки, по сути, орудие абсолютной власти. Этот «властный» аспект мы уже отмечали в самом начале статьи, но здесь хотелось бы отметить еще и следующее.

Анализ развития истории ядерной физики показывает, что вся логика движения в этой области с необходимостью приводила к необходимости включения государственных структур в

материально-финансовое обеспечение исследовательских работ. Причина состояла не только в том, что резко усложнялась используемая экспериментальная аппаратура и, соответственно, резко возрастала ее стоимость. Овладение ядерной энергией потребовало до сих пор невиданной координации действия целого комплекса направлений как в области науки и техники, так и государственной политики. Дело все в том, создание ядерного оружия это не только чисто физический проект. По сути дела, здесь впервые был успешно реализован междисциплинарный научно-технический проект. Атомную бомбу кроме физиков создавали химики целого ряда направлений, металлурги, в осуществлении проекта принимали участие медики, биологи и геологи. Потребовалось создание целого ряда совершенно новых технологических предприятий. Нельзя забывать также, что с этим проектом теснейшим образом было связано и развитие средств доставки – ракетно-космической техники, а также создание первых электронно-вычислительных машин и совершенствование и создание новых типов радиолокационных станций. Совершенно понятно, что столь грандиозная программа в принципе не могла реализоваться без участия государства и государственной координации многочисленных направлений ядерного проекта.

Рассматривая историю создания ядерного оружия, можно выделить несколько философских аспектов. По мере возрастания сложности, я бы выделил три таких аспекта. Первый – это вопрос морально-этический, особенно касающийся аспектов применения атомного оружия. Второй аспект касается вопросов политики и власти и их отношения с наукой на современном этапе развития цивилизации. Третий – историософский аспект проблемы, касающийся того, насколько вообще было предопределено появление ядерного оружия в рамках современной техногенной цивилизации.

Самым специфическим вопросом, но не самым сложным, является вопрос о соотношении науки и власти. Ввиду его специфики, относящейся больше к области политологии, мы его не будем касаться в этой работе. На тему морально-этической проблематики на данный момент написаны уже многие сотни работ, и здесь бы я привлек внимание лишь к одному аспекту, что ускользал от внимания исследователей.

Если коснуться трагедии Хиросимы и Нагасаки, то превалирующим является мнение о том, что после завершения чисто технических работ главную роль играли военные и политики, принимавшие конкретные решения. Одним из первых такую мысль высказал еще Вернер Гейзенберг в 1945 г., находясь в британском плену в Фрм-Холле. Обсуждая со своим сотрудником Карлом Фридрихом фон Вайцзеккером применение ядерного оружия американцами, он заметил следующее: «После окончания войны с Германией многие физики в Америке, надо думать, предостерегали от применения этого оружия, но к тому времени они уже не располагали решающим влиянием»¹⁴. Как мы уже видели выше, это мнение абсолютно не соответствует действительности. «Временный комитет» принявший решение о применении ядерного оружия против Японии, состоял из двенадцати человек, из них вместе с Робертом Оппенгеймером семеро (!) были учеными, причем три из них – Э.Ферми, А.Комптон и Э.Лоуренс – были лауреатами Нобелевских премий по физике.

Хотелось также напомнить хорошо известный факт, что уже в Советском Союзе академик А.Д.Сахаров, до того, как он стал «голубем мира», предложил вполне реальный вариант уничтожения Соединенных Штатов при помощи гигатонных водородных бомб, размещаемый на субмаринах. Кстати, первыми, кто выступили против этого безумного проекта, были сами военные. В настоящее время открыто и еще будет открываться много фактов, напрямую касающихся роли **ученых**, и роли негативной, в создании ядерного оружия. Я не буду на этом останавливаться, но многие факты заставляют всерьез задуматься о морально-этической стороне современной науки, которая в современном мире только возрастает и возрастает многократно. Это становится совершенно очевидным, если уже отвлечься от атомного проекта и обратиться к медико-генетическим исследованиям, которые вместе с грядущими нанотехнологиями грозят существенным вмешательством в природу человека. Однако вся эта проблематика уже выходит за рамки данного исследования.

Примечания

- 1 *Сладков Д.В.* Ядерное оружие как проблема культуры и цивилизации (http://www.netda.ru/newpublicist/sladkov/nuclear_w.htm).
- 2 *Сербер Р.* Лос-Аламосский букварь. Первые лекции на тему «как создать атомную бомбу». Саров, 2004. С. 14.
- 3 Там же. С. 17.
- 4 *Холтон Дж.* Тематический анализ науки. М., 1981. Цит. по: Советский атомный проект. С. 18.
- 5 Советский атомный проект. С. 19.
- 6 *Рузе М.* Роберт Оппенгеймер и атомная бомба. М., 1965. С. 57.
- 7 Советский атомный проект. С. 19.
- 8 Там же. С. 20–21.
- 9 *Сербер Р.* Указ. соч. С. 145.
- 10 <http://militera.lib.ru/research/abomb/02.html>.
- 11 Цит. по: Советский атомный проект. С. 32–33.
- 12 *Сербер Р.* Указ. соч. С. 23.
- 13 http://www.jawawidget.com/Library/04/VFNHATTEN/_grove.html.
- 14 *Гейзенберг В.* Физика и философия. Часть и целое. М., 1989. С. 310.

Ю.В. Черновицкая

Взаимосвязь науки и технологий: этический аспект

В цепи фундаментальная наука – прикладные исследования, технологические разработки – техника в современном мире уже не остается сомнений в наличии некоего промежуточного звена. Это – этика науки. Спорным пока только остается вопрос: считать ли этику науки частью философии науки, или все же наука этически нейтральна? Является ли фундаментальная наука этически нагруженной? Это острые проблемы философии науки.

Так, например, Э.Агацци¹ настаивал на том, что этика науки должна быть включена в философию науки, т. к. наука это не только система знания, но и деятельность ученых.

В классический период развития естественных наук считалось, что в отличие от прикладных исследований и технологических разработок, чистые (фундаментальные) исследования этически нейтральны, ученый должен следовать только этическим нормам научного этоса. Согласно Р.Мертону, научные нормы строятся вокруг четырех основополагающих ценностей: универсализм, всеобщность, бескорыстность (незаинтересованность) и организованный скептицизм. Однако во второй половине XX в. ситуация изменилась. Предполагается, что чистое, фундаментальное естествознание уже не может считаться этически нейтральным. Полной свободы научного творчества нет уже и в чистой, фундаментальной науке, не только в прикладной науке и технологических разработках.

Здесь существует две точки зрения. Наиболее распространена и почти общепризнанна точка зрения некоторых исследователей (например, И.Т.Фролов, Б.Г.Юдин, В.Г.Горохов, О.Е.Столярова), которые считают, что различие между фундаментальными и прикладными исследованиями исчезает, идет интенсивный процесс прикладнизации науки, мы живем в век технoнауки. Поэтому морально ответственными за негативные в социальном отношении приложения (использования) научных открытий должны быть не только ученые, занятые прикладными исследованиями и технологиями, но и ученые, занятые в сфере фундаментальных исследований. Менее распространена точка зрения (например, Е.А.Мамчур), что различия между фундаментальными и прикладными исследованиями по-прежнему сохраняются, они имеют различные цели и ценности. Тогда технoнауки, где фундаментальные исследования превращаются в прикладные, фактически не существует, а фундаментальное естествознание остается этически нейтральным.

Сама по себе наука ценностно нейтральна, считает американский философ Р.С.Козн в работе «Этика и наука» (1974), но, будучи ничем не связанной, опасна в той же мере, в какой могущественна и безответственна.

Тем не менее сама постановка вопроса этичности или неэтичности процесса получения знания, а не только его практического применения, расценивается некоторыми авторами как ограничение принципа свободы исследования, свободы научного поиска².

Оценка моральности науки как части культуры даже достигает крайне негативных оценок. Так, С.Л.Яки, член Папской академии наук, считает, что ученые оказались неспособными «положить конец тем действиям, которые могли бы оказаться гораздо более эффективными в приближении Страшного суда, чем все ангельские трубы вместе взятые»³. Научное сообщество не смогло возвыситься над общим уровнем нравственности общества, приветствующего увеличение уровня жизни благодаря технологии, которая одновременно составляет угрозу. Поэтому в век науки нравственная надежда человечества оказывается связанной с верой, а не с наукой. «То, что связать свой жребий со Христом есть также действие, наиболее достойное с научной точки зрения, несомненно будет утешительной мыслью в век науки»⁴.

Не лишена оснований точка зрения, что в некоторых случаях мораль может тормозить развитие науки. Несколько десятилетий назад морально-религиозный запрет накладывался на анатомирование трупов, пересадку органов, морально осуждалась вивисекция, что, конечно, тормозило развитие наук о человеческом организме. Но почему именно к науке предъявляют требования быть высокоморальной, почему, скажем, никто не требует этого же от менеджмента, бизнеса, политики? – рассуждает В.Н.Порус⁵. Даже наоборот, чем ближе действия политика к моральному идеалу, тем менее успешна его политическая карьера. Этические же основания науки должны осознаваться мировоззренческой системой современного общества, как залог существования человечества. Любое, даже самое отвлеченное исследование может привести к неожиданным результатам. Фундаментальная наука, прямо не предлагая свои исследования на рынке услуг, во многом определяет направленность и интенсивность рыночных процессов. Таким примером может служить роль физики, математики, молекулярной биологии, космологии, теории информации, теоретической экономики и других фундаментальных наук в формировании современного рынка.

Несмотря на то, что роль научных достижений в положительной динамике развития общества велика, также присутствует и негативное влияние. Философы техники даже заявляют о появлении новой силы планетарного масштаба – техносферы. «Человек уже создал цивилизацию, в которой технические реалии начинают жить по своим законам, подчиняя себе власть, общественную жизнь, науку, ресурсы. Этим реалиям, сам того не замечая, оказывается подчинен и человек»⁶. Это позволяет посмотреть на варварские действия человечества по отношению к самому себе с другой точки зрения. Если раньше можно было предположить, что уничтожение себе подобных, халатное отношение к окружающей среде, отсутствие контроля за рождаемостью, утилизацией отходов и т. п. происходят из-за бездумности, необразованности человечества, недостатка научной базы, то на современном этапе развития общества ситуация поменялась на противоположную. «Концентрационные лагеря, массовое истребление людей, мировые войны и атомные бомбы вовсе не «рецидив варварства», а безудержная реализация достижений современной науки, технологии и власти», – считает Г.Маркузе⁷.

Особо остро вопрос о моральной ответственности ученых при взаимодействии фундаментальных наук и технологии стоит в таких областях, как биотехнология, генная инженерия (нужно ли и можно ли клонировать человека? следует ли продолжать работы по созданию генетически измененных видов растений и животных, работы по созданию синтетической клетки и т. д.); биология (нужны ли различные «эликсиры бессмертия», создание и применение некоторых лекарств и т. д.); нанотехнология (новые риски, новые опасения – создание совершенно новых материалов, новых лекарств, их использование и безопасность людей); техника (экологический аспект создания и внедрения технических проектов и т. п.).

Вопрос о моральной ответственности ученого рассматривается такой наукой как биоэтика – учение о нравственной стороне деятельности человека в медицине и биологии. Можно ли испытывать лекарственные средства, проводить биологические эксперименты или использовать в качестве фармацевтического «сырья» человеческие зародыши или плод, у которого практически отсутствует головной мозг, или же живые «останки» (т. е. тела с бьющимся сердцем, но погибшим мозгом)? Как относиться к эвтаназии?

Существуют три участника данных отношений: пациент (либо его родные, дающие разрешение на эксперимент), врач, принимающий решение как и какому из «тел» жить, и посторонний наблюдатель, готовый принять и одобрить, согласиться на распространение подобного рода практики в обществе либо активно противостоять ей. Некоторые полагают, что каждый использующий данные нацистских экспериментов становится в моральном отношении соучастником преступлений нацистов. Например, Уильям Зидельман (William Seidelman) пишет: «Признавая ценность (нацистских) исследований, мы одобряем философию Гимmlера, провозглашающую некоторые категории людей “бесполезными”. Тот, кто использует данные, полученные путем бесчеловечных экспериментов, извлекает пользу из страданий жертв. Ставить ценность познания как такового выше ценности человеческой жизни аморально»⁸. Однако с этим согласны не все, некоторые полагают, что действия ученого следует рассматривать и судить исходя не из их последствий и использования, а из дополнительных факторов, например его намерений, существовавших в период его деятель-

ности. «Используя данные нацистских экспериментов, врач или ученый действует в интересах больных или научного прогресса, т. е. в интересах человечества, понимаемых им согласно своим моральным принципам. Использование этих данных является его долгом. Стремление к исчерпывающему исполнению последнего тоже имеет символическое значение»⁹, – считал, например, философ Бенджамин Фридман (Benjamin Freedman).

Как и в любых отношениях, где присутствует неравное положение участников, мы можем столкнуться с правовым неравенством, дискриминацией по каким-либо признакам. Так, по словам Томаса Сзасса: «В текущем десятилетии традиционные резоны и оправдания дискриминации людей на почве национальных, расовых и религиозных критериев потеряли свою привлекательность, теперь это здоровье. Больные образуют класс “жертв”, которым необходимо оказать “помощь”»¹⁰. Да и источник угрозы принципиально нов, полагает П.Д.Тищенко¹¹, это профессиональная власть медиков.

Интересно, что в такой практической задаче, как определить, жив человек или мертв, как оказалось, не обойтись без предварительного философского анализа, академических дискуссий на тему «что есть человек?». Здесь скрываются острейшие проблемы морального выбора границ человеческого существования. Кто из трех участников отношений должен решать: убийство в данном конкретном случае, или врачебная необходимость, или действие во имя блага другого? Судья основывает свое суждение на профессиональном заключении врача-эксперта. Врач дает заключение лишь относительно того, погиб или не погиб тот или иной орган. Исторически критериями смерти человека считалось отсутствие самостоятельной деятельности двух систем организма: дыхательной и сердечной. Теперь, благодаря развитию научных разработок, искусственных систем дыхания, аппаратов, поддерживающих сердечную деятельность, критерием является смерть мозга. Однако некоторые исследователи считают, что такое смещение акцента произошло под влиянием целей и задач трансплантологии. «Ответ на вопрос, можно ли считать тело без жизнеспособного мозга, но с бьющимся сердцем мертвым или живым, выходит за рамки профессиональной компетенции медика»¹². Эта одна из вечных философских и религиозных проблем –

что есть человек? Задача усложняется при отсутствии в современном обществе единой для всех философской и религиозной точки зрения.

Благодаря биоэтическим дискуссиям выясняется, что человек не имеет безусловного права на самодетерминацию. Он имеет безусловное право на жизнь, но не имеет право добровольно отказаться от нее. Суицид рассматривается как психическая патология. Право на безболезненную смерть затрагивает проблемы эвтаназии. По-разному можно относиться к участию человека в контроле размножения, хотя в некоторых странах осуществляется государственный контроль над рождаемостью. Все больше опасений и дискуссий вызывает так называемая «приватная евгеника». Вправе ли отдельная семья заниматься «улучшением человеческой породы», не принуждением, как это было в нацистской Германии, а свободным выбором?

Еще в Нюрнбергском кодексе 1947 г. была сформулирована одна из ключевых норм, этически регулирующая научное познание: всякий эксперимент вследствие сопряженного с ним риска для испытуемого может быть оправдан лишь крайней необходимостью.

В свете современных реалий возникает вопрос: кто определяет эту необходимость, кто судит о степени ее важности? «Сегодня оказывается, – констатирует Б.Г.Юдин, – что для этического обоснования исследования, коль скоро оно проводится с участием человека, необходим такой вот посторонний, некомпетентный “человек с улицы”». Так что есть основания говорить о том, что какая-то внешняя по отношению к науке сила начинает существенно участвовать в определении, точнее, в соопределении тематики проводимых исследований¹³. Риск участвующего в исследовании должен быть оправдан не только в глазах ученого-экспериментатора, но и рядового человека, точки зрения на данную проблему надо полагать, будут у них достаточно разными.

Определенные нравственные проблемы порождает трансплантация органов. В исследованиях в области трансплантологии и применением полученных технологий обязательно должна быть этическая составляющая. Существуют некие критерии, такие как¹⁴: запрет на коммерциализацию данной отрасли медицины (связан с коммерческими отношениями при проведении трансплантологических операций); исключение возможности ошибок

и злоупотреблений при диагностике смерти мозга человека (рассматривает проблемы констатации смерти человека по критериям смерти мозга).

Условием этически безупречного установления диагноза «смерть мозга» является соблюдение следующих трех этических принципов: 1) принцип единого подхода (не зависящий от того, будет ли впоследствии осуществляться забор органов для трансплантации), 2) коллегиальности (в определении диагноза участвуют три специалиста), 3) организационной и финансовой независимости бригад, участвующих в трансплантологии (участвуют три бригады, финансирование которых идет по параллельным потокам: 1-я ставит диагноз «смерть мозга», 2-я забирает органы, 3-я пересаживает)¹⁵. Следующим критерием является недопущение изъятия органов и тканей у живого донора для трансплантации их реципиенту (рассматривает вопросы эксплантации (изъятия) органов и (или) тканей у трупа или живого донора); критерий справедливости при распределении донорских органов (связан с вопросом распределения уже имеющихся донорских органов и тканей). Купля-продажа донорских органов запрещена международным и российским законодательством. Примечательна ситуация с согласием/несогласием на трансплантацию органов. В советской системе здравоохранения с 1937-го по 1992 г. действовала презумпция согласия на трансплантацию – тело после смерти принадлежало государству (Россия, Австрия, Бельгия, Испания, Чехия, Венгрия и др.). Презумпция несогласия соблюдается в США, Канаде, Германии, Франции, Португалии, Голландии, Польше и др. В современной России действует два закона: один о презумпции согласия, другой закон «О погребении и похоронном деле», где говорится, что на забор органов и на вскрытие тела должно быть разрешение родственников или самого человека. Каким законом руководствуется врач – на его усмотрение.

Достаточно ярко проявила себя этика науки в вопросе запрета на легализацию эвтаназии. Между исследованиями в области применения «легкой смерти» и испытанием задуманного на людях должны стоять серьезные этические барьеры.

Впервые законодательно легализация эвтаназии произошла в 451–450 гг. до н. э. в **Законах XII таблиц**, где предусматривалось лишать жизни новорожденных, отличающихся исключи-

тельной уродливостью¹⁶. Примечательно, что в нашей стране по УК РСФСР 1922 г. действовала статья «О непроступности убийства, совершенного из сострадания и по настойчивой просьбе потерпевшего», но достаточно быстро сессия ВЦИК исключила его во избежание злоупотребления «просьбами» больных.

В годы Третьего рейха этическая составляющая не действовала, и идеи евгеники стали основой национальной политики применения принудительной «эвтаназии». Национальная программа «эвтаназия» подразумевала уничтожение разных групп населения, в том числе и представителей «неполноценных» народов. Документы предусматривали непосредственное уничтожение с помощью «особого обращения» и опыты по массовой стерилизации.

Под эвтаназией понимаются действия, имеющие разный мотив. Согласно законодательству Голландии (активная эвтаназия разрешена в Голландии, Бельгии, Люксембурге и ряде штатов США), «эвтаназия – всякое действие, чтобы положить конец жизни личности, идя навстречу ее собственному желанию»¹⁷ или, как считают активисты организации HOPE (Health Care Opposed to Euthanasia), – **преднамеренное убийство человека, чью жизнь считают недостойной**. Различие между активной и пассивной эвтаназией является важнейшей проблемой медицинской и юридической этики. Активная – метод наполненного шприца. Отключение поддерживающего аппарата, прием медикаментов. Пассивная – метод отложенного шприца. Неприменение специальных средств, невыполнение медицинских манипуляций. Различие относительно, т. к. врач осознает в полной мере последствия, т. е. с моральной точки зрения эти действия идентичны¹⁸. Группа людей, которые могут подвергнуться эвтаназии, настолько уязвима, что требуются мощнейшие механизмы ее защиты (также, впрочем, как и ее определения). Так, например, в штате Орегон (США) эвтаназия разрешена с 1997 г., но со следующими условиями¹⁹: – пациенту по медицинскому заключению жить не более 6 месяцев, – не менее 2-х раз потребовать эвтаназии в устной и 1 раз в письменной форме, – между требованиями должно пройти не менее 2-х недель, – пациент должен быть вменяемым, психически дееспособным, – диагноз должен быть подтвержден двумя врачами, – смертельная доза вводится самим пациентом. Интересно, что заключенного лишают права не только на свободу, но и на право распоряжаться своей жизнью.

Так, согласно закону «О содержании под стражей подозреваемых и обвиняемых в совершении преступлений» – «подозреваемый и обвиняемый обязаны не совершать действий, угрожающих собственной жизни и здоровью²⁰».

Между фундаментальными исследованиями в области жизнедеятельности человеческих организмов и применением их при проведении экспериментов на человеке должны стоять непреодолимые этические барьеры. Некоторые ученые обращают внимание на то, что «теперь научному сообществу придется ограничить непомерные аппетиты индустрии научных исследований и бороться с сильнейшим соблазном – перейти к регулярному, повседневному экспериментированию с наиболее доступным человеческим материалом: по тем или иным причинам зависимыми, невежественными и внушаемыми индивидами»²¹. Даже некоторые предпочитают говорить не об экспериментах на человеке, а об исследованиях либо испытаниях с участием человеческих субъектов, «животных по необходимости». Нюрнбергский кодекс, Хельсинская декларация (документы, на основании которых осуществляется этическое регулирование исследований) допускали так называемое суррогатное согласие, позволяющее проводить исследования на детях, психически больных пациентах и т. п.); предполагается, что эксперимент на человеке – это вариант, на который приходится идти, как правило, в исключительных случаях, когда не существует иных возможностей для получения нового и важного знания. Но из-за возрастания количества таких исследований намечаются тенденции смягчения этических стандартов экспериментирования на человеке.

Проводятся ли эксперименты над людьми лишь в странах с неразвитой системой законов, не знакомых с этическими составляющими научных исследований и человеческого взаимодействия? Или же это порождение развитого общества, где хватает средств и власти и на фундаментальные исследования, и на применение их результатов, и на лоббирование законов, регулирующих эти отношения?

Нюрнбергский кодекс (свод правил проведения экспериментов с участием человека) был составлен судом военного трибунала после Второй мировой войны после суда над нацистскими врачами, проводившими жестокие эксперименты с участием тысяч узников

концентрационных лагерей. Эти преступления, которые якобы не могли произойти в демократических странах, приписывались тоталитарному режиму безусловной жестокости. Тем не менее во время той же самой войны в рамках Манхэттенского проекта в больницах пациентам без их согласия вводили плутоний (это было обнаружено лишь в 1990 г.) для оценки и повышения мер безопасности работников, подвергающихся воздействию радиации и исследования использования плутония для лечения онкологических заболеваний костей. А эксперименты по малярии, которые проводились над заключенными тюрьмы Стейтвилль штата Иллинойс, были аналогичны исследованиям нацистских врачей в концлагерях. В 1946 г Комиссия по атомной энергии (АЕС) приостановила проведение экспериментов по действию радиоизотопов на людей до того момента, когда будут разработаны соответствующие стандарты и одобрено проведение подобных исследований. Среди принятых АЕС стандартов было и «информированное согласие»²². Некоторые исследователи даже рассуждают о проявлении дискриминации в области здравоохранения, когда эксперименты проводились с целью оценки естественного течения сифилиса, большинство участников которых были неграмотными земледельцами (с самого начала исследования рассматривались в качестве классического «исследования природы», а не эксперимента). Если эксперименты проводятся со следующими целями: 1) умалчивание об известном эффективном лечении, 2) экспериментальное лечение, 3) физиологические исследования, 4) исследования для лучшего понимания болезни, 5) **изучение заболеваний техническими средствами**, 6) странные исследования – то их можно определить как исследования неэтичные или сомнительные с этической точки зрения²³. «Опытному исследователю с высокими моральными принципами законы не нужны, а некомпетентному и беспринципному никакие законы не помогут»²⁴, – считал Луи Лазанья.

Некоторые авторы (Моррис Фостер (Morris W.Foster), Дебора Бергстен (Deborah Bergsten), Томас Картер (Thomas H.Carter) указывают на двойственность риска при проведении исследований с людьми, имеющими определенные генетические различия, т. к. именно они становятся основой для дискриминации, расизма, геноцида. Это риск индивидуальный и коллективный. «Для характерных сообществ необходимо принять новые меры защиты от

коллективного риска»²⁵. Они описывают консультации, которые проводили с представителями племени Апачи, и заключенные в результате соглашения по правам на интеллектуальную собственность и распоряжение биологическими образцами. Однако не все согласны с подобной точкой зрения. Так, например, Эрик Юнгст (Eric T. Juengst) считает, что согласие на исследование берется у социально-политической группы, которая может не соответствовать представляющей интерес генетической группе. «Группы людей, которые отобраны, описаны и сравнены в ходе популяционно-геномных исследований, выделение отдельных генетических групп является формой генетического детерминизма, а это почти всегда ключевой шаг к детерминации, расизму»²⁶, геноциду.

Ограничения, существующие в рамках философии науки, необходимы при рассмотрении ядерных разработок. Было воспроизведено ядерное и термоядерное оружие гигантской мощности, военное применение которого может привести к «ядерному омнициду», т. е. полному самоуничтожению человечества. Установка «хочешь мира – готовься к войне» – ошибочна, такая философия смертельно опасна для человечества, и обязанность ученых состоит в убеждении общественного мнения в ее ложности, в этом и их ответственность. Ответственность является морально-нравственным механизмом сдерживания негативных последствий глобальной человеческой деятельности, а также фактором изменения ее содержания, считает А.В.Белов. Такой точки зрения придерживались К.-О.Апель, Г.Йонас, Х.Ленк, Р.Маккион, К.Митчем. Новая степень свободы, которую дает человеку развитие науки и техники, но которая в то же время может привести к разрушению всего живого, выходит за рамки традиционных норм и ценностей, актуализируя тем самым вопрос о масштабах и формах ответственности человечества в мире²⁷. Социальная ответственность – не врожденное качество личности, а обусловленный экономическими условиями процесс рационально-практического отражения личностью обязанностей, исходящих из коренных интересов общества²⁸.

Э.Агацци указывает на то, как важен в оценке рисков человеческий фактор. Поэтому создается впечатление, будто проблема риска может быть поставлена и решена на основании «точных наук», с использованием методов, далеко превосходящих предположительные оценки, основанные на моральных принципах и эти-

ческих теориях. Однако математическая процедура помогает решить проблему только в том случае, если мы вводим корректную информацию. Даже в классической физике, где уравнения дают точные результаты, только наши точные данные о величинах могут привести к решению проблемы²⁹.

Успех в области исследования ядерной энергии заставляет ученых занять более активную, чем в прошлом, позицию, когда можно было отказаться от прямой ответственности за то, как использует открытия человечество. Дискуссии о социальной ответственности ученых и среди ученых стали особенно активно обсуждаться после Второй мировой войны в сборниках Бюллетень ученых-атомщиков (с 1945 г.), Международная Пагуошская конференция (с 1957 г.), Азилмарская конференция и т. д.

Существуют две традиции, касающиеся соотношения науки и общества. «Первая традиция рассматривает эмпирическую науку как внутренне ограниченную форму знания, опирающуюся на более низкий уровень реальности», поэтому она потенциально может вредить обществу. Вторая традиция предполагает, что «наука глубже соотнесена с истиной и поэтому при любых условиях существенно полезна для общества»³⁰. Ответственность ученых – в развитии и распространении данных своих дисциплин. Еще в древности ученые опасались открывать результаты своих исследований широкой общественности. Так, например, Архимед отказывался изложить некоторые свои математические открытия по причине опасности их инженерных приложений и применял их сам только при угрозе военной опасности; Леонардо да Винчи не разглашал чертежи подводной лодки, т. к. она может использоваться как средство разрушения на дне моря из-за злой природы человека; Ф.Бэкон мыслил о том, что могущество знания следует охранять от широких слоев общества; В.Гейзенберг предлагал воздержаться от разработки атомного оружия; Н.Винер принял решение не публиковать работ, которые могут причинить ущерб в руках безответственных милитаристов³¹. Вторая традиция иллюстрируется Галилеем, для которого научное исследование не может подвергаться каким-либо продиктованным извне благоразумным ограничениям. Подобные рассуждения высказывались Ньютоном, Вольтером, Спинозой. Правомерность второй традиции стала подвергаться сомнению после Второй мировой войны, причем если

сначала ученые пытались направить в правильное русло технологию своих открытий, то далее появляется стремление преобразовать внутренний характер самой науки.

Расширяется, по мнению К.Митчема, и отношение ученых к своей ответственности перед обществом. Прежде ответственность ученых входила в рамки научного этиоса. Теперь же, в связи с применением потенциально опасных, разрушительных приложений (например, при использовании ядерной энергии), ответственность ученых расширяется до, как минимум, научной подготовки широкой общественности, способной правильно применить технологические разработки или отказаться от их использования. «Мы убеждены, что дело ответственности ученых всех стран внести свой вклад в образование людей, распространение среди них широкого понимания опасностей и возможностей, предлагаемых беспрецедентным ростом науки»³², – сказано в декларации третьей Пагуошской конференции. Однако с ростом проблем загрязнения окружающей среды стало понятно, что просвещением, запретом гонки вооружений и усилением демократического контроля невозможно достичь контроля над использованиями достижений науки. Возникло движение международного ограничения самой науки. Так, на Азиломарской конференции было заявлено об опасности разработок рекомбинанта молекул ДНК. Ученые предложили предупредить некоторые виды исследований и отказаться от установок на исследование ради исследования, независимо от применения его результатов, на неограниченный поиск истины.

К.Митчем указывает на то³³, что существует два отношения к современной науке: с одной стороны, это вера в гибкость наших социальных институтов, достаточная для того, чтобы использовать добытые наукой знания скорее для блага человечества, чем для нанесения ему вреда; вторая вера в то, что природа, несмотря на то, как мы к ней относимся, не причинит человечеству вреда. Однако сейчас понятно, что ядерная энергетика, вооружения, биологические исследования оставляют природе мало шансов.

Д.Пазетц в своем исследовании «Scientific Knowledge and Its Social Problems» (Научное знание и его социальные проблемы) назвал заменой академической науки критической наукой, а последнюю, в свою очередь, родственной тому, что другие называют наукой, ориентированной на интересы общества³⁴.

Неоднозначно отношение к ответственности. Помимо учебного, занимающегося фундаментальными исследованиями, ответственными в том или ином отношении могли считать себя и инженеры, как главные действующие лица технических изменений, на ком лежит общая ответственность за осуществление технического прогресса на благо человека. Небезосновательны предложения о расширительном толковании ответственности. По мнению К.Митчема, «естественное побуждение расширить толкование гражданского правонарушения возникает в тех случаях, когда понесены потери или причинен вред, но никакое поведение или индивид не могут быть идентифицированы как ответственные за это, поскольку или невозможно доказать наличие злого умысла или халатности, или же можно сослаться на сложность самого действия»³⁵. Соответственно наблюдается стремление к отказу от принципа преднамеренности и переход к системному подходу, анализирующему все действия или бездействия, которые неумышленно привели к какой-либо ситуации. Предполагается, что понятие ответственности может быть искажено, некоторые технологии могут лишить человека ответственности. Так, например, Х.Сколимовски считает: «...проблема ответственности должна рассматриваться нами в неразрывной связи с проблемой техники. Техника, постоянно отстраняя нас от ответственности, перепоручая все экспертам, воплощает в себе торжество зла. Ибо, если все делается за нас, если мы более ни за что не несем ответственности, то нас уже нельзя считать людьми»³⁶. Ответственность является основой статуса человека как духовного существа. Компьютеры завладевают нашими полномочиями и лишают нас ответственности и статуса человека.

Ответственность должна осознаваться всеми: учеными, ведущими фундаментальные исследования, инженерами, осуществляющими технологические разработки, людьми, создающими технику и пользующимися ею. Включение этической составляющей в каждую стадию возникновения и производства от фундаментальных исследований до технических разработок дает человечеству хоть слабую, но надежду на выживание.

Примечания

- 1 Агацци Э. Моральное измерение науки и техники. М., 1998.
- 2 См.: Юдин Б.Г. Этическое измерение современной науки // Этика науки. М., 2007. С. 106.
- 3 Слова С.Л.Яки цит. по: Порус В.Н. Ответственность «двуликого Януса» (наука в ситуации культурного кризиса) // Высшее образование в России. 2005. № 12. С. 101.
- 4 Там же.
- 5 Порус В.Н. Указ. соч. С. 101.
- 6 Герасимова И.А. Эмос науки. Проблема добра и зла // Эмос науки. М., 2008. С. 334.
- 7 Маркузе Г. Эрос и цивилизация. Киев, 1995. С. XXIV.
- 8 Эмануэль, Иезекииль Дж. Этическая и правовая сторона проведения клинических исследований (Ethical and regulatory aspects of clinical research): сборник статей и комментариев / Пер. с англ., под. ред. В.В.Власова. М., 2013. С. 339.
- 9 Там же. С. 339.
- 10 Цит. по: Тищенко П.Д. Феномен биоэтики // Вопр. философии. 1992. № 3. С. 109.
- 11 Там же. С. 104.
- 12 Там же. С. 107.
- 13 Юдин Б.Г. В фокусе исследования – человек: этические регулятивы научного познания // Эмос науки. М., 2008. С. 378.
- 14 Кондрашкина М.М. Моральные и этические проблемы трансплантации органов и тканей и их правовые аспекты: текст лекций. Чебоксары, 2011. С. 4.
- 15 Там же. С. 11.
- 16 См. Памятник Римского права. Законы XII таблиц. Институтция Гая и Дигесты Юстиниана. М., 1997. С. 6.
- 17 Конев А.Н. Морально-правовые проблемы легализации эвтаназии. Н. Новгород, 2011. С. 22.
- 18 Там же. С. 33.
- 19 Там же. С. 55.
- 20 Там же. С. 59.
- 21 Jonas H. Philosophical Reflection on Experiments with Human Subjects // Experimentation with Human Subjects / Ed. by P.A.Freund. George Braziller Inc., 1970. P. 529. Цит. по: Этика науки. М., 2007. С. 107.
- 22 Эмануэль И.Дж. Указ. соч. С. 3.
- 23 Там же. С. 16.
- 24 Louis Lasagna. Some Ethical Problems in Clinical Investigation. Cambridge (Mas.), 1971. P. 109.
- 25 Эмануэль, И.Дж. Указ. соч. С. 297.
- 26 Там же.
- 27 Белов А.В. Социальная ответственность: опыт философского исследования. Волгоград, 2012. С. 44.

- 28 *Панарин И.А.* Психология социальной ответственности лидеров молодежных движений: Автореф. дис... д-ра психол. наук. М., 2010. С. 20.
- 29 *Агацци Э.* Моральное измерение науки и техники. С. 184, 200.
- 30 *Митчем К.* Что такое философия техники? М., 1995. С. 96.
- 31 Там же.
- 32 Там же. С. 99.
- 33 Там же. С. 101.
- 34 *Ravetz J.* Scientific Knowledge and Its Social Problems. N.Y., 1971. P. 424–431.
- 35 *Митчем К.* Указ. соч. С. 93.
- 36 Слова Сколимовски Х. цит. по: *Митчем К.* Указ. соч. С. 121.

В чем сила науки?

Развитие науки стало важнейшим фактором интенсивного обновления всех основных сфер жизнедеятельности человека – и материального производства, и социально-экономических отношений, и духовных устремлений. Усиливающееся воздействие науки на культуру в целом сопровождается повышенным вниманием к вопросам о ее значимости в развитии общества. И среди этих вопросов важнейший, на наш взгляд, вопрос – в чем сила науки?

При анализе подобных вопросов прежде всего отмечается, что наука представляет собою основу грандиозных технических и социальных свершений нашего времени. Наиболее впечатляюще, пожалуй, воздействие науки на развитие материального производства. Именно преобразования в естествознании породили НТР – один из величайших революционных процессов современности. Еще более ощутимой значимость науки в материальном развитии общества становится при анализе перспектив технологического развития общества. Справиться с глобальными проблемами, с которыми столкнулось современное общество, и в частности – с энергетической и экологической, станет возможным, если наука предложит новые технологии для их решения.

Воздействие науки на жизнь общества сказывается не только в преобразованиях технологии. Под прямым воздействием общественных наук – наук об устройстве человеческого общества, его структуре, законах и формах развития – происходят разительные преобразования социального порядка. Многочисленные проблемы

управления, которые остро возникают в развитии современного общества, могут успешно решаться только на научной основе. Сегодня как никогда необходимо сознательное, т. е. научно обоснованное и плановое, развитие человеческой цивилизации. Именно на этом пути возможно успешное решение тех социальных проблем глобального масштаба, с которыми столкнулось современное общество.

Несомненно, именно наука обусловила грандиозное технологическое и социально-экономическое развитие современного общества. Однако, чтобы наука могла воздействовать на технологическое и социально-экономические преобразования общества, она прежде должна была получить определенные результаты, должна была «уметь что-то делать». Соответственно этому, внутренняя сила науки заключена не просто в технологическом и социально-экономическом преобразованиях общественных форм жизни. Важнейший продукт развития науки есть знания. И сила науки связана с непрерывным обогащением нашей информации о внешнем мире и самом человеке. Недаром говорят: знание – сила. Однако, как сказал еще Ф.Бэкон: «...сама по себе ученость не научает, как применять ее: на то есть мудрость особая, высшая, которую приобрести можно только опытом»¹. Наука представляет собой подобную, высшую мудрость применения знаний. На наш взгляд, нами еще недостаточно раскрыто и анализируется, что наука представляет собою особого рода искусство действия. Соответственно этому сила науки заключается в выработке и совершенствовании специальных методов в жизнедеятельности человека. Отсюда и вытекает определение науки как социально-организованного и специализированного вида творческой деятельности человека, направленного на выработку объективно-истинного знания о материальном мире. И как в каждом виде деятельности, здесь важны не только наличные знания, но и выработка особого умения и накопление опыта.

Характеристика науки как особого вида творческой деятельности человека далеко не нова. Рассматривая обобщенным образом историю развития научного познания, В.И.Вернадский указывал, что наиболее ценным результатом этого развития является выработка особого научного мировоззрения, в основе которого «лежит метод научной работы, известное определенное отноше-

ние человека к подлежащему научному изучению явлению»². Важно отметить, что соответственно этому путь раскрытия специфики научной деятельности лежит через анализ ее внутренних особенностей, через анализ ее метода. Методы вообще выражают систему правил и принципов, на основе которых упорядочивается, делается целенаправленной и осмысленной деятельность человека. Соответственно этому в ходе развития познания и выковывались общие представления о научном методе. И сейчас, когда говорят о научном методе, то имеют в виду весьма многое: способы фиксации и выражения фактов, строгую логику фактов, измерения и разработку исследовательских приборов, строгость и систематизированность умозаключений, возможность опытного обоснования любого научного положения, независимость научных суждений от мнений авторитетов, формы выражения знаний, способы абстрагирования и экстраполяции знаний, возможности ошибок и способы их устранения и многое-многое другое.

Научный метод включает практически неисчерпаемое множество оттенков и аспектов. Вместе с тем, рассматривая его внутреннюю структуру, можно и нужно выделить ряд узловых положений, выделить основные и наиболее характерные «блоки». Однако предварительно сделаем некоторые замечания. Понятие научного метода здесь используется в самом широком смысле, как некоторая целостная характеристика научного действия, его особенностей и направленности. В конкретных научных исследованиях говорят о громадном разнообразии методов. Практически каждое самостоятельное научное исследование имеет своеобразие и в научных методах. Вместе с тем каждый из таких конкретных, реальных научных методов имеет нечто общее, что и позволяет их относить к рангу научных. Раскрытие и оценка этого общего и образует характеристику научного метода в целом. Подобное определение научного метода позволяет не только выявить специфику научной деятельности, но и отличить таковую от подделок под науку, от простой веры в необычное и сверхъестественное, что, как недавно высказался А. Мигдал, ныне «стало модой и таким признаком утонченности». При рассмотрении подобных случаев всегда необходимо иметь в виду, что тех, кто серьезно ныне выступает против телепатии, телекинеза, НЛЮ и подобных чудес, интересуют прежде всего вопросы и судьбы критериев научности.

1. Интеллект и метод

Научное исследование, хотя и включает многие действия рутинного характера, есть один из важнейших творческих процессов. И анализ природы научного метода вне оснований творческой деятельности просто немыслим. При изучении процессов творчества, как это представлено в соответствующей обширной литературе, первостепенное внимание обращается на процессы мышления, на действия и активность интеллекта. Ум человека направленно организует все действия человека, включен в его наиболее сильные эмоциональные переживания, а потому весьма естественна посылка: чтобы раскрыть существо научного метода, надо знать в подробностях этот ум. Но здесь следует сразу же сказать, что в изучении интеллекта мы находимся в самом начале пути. Деятельность интеллекта – процесс необычайно сложный, включает неисчерпаемое многообразие аспектов. Многие направления научной деятельности ведут интенсивное накопление соответствующей исходной, первичной информации, но об особенностях и тем более механизмах умственной деятельности человека мы мало что знаем.

В современной литературе, посвященной вопросам научного творчества, прежде всего отмечается, что творческая деятельность интеллекта всегда определенным образом ориентирована, целенаправленна. Умственный процесс, направленный на «получение» нового в науке, имеет своей отправной точкой определенную проблему, которая и задает характер обработки, организации и систематизации относящегося к этой проблеме материала. При этом на начальной стадии поиск возможных решений проблемы опирается на штатные логические приемы. Однако такой кропотливый анализ вскоре приводит интеллект как бы к своеобразному истощению – все более и более становится ясным, что ранее принятые пути, приемы и средства не могут привести имеющийся материал к необходимой самосогласованности. В характере деятельности интеллекта происходят изменения, наступает новый этап. Исходная исследовательская задача как бы отодвигается на второй план. Она не решена, но сделанные усилия дали определенный импульс, привели мозг человека в некоторую напряженность. При описании всех этих процессов довольно часто говорят, что в действие вклю-

чилося подсознание. Результатом конструктивного развития таких процессов является догадка, озарение, инсайт. Соответствующий аспект в деятельности мышления, пожалуй, наиболее окутан покровом таинственности. Тем не менее неправомерно утверждать, что научное открытие происходит просто по наитию, путем своего рода откровения. Озарение есть результат предварительной деятельности, а это означает, что оно, как и случай вообще, идет навстречу тому, кто ищет его не вслепую. Процесс мышления на данном этапе во многом носит интуитивный характер, а инсайт порождает творческий порыв, вдохновение в интеллектуальной деятельности человека. И наконец, начинается независимая проверка новых результатов на истинность, их обоснование, раскрытие их значимости и ценности для других областей деятельности человека. В процессах такого обоснования нового происходит логическая перекомпоновка и уплотнение порою весьма обширных областей знания и в то же время формируются новые подходы и ориентации в дальнейшем движении науки.

Анализ природы мыслительных процессов привел к установлению того, что они носят отражательный характер и что питательной почвой для них является материальная деятельность. Весьма существенно, что в ходе анализа природы мышления происходит выделение таких его компонент, развитие которых в наибольшей степени выражает творческие способности интеллекта. В число этих компонент входят – острота наблюдения, направленность внимания, сила воображения, развитость интуиции, яркость инсайта, независимость суждений, умственная инициатива и способность удивляться. Конечно, деятельность интеллекта носит целостный характер, выделение указанных компонент носит достаточно условный характер, но в то же время через их раскрытие лежит путь познания интеллекта. Так, острота наблюдения непосредственно выражается в дифференцированности ощущений. Люди различаются своими способностями и умением замечать незначительные различия в вещах и в то же время возможность такой дифференцировки существенно зависит от умения целостно представить исследуемый процесс.

Осмысление внутренних механизмов деятельности интеллекта в настоящее время возможно лишь на основе изучения его внешних проявлений, а они необычайно разнообразны и обуслов-

ливаются действием множества факторов. Основные результаты рассматриваемого подхода к анализу творчества приводят к раскрытию предпосылок, условий и форм проявлений творческой деятельности человека. Последнее, конечно, не умаляет значимости данного подхода к рассматриваемой проблематике – его результаты имеют важнейшее значение в плане создания оптимальных условий для развития науки и творчества вообще. В целом же указанный подход к анализу творческой деятельности в своем развитии приводит к проблемам психологии научного творчества. Здесь получены весьма важные результаты, многие из которых непосредственно касаются особенностей становления нового в процессах обучения и приобрели форму своеобразных афоризмов: учить новому не столь уж трудно, гораздо труднее переучивать; не грубые заблуждения, а тонкие неверные теории – вот что тормозит раскрытие научной истины и т. д.

Исследование творческой деятельности интеллекта в связи с анализом природы научного метода представляет, конечно, первостепенную необходимую предпосылку. Однако вполне очевидно, что научное творчество не обладает монополией на интеллект. Научная деятельность может оттачивать или совершенствовать те или иные формы деятельности интеллекта, но последний не менее существенная «основа» всех иных видов жизнедеятельности человека – и в материальном производстве, и в политической деятельности, и в искусстве и т. п. Деятельность интеллекта имманентно включена в процессы научного действия, научного метода, но специфику последним придает нечто другое.

Как известно, становление человека и человеческого общества происходило на базе развития производственной деятельности, в основе которой лежит изготовление специальных орудий и средств труда. Можно вообще сказать, что происхождение специфических видов человеческой деятельности стало возможным в процессе выработки особых орудий деятельности. Человеческая культура стала возможной благодаря этому. Вопрос о значении специально вырабатываемых средств для раскрытия особенностей любых форм деятельности человека был поставлен в истории познания и философии уже давно. Еще на заре становления опытного естествознания Ф.Бэкон писал: «Ни голая рука, ни пре-

доставленный самому себе разум не имеют большой силы. Дело совершается орудиями и вспоможениями, которые нужны разуму не меньше, чем руке. И как орудия руки дают или направляют движение, так и умственные орудия дают разуму указания или предостерегают его»³.

Роль орудий труда в интеллектуальной деятельности послужила основой глубоких исследований в области исторического генезиса высших психических функций человека. «В сфере психологического развития, – писал Л.С.Выготский, – происходит такой же перелом с момента введения в употребление орудий, как и в сфере развития биологического приспособления»⁴. И далее: «...Центральной проблемой при объяснении всех высших форм поведения является проблема средств, с помощью которых человек овладевает процессом собственного поведения»⁵. В основу разработок Л.С.Выготского и была положена идея, что психические процессы у человека изменяются соответственно изменениям характера его практической деятельности. Именно использование орудий и средств, или, как говорят, опосредованное отношение человека к условиям своего существования, обуславливает коренное отличие его психической деятельности от психической деятельности животного. При таком подходе вопросы развития психики человека исследуются с учетом важнейшего значения особых «орудий духовного производства».

Соответственно сказанному можно заключить, что специфику тому или иному виду деятельности придает прежде всего выработка особых орудий этой деятельности и умение пользоваться ими. Отсюда следует, что специфику научной деятельности обуславливает главным образом выработка, совершенствование и применение орудий, средств познания.

Поскольку научное познание имеет, так сказать, и интеллектуальный (сугубо духовный), и материальный аспекты, то можно говорить об интеллектуальных и материальных орудиях познания. В настоящее время широко признано, что процесс познания обеспечивается и закрепляется преобразованиями в средствах исследования. Как сказал Л. де Бройль: «...Наука непрерывно куёт новое материальное и духовное оружие, позволяющее ей преодолевать встающие на пути ее развития трудности, открывать для исследования неразведанные области»⁶.

Проблеме деятельности, анализу ее природы посвящены весьма многие работы. Особенно интенсивно возросли такие исследования в последнее время. При характеристике человеческой деятельности прежде всего отмечается, что она состоит в непрерывном и ориентированном преодолении трудностей или же, как говорят, в непрерывном решении задач. Язык задач, путей, способов и средств их решения широко принят в психологии, плодотворно используется при анализе всех форм поведения человека. «Решение задач, – пишет Д.Пойа, – специфическое достижение разума, разум же – особый дар, которым наделен человек»⁷. По его же словам, «нет ничего более интересного, чем изучение проявлений человеческой деятельности. Наиболее характерными из них являются решение задач, размышление над тем, как можно достичь некоторой определенной цели, придумывание необходимых для этого средств»⁸.

Весьма существенно, что при характеристике человеческой деятельности на языке задач и их решений практически всегда уделяется важнейшее внимание вопросам о средствах действия. Само общее определение задачи, даваемое Д.Пойа, опирается на представления о средствах: «...Задача предполагает необходимость сознательного поиска соответствующего средства для достижения ясно видимой, но непосредственно недоступной цели. Решение задачи означает нахождение этого средства»⁹. Вопросу о средствах решения задач Д.Пойа придает важнейшее значение и для самого определения творческой природы мышления: «Мышление можно назвать продуктивным, если оно приводит к решению данной конкретной задачи; мышление можно назвать творческим, если оно создает средства для решения будущих задач. Чем больше число и чем шире разнообразие задач, к которым применимы созданные средства, тем выше творческий уровень мышления»¹⁰.

Говоря о средствах познания, следует отметить, что при анализе творческого процесса в науке их учет необходим с самого начала. Творчество не есть просто вписывание новых фрагментов в научную картину мира, а есть активная деятельность, включающая выработку и применение средств, направленных на постижение нового. Добавим только, что в состав средств познания включаются и такие, которые являются средствами и в иных видах деятельности. В их число входит уже простой язык. Однако определяющее

значение в характеристике специфики научной деятельности имеет выработка специализированных средств, характерных именно для научного поиска.

2. Математика и приборы как первые специализированные орудия познания

Проблемы научного метода широко обсуждались в период становления опытного естествознания. Уже в эпоху Возрождения было достаточно ясно осознано, что научный метод включает и экспериментальное (опытное) и теоретическое начала. При рассмотрении теоретического начала взоры были обращены на математику; экспериментальное же начало олицетворяют конструирование и применение специальных исследовательских приборов и измерительной техники, о утверждении таких взглядов важнейшую роль сыграли Галилео Галилей и Леонардо да Винчи.

При рассмотрении вопроса о специальных орудиях познания обычно внимание обращают прежде всего на приборы, на экспериментальное начало познания. И это вполне можно оправдать, если учесть, что «в начале было дело». Общая оценка роли и значения экспериментального начала, роли и значимости приборов и измерения в развитии познания достаточно ясна. Эксперимент есть источник знаний, поставщик фактов.

Раскрытие роли и значения эксперимента в развитии познания строится, и вполне справедливо, на его сопоставлении с теорией. Без теоретических предпосылок, которые определенным образом ориентируют постановку эксперимента и определяют формы фиксации его результатов эксперимент невозможен. Однако нередко эксперимент трактуется столь теоретически нагруженным, что все его назначение сводится к тому, чтобы подтверждать или опровергать некоторые теоретические предпосылки и выводы, полученные в результате сугубо интеллектуальных рассуждений. Подобная трактовка роли и значимости эксперимента приводит к потере того основного, что характеризует экспериментальное начало познания. Приборы суть своеобразные «расширители», «удлинители», «обогащители» органов чувств человека. Соответственно этому основное «назначение» эксперимента состоит в том, чтобы обе-

спечивать все более и более тонкое чувственное «зондирование» действительности. И хотя современный эксперимент немислим без теории, без определенных теоретических идей (как, впрочем, и обратно), он имеет самостоятельную ценность. И эта независимая ценность эксперимента выражает тот исходный факт, что познает не просто человек мыслящий, но человек материально-предметно действующий.

Развитие теоретического начала научного метода также характеризуется выработкой мощных орудий исследования. «Теория, – пишет Л. де Бройль, – также должна иметь свои инструменты для того, чтобы получить возможность формулировать свои концепции в строгой форме и строго вывести из них предположения, которые можно было бы точно сравнить с результатами эксперимента; но эти инструменты являются главным образом инструментами интеллектуального порядка, математическими инструментами, если можно так сказать, которые теория постепенно получила благодаря развитию арифметики, геометрии и анализа и которые не перестают множиться и совершенствоваться»¹¹.

Что же обеспечивает математике инструментальный характер? В чем ее ценность? При рассмотрении развитых естественнонаучных теорий, среди которых ведущими являются физические, ясно видно, что математика является основной формой выражения соответствующих закономерностей. Наибольшая ценность математики в развитии познания состоит в том, что на языке ее абстрактных объектов выражается остов, каркас, внутренняя организация наших знаний о соответствующих процессах природы.

При рассмотрении взаимодействия математики с другими отраслями знаний необходимо иметь в виду исторический характер ее предмета. Последнее означает, что в процессе развития познания происходит смена тех математических дисциплин, которые наиболее сильно взаимодействуют с естествознанием. При этом весьма существенно, что математика может заготавливать новые формы «впрок». Пример математизации физики говорит не только том, что определенным физическим теориям соответствует своя математика. Наиболее существенно то, что соответствующие разделы математики в своих основных контурах зачастую возникали независимо и до разработки самих этих теорий; более того, использование данных разделов математики явилось необходимым

условием разработки новых направлений исследования. Математика предвосхищала развитие физики, и в истории физики не раз происходило удивительное совпадение математики с экспериментальной действительностью. И именно в этом предвосхищении проявляется вся сила инструментального характера математики.

Признание этого факта говорит о том, что, хотя понятия математики и являются образами и моделями материального мира, развитие новых математических понятий и представлений далеко не сводится к их выведению из некоторой новой области экспериментальных фактов науки. «Перед тем как началось революционное развитие современной физики, – пишут Н.Бурбаки, – было потрачено немало труда из-за желания во что бы то ни стало заставить математику рождаться из экспериментальных истин; но, с одной стороны, квантовая физика показала, что эта “макроскопическая” интуиция действительности скрывает “микроскопические” явления совсем другой природы, причем для их изучения требуются такие разделы математики, которые, наверное, не были изобретены с целью приложений к экспериментальным наукам, а с другой стороны, аксиоматический метод показал, что “истины”, из которых хотели сделать средоточие математики, являются лишь весьма частным аспектом общих концепций, которые отнюдь не ограничивают свое применение этим частным случаем. В конце концов, это интимное взаимопроникновение... представляется не более чем случайным контактом наук, связи между которыми являются гораздо более скрытыми, чем это казалось “a priori”»¹². Несомненно, причины совпадения весьма глубоки, лежат в самой природе и структуре мира и способов его познания. Внутренняя логика развития математики обеспечивает ее опережающее развитие и во многих направлениях, а реальное движение познания производит определенный отбор из «предложенных» форм.

Приборы и математика явились первыми специализированными орудиями познания. И в настоящее время считается само собой разумеющимся, что математика и эксперимент входят в структуру научного метода. С развитием науки происходит непрерывное совершенствование этих важнейших инструментариев науки. Ныне речь идет не о возможности или необходимости применения математики и приборов в развитии познания – этот вопрос давно и положительно решен; в наши дни реальный и живейший интерес

приобрели вопросы, какую математику следует применять в познании новых явлений? что нового в конструировании приборов и измерительной техники? какие принципиальные изменения происходят в развитии и применении этих уже ставших незаменимыми орудий познания?

Все эти вопросы несомненно весьма интересны, но и крайне трудны. Они открыты в своем решении – обсуждаются разнообразные возможности. Так, при рассмотрении развивающихся разделов физики многие считают особо значимыми топологические методы. При анализе общих перспектив применения математики к познанию материальной действительности зачастую подчеркивается необходимость предварительных качественных преобразований в самой математике. Отмечается, что в математике вплоть до настоящего времени преимущественно разрабатывались концепции непрерывности. Как сказал Н.Н.Моисеев, «хороших методов описания и анализа процессов дискретной природы математика впрямую не заготовила»¹³. Вместе с тем дискретность структуры материальных систем есть одна из определяющих особенностей строения материи. Соответственно этому и встает вопрос об особом математическом инструментарии. «Как ни важны, – продолжает Н.Н.Моисеев, – топологические и алгебраические проблемы математики, идеи теории функций многих комплексных переменных и многих других математических теорий, рожденных в последние десятилетия, основная трудность еще не преодолена – еще не найдены способы описания и анализа дискретных структур. Я думаю, что успехи именно в этой области определяют качественный прорыв в будущее»¹⁴. Признание наличия экспериментального и теоретического начал в научном методе влечет за собою вопрос: а как они соотносятся? Вопрос этот весьма важен для раскрытия природы научного метода. Более того само понимание каждой из этих компонент научного метода возможно лишь в контексте их соотношения. В этой связи иногда встает вопрос о «субординации» этих начал познания, о субординации в смысле «первичности и вторичности». Можно согласиться с Г.Б.Ждановым, который по этому поводу писал, что «скорее уж здесь пригодна аналогия с проблемой “первичности” и “вторичности” (в смысле логического следования) курицы и яйца»¹⁵.

Характер взаимодействия чувственного и теоретического начал научного метода подобен скорее характеру взаимодействия женского и мужского начал в развитии жизни. Экспериментирует человек мыслящий, теоретизирует человек чувствующий. Став на путь подобных сравнений и аналогий, возникают новые вопросы: а как происходит порождение новых, более совершенных форм и каких наследников произвело первое взаимодействие математики и опыта в ходе становления естествознания.

3. Научная теория в структуре научного метода

Постепенное овладение началами научного метода в период Возрождения привело в дальнейшем научное познание к важнейшим достижениям – разработке первых научных теорий как относительно целостных концептуальных систем. Таковыми явилась прежде всего классическая механика Ньютона, а затем классическая термодинамика, классическая электродинамика, теория относительности, квантовая механика.

Разработка первых относительно целостных научных теорий в физико-математическом естествознании есть результат настойчивого применения математики и кропотливого развития эксперимента. Эти важнейшие достижения научного познания оказали существенное обратное воздействие на сам научный метод. Реальные успехи науки содержательным образом обогащают ее инструментарий, ее средства действия – научный метод стал неотделим от научной теории, процессов ее применения и развития. Если стройная теория есть высший результат развития познания тех или иных областей действительности, то истинно научный метод есть теория в действии. Квантовая механика есть не только отражение свойств и закономерностей физических процессов атомного масштаба, но и важнейший метод дальнейшего познания микропроцессов. Генетика есть не только отражение свойств и закономерностей явлений наследственности и изменчивости в развитии живых систем, но и важнейший метод познания глубинных основ жизни. Исторический материализм – важнейший метод познания общественных явлений.

Научные знания всегда характеризовались и характеризуются двумя аспектами. Прежде всего они являются отражением свойств, структуры и закономерностей материального мира. Это определяет основное качество знаний – их истинность. Вместе с тем знания образуют и важнейший компонент научного метода. Выраженные в форме понятий, законов науки, теорий, знаковых систем они представляют основной инструментарий духовной, интеллектуальной вооруженности исследователя. «По существу своему, – пишет И.В.Кузнецов, – научный метод есть не что иное, как подтвержденная опытом теория, обращенная на приобретение нового знания... Именно поэтому научный метод не есть какое-то искусственное, априорно конструируемое условие или предначертание, извне накладываемое на познавательную деятельность. Он представляет собой выражение основного содержания добытого знания, его принципиальных особенностей, закономерностей его собственного развития. Истинность метода есть, таким образом, истинность научной теории, лежащей в его основании, составляющей его душу, его суть»¹⁶ Действенный метод должен быть максимально адекватен исследуемому объекту. Последнее и обеспечивается включением научной теории в структуру научного метода. Анализ включенности ранее добытого знания в процесс развития познания весьма интересен и сложен, ставит ряд важнейших для теории познания проблем. Сюда относятся проблемы экстраполяции известных законов науки на неизведанные области действительности, оснований и условий этой экстраполяции, истинности полученных таким путем выводов, вопросы анализа, оценки и выбора фактов как исходных данных науки.

Любопытно по этим вопросам высказался А.Пуанкаре: «Ученые думают, что существует иерархия фактов и что между ними можно производить правильный выбор; они правы, ибо без этого не было бы науки и надобности в ней»¹⁷. И далее: «Метод именно и есть выбор фактов»¹⁸. Пуанкаре своеобразно понимал природу познания и самих фактов. По этим вопросам с ним можно и нужно спорить. Но он ясно выразил мысль ученых, что наука начинается с выбора фактов. И подобное предпочтение является необходимым на всех уровнях научных исследований – и на эмпирическом и на самом абстрактно-теоретическом. Следует также добавить, что сам выбор фактов осуществляется не просто по наитию, а с помо-

щью определенных интеллектуальных средств: само выражение и сопоставление фактов науки возможно лишь в определенных теоретических формах, в специализированном языке.

Весьма существенно отметить, что в ходе развития науки не только создаются новые научные теории фундаментального порядка, но и изменяются и сами представления о научной теории и ее структуре, сами представления об идеальной форме теории. Философски этот факт был осознан не сразу. Его осознание исторически происходило в процессе дискуссий о полноте новых теорий. Принципиально новые теоретические системы в физике – прежде всего классическая статистическая физика, теория относительности и квантовая механика – в период становления нередко рассматривались как неполные, т. е. как несовершенные и неполноценные в логическом отношении. В ходе дискуссий о полноте физических теорий было признано, что новые физические теории не только не уступают, но и превосходят классические по своей познавательной эффективности, в то же время отличаясь от них по своей структуре.

Обратное воздействие разработки нового класса теорий на научный метод столь значительно, что стали говорить об изменениях в стиле научного мышления. Существующие целостные научные теории по своей внутренней структуре делятся на два класса – на жестко детерминированные и статистические. Соответственно наличию различных классов научных теорий, стали говорить о стиле научного мышления, основанном на принципе жесткой детерминации, и о статистическом, вероятностном стиле мышления. Другими словами, представления о стиле мышления характеризуют такой срез в научном методе, когда характеризуются принципы построения больших концептуальных систем. Изменения в стиле мышления есть такие изменения в научном методе, когда затрагиваются коренные, ведущие формы выражения знаний. Изменения в стиле мышления – это изменения в наших представлениях об идеальной форме научной теории, к построению которой стремится познание наиболее типичных материальных процессов на том или ином историческом этапе его развития. Соответственно этому изменения в стиле мышления ведут к изменениям в исходных представлениях о том, что значит познать и объяснить в науке.

Взаимодействие математики и эксперимента как исходных методов познания породило, повторим, научные теории как концептуальные инструментарии научного познания. Именно на базе таких теоретических систем происходит синтез результатов, получаемых посредством математики и эксперимента. Более того, само развитие математических форм и эксперимента начинает ориентироваться на те обобщающие идеи, которые воплощаются в научной теории. Научный поиск становится более целенаправленным, получает внутреннее содержательное единство, динамизм научного метода начинает все больше определяться динамизмом концептуальных систем.

4. Новая сложность и ЭВМ

Все сказанное выше о научном методе относится прежде всего к истории вопроса – как происходило становление и особенно, обогащение наших представлений о научном методе и его структуре в ходе развития познания. Однако наиболее интересны и сложны события и проблемы сегодняшнего дня. Какие же преобразования в общем методе научного познания происходят в наши дни?

В современной науке наблюдается интенсивный рост экспериментальной, математической и концептуальной оснащенности во всех развивающихся ее областях. Он прежде всего свидетельствует о нарастающей сложности научных проблем. В настоящее время достаточно широко признано, что в наиболее развитых случаях современные исследовательские задачи необычайно сложны уже по самой своей постановке – они требуют учета взаимозависимостей между массой (зачастую сотнями) параметров, причем сами эти зависимости весьма и весьма разнообразны как по форме, так и по относительной значимости. В современной науке практически зарождается новый стиль научного мышления, идущий на смену простому вероятностно-статистическому. Соответственно и говорят о переходе современной науки к познанию очень сложных вероятностных систем, сложных управляющих систем, упорядоченной сложности и т. д. В связи с этим основу современных методов исследования необходимо прежде всего связывать с разработкой средств преодоления и выражения новых видов сложности. И при-

мечательно, что о новых видах сложности, способах ее выражения и упрощения серьезно заговорили потому, что стали вырабатываться действенные методы постижения этой сложности. Возможность становления таких методов обязана появлению и развитию ЭВМ. И именно с вхождением ЭВМ в научные исследования мы связываем наиболее радикальные преобразования в структуре научного метода, происходящие в наше время.

Без применения мощных ЭВМ в настоящее время невозможно представить развитие таких фундаментальных направлений исследования как познание строения материи вглубь, развитие геофизики и проникновение в космос. Вместе с тем значимость ЭВМ выходит далеко за пределы самих научных исследований. Они успешно применяются во всех основных областях жизнедеятельности человека – и в производстве (развитие технологии), и в системах связи, и в процессах управления. Давая принципиальную оценку роли и значения ЭВМ в жизни современного общества, Н.Н.Моисеев пишет: «...только два открытия можно поставить в один ряд с ЭВМ – это огонь и паровая машина. Каждое из этих открытий выводило человечество из тупика, позволяло преодолеть те естественные рубежи, которые ставила ему природа, принципиально революционизировало характер человеческой цивилизации»¹⁹.

Развитие и применение ЭВМ является величайшим и все совершенствующимся орудием, которое создано человеком нашего времени в его стремлении преобразовать окружающий мир. Разработка и применение ЭВМ составляет эпоху в развитии жизнедеятельности человека, и особо – в развитии научного познания. Современный эксперимент принял столь развитые и сложные формы, что необходимо его внутреннее преобразование, чтобы он мог и дальше развиваться.

Происходит активная автоматизация эксперимента и весьма примечательно», что в наиболее сложных и развитых случаях экспериментальные устройства стали работать в сопряжении с ЭВМ. Сегодня практически все исследования в области общей физики и астрономии требуют автоматизации. Значимость ЭВМ в современном эксперименте настолько существенна, что родилась крылатая фраза: современный исследователь рассматривает белковую молекулу «через вычислительную машину» подобно тому, как ранее он рассматривал клетку через микроскоп.

Говоря о значимости ЭВМ в научном познании, следует специально подчеркнуть, что эти процессы не сводятся только к развитию и видоизменению экспериментального начала в научном методе. С разработкой ЭВМ колоссально возросли возможности теоретического анализа в науке. ЭВМ повысили возможности и «разрешающую силу» человеческого мозга, они все более становятся как бы активным участником современного научного поиска. В ходе развития и применения ЭВМ в научных исследованиях происходит совершенствование самих способов и форм теоретического воспроизведения действительности, совершенствование исходного языка теоретического описания действительности. На наш взгляд еще не сделаны надлежащие выводы для методологии познания из того факта, что развитие и применение ЭВМ сопровождаются, дополняются и обуславливаются становлением и развитием нового и обширного комплекса теоретических дисциплин, в число которых входят теория алгоритмов, абстрактная теория автоматов, исследование операций, теория игр, системный анализ и ряд других. Эти дисциплины выражают принципы строения и функционирования ЭВМ, принципы постановки, анализа и решения соответствующих исследовательских задач.

В ходе применений ЭВМ, в ходе становления новых математических дисциплин происходит не просто расширение сферы применения и математики, но происходит переход науки к «строгим формам» познания нового, более сложного класса материальных систем и процессов. Вырабатываются формы и средства все более ориентированные на раскрытие внутренних свойств и структуры сложных и высокоорганизованных систем. Идет интенсивная разработка, экспликация понятий и характеристик, связанных с обогащением и развитием наших представлений об уровнях строения и детерминации сложноорганизованных систем, о высоте их организации, природе внутренней активности, избирательности, целенаправленности и эффективности функционирования. В ходе становления нового комплекса дисциплин и происходит выработка нового видения мира, нового языка науки, более приспособленного для отображения внутренней структуры и динамики материального мира.

Становление существенно новых форм выражения знаний воплощается в разработке идей и методов математического моделирования на базе ЭВМ. Эти принципиально новые формы познания

обеспечивают развитие комплексного подхода в анализе сложных систем, взаимодействие и синтез многих наук. Новые объекты науки ведут к разработке различных направлений системных исследований, особенно системного анализа, который в литературе оценивается как высшая на сегодняшний день форма междисциплинарных исследований. При этом отмечается, что узловой элемент технологии системного анализа – моделирование изучаемых процессов: именно при решении задач моделирования особенно наглядно выступают все общеметодологические, математические, технические, языковые проблемы такого анализа. В частности, только работа с системными моделями, реализованными на мощных ЭВМ, создает базу для выработки того относительно универсального концептуального и языкового аппарата, без которого любой разговор о междисциплинарном подходе обречен остаться простой декларацией.

С развитием ЭВМ непрерывно совершенствуются пути, способы и формы их включенности в научные исследования. Качественно новый этап использования ЭВМ получил распространение после появления ЭВМ нового поколения, в ходе создания которых были существенно упрощены и расширены возможности непосредственного диалога «человек–ЭВМ». Этот новый этап в использовании вычислительной техники связан с широким распространением особого вида машинного эксперимента, получившего название имитационного.

Развитие ЭВМ предъявляет новые требования ко всему процессу организации научных исследований. Ставится задача анализа самого процесса научного исследования в целом, его элементов, структуры, направленности и оптимизации. В научной литературе выделяются и анализируются следующие этапы исследований: формирование цели исследований; поиск и обзор литературы; теоретический анализ и моделирование исследуемого явления с учетом применения и экстраполяции уже добытых знаний; планирование и подготовка эксперимента; управление процессом экспериментирования, проведение измерений; обработка, обобщение и представление экспериментальных данных; интерпретация результатов и формулирование выводов; анализ новых возможностей и перспектив дальнейших исследований,

открывающихся на базе проведенного исследования. Эти этапы в конкретных исследованиях могут перекрываться, повторяться, выполняться параллельно.

Анализ структуры научных исследований становится все более необходимым условием их развития. Знание такой структуры позволит более полно и эффективно «распределить» обязанности и охарактеризовать взаимодействие между человеком и ЭВМ. В настоящее время признается, что многие из рассматриваемых этапов поддаются автоматизации, могут быть в той или иной мере переданы ЭВМ. Действие же исследователя определяет содержание тех этапов исследования, которые заключают в себе наибольший внутренний эвристический заряд: формулирование цели, разработка и выбор модели, интерпретация результатов, определение возможностей и перспектив дальнейших исследований. Конечно, границы подобного разделения труда во много являются размытыми и подвижными. При этом необходимо также иметь в виду, что исследовательский процесс характеризуется определенной целостностью и представляет собой важнейший продукт человеческой культуры со всеми вытекающими отсюда оценками его роли и значимости.

5. Заключение. Диалектика и смысл

Выше были рассмотрены ведущие, наиболее действенные «блочные компоненты» подхода науки к анализу действительности. Современный научный метод немислим без этих компонент, они необходимы в его структуре, но далеко не достаточны. Научный метод, как мы пытались показать, представляет собою весьма развитый вид творческой деятельности человека, с бездной аспектов и оттенков. Понимаемый так метод включает в себя великое множество разнообразных составляющих и элементов: от характеристик, связанных с самоуглубленным анализом внутренних механизмов деятельности человеческого мозга, до параметров, выражающих пути и средства тончайшего воздействия на природные процессы субатомных масштабов. Как неисчерпаемы электрон или атом, так неисчерпаем в своем постижении и научный метод. Вместе с тем научное действие обладает несомненной целостностью, что позволяет человеку активно включаться в это действие,

не осознавая весьма многого и порою даже наиболее существенного из его содержания. Овладев некоторыми из основных компонент метода, включившись в соответствующие коммуникации и сообщества, приобретя определенные навыки и умения, человек может весьма активно и плодотворно проводить исследовательскую деятельность.

Рассмотренные выше составляющие научного метода находятся во взаимодействии, в единстве. Вместе с тем в деятельности человека единство научного действия выражается через представления о смысле. Будучи одним из исходных в характеристике деятельности человека, понятие смысла трудно определяемо средствами самой логики. Оно родственно таким понятиям, как «понять», «объяснить», «осознать». Раскрытие их существа опирается на содержательный анализ действительности. Последний есть анализ действительности на языке свойств материальных объектов и систем, их внутреннего строения и развития, внешних воздействий, их изменений и преобразований. Осмысленность в данном случае означает внутреннюю, отвечающую основным требованиям логики согласованность друг с другом знаний об отдельных объектах и системах и, главное, согласованность таких знаний с особенностями и результатами воздействий человека на окружающий мир, с формами включенности человека в динамику взаимодействий и развития материального мира. Осмысленность далее означает, что наши знания носят не отрывочный, фрагментарный характер, а характеризуются таким внутренним единством, которое позволяет целенаправленно организовывать как материально-практическую деятельность человека, так и само его мышление.

Рассматривая знания с их содержательной стороны, следует сразу же подчеркнуть, что основной материал для содержательно-смыслового анализа действительности дают конкретные, специальные науки. Развитие последних – непрерывное углубление в содержательный анализ и воспроизведение действительности. Основные рассмотренные выше методы (компоненты метода), несмотря на отмечавшуюся их связь с содержательностью, всегда пусты по отношению к более конкретному содержанию, всегда открыты для нового содержания. Математика и ЭВМ проявляют силу и мощь лишь в сопряжении со специальными областями знания. Концептуальные схемы нуждаются в содержательной интерпрета-

ции. Также не имеют познавательной ценности без содержательной интерпретации и данные эксперимента. Интеллект в своем развитии всегда оперирует все новым и новым содержанием – без привлечения конкретного содержания, доставляемыми частными науками, он в науке выдыхается, становится банальным или схоластичным. Из сказанного следует, что содержательно-смысловой аспект знаний также входит в структуру научного подхода к анализу действительности, в структуру научного метода.

Содержательно-смысловой аспект познания непрерывно обогащается, имеет внутренние стимулы к упорядочению и совершенствованию. И исходными здесь являются философские положения. В философии вырабатываются исходные, изначальные представления о мире, его природе и принципах строения и эволюции, о познании, его характере и закономерностях развития, о человеке, его жизненных установках и ценностях. Соответствующие философские положения определяют наиболее широкую стратегию содержательно-смыслового научного действия и упорядочение растущего конкретного материала. Выполняя указанные функции в жизнедеятельности человека, философия также естественным образом включается в структуру научного метода.

Успешно проводить научные исследования в наше время может лишь хорошо обученный интеллект, культура которого ныне составляет величайшее национальное богатство. При этом деятельность интеллекта направлена не только на раскрытие новых явлений, новых свойств и закономерностей материального мира. Обогащение наших знаний о мире – одна сторона вопроса. Творческая активность исследователя не менее значимо проявляется в том, как он владеет интеллектуальными и материальными средствами познания, как он способен их развивать. Вне отношения к средствам познания невозможно раскрыть основы научного мышления. Глубокая внутренняя диалектика творческого процесса в науке состоит во «взаимодействии» содержания истины и путей и средств овладения ее.

Взгляд на научную деятельность как на опосредованную специальными средствами позволяет лучше понять историю развития научного метода и современные особенности его. В структуре научного метода в наше время происходят грандиозные изменения. Если еще в начале прошлого столетия основное «вооружение» ис-

следователя состояло из аппарата математических дисциплин, из средств измерительной техники и приборов и из концептуальных схем научных теорий, то теперь рядом с ученым дополнительно встал «искусственный интеллект», под которым ныне широко понимается ЭВМ, работающая в режиме диалога с исследователем. Искусственный интеллект, включенность ЭВМ в научное познание ныне во все большей степени олицетворяет собою высшие проявления творческой деятельности человека.

Примечания

- 1 *Бэкон Ф.* Соч.: В 2 т. Т. 2. М., 1978. С. 464.
- 2 *Вернадский В.И.* Избр. тр. по истории науки. М., 1981. С. 44.
- 3 *Бэкон Ф.* Соч.: В 2 т. Т. 2. С. 12.
- 4 *Выготский Л.С.* Избр. психол. исслед. М., 1956. С. 7.
Там же. С. 155.
- 6 *Де Бройль Л.* По тропам науки. М., 1962. С. 308.
- 7 *Пойа Д.* Математическое открытие. М., 1970. С. 144.
- 8 Там же.
- 9 Там же. С. 143.
- 10 Там же. С. 274.
- 11 *Де Бройль Л.* Указ. соч. С. 163.
- 12 *Бурбаки Н.* Архитектура математики // Очерки по истории математики. М., 1963. С. 258.
- 13 *Моисеев Н.Н.* Человек – среда – общество. М., 1982. С. 47.
- 14 Там же. С. 48.
- 15 *Жданов Г.Б.* Эксперимент и теория в современном естествознании // Материалистическая диалектика и методы естественных наук. М., 1968. С. 131.
- 16 *Кузнецов И.В.* Преемственность, единство и минимизация знания – фундаментальные черты научного метода // Материалистическая диалектика и методы естественных наук. М., 1968. С. 322–323.
- 17 *Пуанкаре А.* Наука и метод. СПб., 1910. С. 8.
- 18 Там же. С. II.
- 19 *Моисеев Н.Н.* Математика ставит эксперимент. М., 1979. С. 19.

РАЗДЕЛ III.

ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ КАК ОБЪЕКТЫ ФИЛОСОФСКОГО ИСТОЛКОВАНИЯ

С.Н. Жаров

Технология и рациональность (когнитивные и культурно-смысловые аспекты)

Есть понятия, которые с самого начала отсылают мысль к поиску предельных оснований. Таковы общие категории философии. Но есть понятия особого рода. Они неразрывно связаны с феноменами, которые сравнительно поздно обнаружили свою философскую значимость. Таковы техника и технология. Сегодня техника становится проблемой для повседневного опыта и политической мысли, для научного познания и философской рефлексии. Отсюда – характерные особенности ее осмысления: кажущаяся простота предмета – и богатство таящихся в нем смыслов, метафизические глубины – и неизбежная отсылка к утилитарно-практическим контекстам. Чтобы не запутаться в многообразии открывающихся перспектив, прежде всего необходимо ответить на вопрос: какова общая суть техники и технологии?

В общем плане техника есть любой (как вещественный, так и символический) инструментарий, специально предназначенный для достижения поставленных человеком целей¹. Камень, который случайно подняли для того, чтобы забить им гвоздь, не относится к сфере техники, зато в эту сферу включаются камни, систематически используемые (и соответственно подготовленные) для совершения определенных действий. Технология – «логика техники» – есть заданный порядок инструментальных операций. В современном лексиконе *техника* часто выступает как синоним *технологии*. Это в общем правомерно, поскольку предмет становится техническим устройством лишь постольку, поскольку за ним закреплена определенная система операций (технология).

Из сказанного сразу же следует неправомерность отождествления техники лишь с машинами и т. п. Техника и технология царствуют не только в материальном производстве, но и в самом сердце гуманитарной сферы. Показательны сами названия работ: «О технике актера»²; «Трансперсональные состояния и психотехника»³; «Античная драма: технология мастерства»⁴.

Технология и рациональность. Технология есть необходимое измерение мастерства как такового. На это обращал внимание Шпенглер: «...Есть техника льва, перехитрившего газель, есть техника дипломатии, техника управления... <...> При всякой борьбе наличие проблемы предполагает логическую технику. Есть техника живописи, скачек, управления самолетом. Речь идет повсюду не о вещах, но о *целенаправленной деятельности*»⁵. Поскольку технология есть планомерное осуществление цели, то ясно, что существует внутренняя связь техники и рациональности. Если архитектуру называют музыкой, застывшей в камне, то технология – это рациональность, застывшая в инструментальных (вещественных или символических) операциях. Но «музыка в камне» звучит лишь в воображении эстета, в то время как рациональность, выраженная в технологии, явным образом определяет действия человека.

Итак, технология есть инструментально выраженная рациональность. Однако это не значит, что технология всегда связана именно с понятийной рациональностью. Здесь уместно обратиться к введенному М.Вебером понятию *целерациональности*. Оно позволяет преодолеть упрощенную трактовку, когда рациональность рассматривается лишь в связи с понятийными формами⁶. Вебер называет целерациональным такое действие, в котором выбор средств полностью подчинен осуществлению субъективно значимой цели, сколь бы утопической или мистической она ни выглядела со стороны⁷. В этом контексте любая технология есть не что иное, как целерациональность, связанная с систематическим использованием определенного инструментария. А вот связь технологий с понятийной рациональностью – вопрос, требующий самостоятельного обсуждения.

Исходя из этих соображений можно наметить контуры предварительной классификации типов технологии. Для этого необходимо четко представлять себе общий характер любой технологической структуры. Она определяется не столько *элементами*,

сколько своими *измерениями*. Важнейшим измерением технологии является воплощенный в ней *тип рациональности*. Другое измерение связано с *целью*, которая может быть как объективируемой (изменение объективных свойств вещи), так и необъективируемой (например, если речь идет о создании впечатления или инициировании переживания). Но есть и третье, субъектное измерение технологии. В этом измерении технология определяется *типом осуществляющейся в ней субъективности*. Если рассуждать абстрактно, то типов субъективности можно выделить великое множество, однако в данном контексте речь идет о противоположности между *волей* и *внимающей рецептивностью*, между *преобразованием* бытия и *послушанием* у истины бытия (ясно, что в последнем случае речь идет о смысловом бытии, а не бытии как объективной реальности).

Техника и технология как осуществление воли. Субъективность человека может выступать как воля, и тогда речь идет о борьбе и преодолении, победе или поражении. Именно в этом пункте проявляется характерная для философии XX века тенденция – техника и технология обычно рассматриваются как инструменты воли. Этот подход характерен для философии культуры О.Шпенглера, особенно там, где речь идет о культуре Нового времени⁸.

Если рассмотреть последовательность, с которой Шпенглер раскрывает свое понимание техники (работа 1932 г. «Человек и техника»), то получается любопытная картина. Рассмотрение начинается с предельно общих положений (они были процитированы выше), которые не связывают технику ни с одной конкретной культурой. Если ограничиться лишь этими высказываниями, то логически возможными (хотя и не обозначенными самим автором) оказываются самые разные направления последующего развития. Однако дальнейшее изложение подчинено исторической канве. Техника берется лишь в той ее роли и значении, в которых она реализована в развитии западной цивилизации: как инструмент воли и господства, главным образом, как машинная техника: «Мыслят теперь исключительно лошадиными силами»⁹. Царство такой техники выступает как закат западной культуры¹⁰.

В работе 1932 г. Шпенглер одновременно отвечает на два разных вопроса: о судьбе культуры и о сущности техники. Если речь идет о культуре, то он смог увидеть тенденции, многие из которых

обрели полную силу лишь полстолетия спустя. Однако рассуждения Шпенглера при всем их внешнем блеске таят в себе логическую ловушку. Они выносят технике приговор, основанный на рассмотрении лишь одного из возможных (реализованных Западом) путей развития. Но вытекает ли этот путь из метафизической сущности техники как таковой? Шпенглер даже не обсуждает логические возможности других вариантов технического развития, что связано с фаталистичностью его видения истории: «Лишь мечтатели верят в наличие выхода»¹¹.

Если Шпенглер пророчит крах техники вместе с воплощающей ее европейской цивилизацией, то в известной книге Э.Юнгера «Рабочий» (1932), напротив, сделана попытка увидеть связанную с техникой новую цивилизационную перспективу. Однако юнговская философия техники в своих истоках иррациональна, это проект технического осуществления ницшевской воли к власти во всемирном масштабе. Но если у Ницше главным персонажем был индивидуальный сверхчеловек, то Юнгер выводит на сцену своего рода коллективного сверхчеловека, воплощение гештальта *рабочего*. Призыв к тотальному планированию¹² здесь идет рука об руку с провозглашением «независимости от экономического мира»¹³ и примата «власти» над «наукой»¹⁴.

Техника как способ высвобождения смысла. Роль техники и технологии далеко не всегда заключается в реализации воли и господства. Есть культурные традиции, в которых техника (психотехника) служит как раз для избавления от воли (например, в буддизме¹⁵). В качестве субъектного измерения техники здесь выступает открытость человека навстречу сверхличному смыслу, неподвластному прихотям воли. В общефилософском плане эта роль техники подчеркнута Хайдеггером.

В статье «Вопрос о технике» (1954) техника рассматривается как «вид раскрытия потаенности. <...> Человек, строящий дом или корабль или выковывающий жертвенную чашу, выводит про-из-водимое из потаенности...»¹⁶. Это понимание соответствует не только «волевым» технологиям, но той технике, посредством которой художник высвобождает тайную жизнь смысла, скрытую за наличной данностью вещей. Об этом Хайдеггер говорил уже в работе «Исток художественного произведения» (1936). Произведение искусства не просто что-то изображает, оно раскрывает

бесконечную смысловую перспективу, которая меняет наше видение мира и нас самих. «Стоя на месте, храм впервые придает вещам их вид, а людям впервые дарует взгляд на самих себя»¹⁷. Раскрывая все вещи в новом свете, «творение удерживает открытость мира»¹⁸.

Однако, начав с предельно широкого понимания техники, Хайдеггер, далее (подобно Шпенглеру) рассматривает технику в ее специфической роли, как способ тотальной утилизации сущего, превращения его в *постав*. А как быть с миссией открытия потаенности? Ответ Хайдеггера таков: «Как раз в поставе, который грозит втянуть человека в поставляющее производство как в якобы единственный способ раскрытия потаенного... дает о себе знать интимнейшая, нерушимая принадлежность человека к осуществлению истины – при условии, что мы со своей стороны начнем обращать внимание на существо техники»¹⁹. В этом смысле «...существо техники таит в себе... возможные ростки спасительного»²⁰. Такая логика в чем-то сродни рассуждению о том, что здоровье по-настоящему начинаешь ценить лишь в болезни. Тотальная объективация и утилизация пробуждают желание вернуть уходящее в прошлое чувство смысла и подлинности существования. И все же из этой жажды не следует знание реальных путей ее утолнения. Несмотря на «ростки спасительного», путь современной техники – это утверждение бытия как объекта воли и вместе с тем забвение того бытия, которое есть источник смысла; об этом прямо говорит «Письмо о гуманизме» (1947): «Техника есть в своем существе бытийно-историческая судьба покоящейся в забвении истины бытия»²¹.

Чтобы правильно оценить значение хайдеггеровской концепции, следует учесть, что она указывает на две функции техники: 1) **выведение на свет необъективируемого смысла, высвобождение** «просвета бытия», и 2) **выявление и использование объективных форм, утилизация сущего**. Ситуация «забвения бытия» связана не с существом техники как таковой, но лишь со второй ее функцией. Особенно это проявляется там, где техника выступает как царство машин и механизмов. Но разве издержки машинной техники могут отменить прозрения художественного технэ? Правда, здесь вспоминаются удивительные превращения (или извращения?), которые испытывает современное искусство в связи

с постмодернистским отказом от смысла и гармонии. И опять-таки этот отказ имеет своей основой не фатум техники, а кризис самого европейского человека.

До сих пор речь шла главным образом о направлениях, по которым можно исследовать технику в ее связи с рациональностью и культурой. Теперь попытаемся применить изложенные идеи для характеристики конкретных видов *технэ*. Этим термином мы, следуя за Хайдеггером, для краткости будем обозначать технику и технологию, взятые в общем понимании, со стороны своего метафизического существа.

Магия, технология, рациональность. Магия – это царство целерациональности, когда ожидаемым результатом является постижение предначертанной судьбы или, напротив, волевое воздействие на богов. Здесь нет принципиального различения вещественных и символических операций: в магическом мире вещь есть символ скрытой за нею божественной силы, а символ, в свою очередь, удерживает в себе саму душу вещи. Вещественное воздействие неотделимо от обращения к богам, а символические операции воспринимаются как вмешательство в природный порядок. А это значит, что для древних людей не существовало труда в том смысле, как мы понимаем его сегодня. Для современного человека труд заключается в использовании объективных орудий для изменения объективных свойств вещи или ситуации. Первобытный человек, напротив, видел любую ситуацию сквозь призму мифологических смыслов. Первобытный труд по своему смыслу изначально был магической процедурой, а первобытная технология несла в себе не только вещественное, но и магическое измерение. Как отмечает В.М.Розин, смысл «технических» действий состоял в том, чтобы «склонить душу бога... действовать в нужном для человека направлении. <...> ...То, что с современной точки зрения выглядит как... технология, для архаического человека – способ... воздействия на души сакральных существ»²². Магия не влияла на объективные свойства вещей, но она стабилизировала психический мир человека. Магия, отмечает Б.Малиновский, «...обеспечивает примитивного человека... техниками, которые в критические моменты могут послужить... мостами, перебрасываемыми через опасные пропасти»²³; «...она дает человеку возможность... выполнять его жизненно важные

задачи, сохраняя самообладание... в обстоятельствах, которые, не будь магии, полностью деморализовали бы его отчаянием и тревогой...»²⁴.

Конечно, не одной магией жил первобытный человек, однако если речь идет о первых многоступенчатых технологиях, то это прежде всего магические заклятия капризных сил природы. Было бы упрощением считать, что магия – это лишь *применение* знания о божественных силах. Порой дело выглядит так, как если бы само знание о богах вытекало из магического технэ. Характерно замечание А.М.Пятигорского о том, что в ведическом умозрении первично не «знание» о божественных силах, а культ, способ установления живого диалога с богами²⁵. При этом обряды имели целью не только достижение локальных выгод, но прежде всего поддержание космического порядка²⁶. Отсюда – особая ответственность жреца, который должен был строго соблюдать «технологию» обращения к божественным силам²⁷.

Сказанное относится не только к специфически магическим (исполняемых жрецами и шаманами), но и к повседневным трудовым процедурам. Первоначально труд вообще был неотделим от магии. Это хорошо видно на примере земледелия²⁸ и металлургии²⁹.

Для нас важно то, что в первобытном труде доминировала не объективно-утилитарная, а магическая направленность. Отсюда можно выдвинуть гипотезу, объясняющую, почему древний человек начал отдавать свои силы трудоемким операциям (например, первичная обработка руды и т. п.), практическая значимость сначала вовсе не была очевидна. Первоначально эти операции имели смысл магических ритуалов. Поиски нового магического технэ были поисками нового согласия, нового единства человека с грозной и непредсказуемой природой. При этом многие магические процедуры включали в себя и операции с вещами. Поэтому расширение магической обрядности раскрывало перед человеком не только символическую, но и вещественно-энергетическую сторону природы. Человек искал новые способы магического диалога с богами, а попутно обнаруживал полезные свойства вещей, преобразованных в ходе ритуала. Нечто похожее можно видеть в средневековой алхимии, где путь к мистическому философскому камню оборачивался обретением новых объективных технологий, на поиск которых никто не стал бы тратить силы,

если бы не высший смысл алхимического деяния. По выражению В.Л.Рабиновича, путь лежал «от *мистического* освоения вещества к *физическому* его постижению через *физико-мистическое* ощущение этого же вещества»³⁰.

Магическое технэ чуждо понятийной рациональности, однако оно вовлекало человека в практические ситуации, которые вели к появлению объективно значимых технологий.

Гуманитарные технологии и гуманитарная истина. Присутствие технологий в гуманитарном исследовании отнюдь не является новостью. Весь вопрос в том, как соотносится техническое и собственно гуманитарное содержание. Например, филолог, анализируя литературный язык Пушкина, подсчитывает частоту употребляемых им слов. Но отсюда не следует, что арифметика играет ключевую роль в понимании пушкинского творчества. Можно «поверить алгеброй» уже созданную гармонию, но таинство новой художественной гармонии не может возникнуть в сфере «алгебраического» метода. Таков привычный подход к технологиям в гуманитарной сфере. Однако эти соображения справедливы лишь при неявно подразумеваемом условии: имеется в виду техника, обращенная к *предметам*, будь то вещи, или предметные, четко очерченные значения символов. Такая техника бессильна перед сверхрациональным смыслом, выраженным в художественном слове: «Есть речи – значенье темно иль ничтожно, но им без волненья внимать невозможно» (Лермонтов). Однако возможна и техника совершенно иного типа.

Опыт XX в. подарил нам технологии, которые обращены к непредметному содержанию – к смыслам, живущим и действующим без того, чтобы быть представленными в виде понятий и образов. Прежде всего речь идет о способах работы с бессознательным.

В известной мере фрейдовский психоанализ есть не столько теория, сколько рационально выстроенная технология, техника работы с иррациональной сферой психики. Об этом говорит и сам Фрейд: «Психоанализ как науку характеризует не материал, которым он занимается, а техника, при помощи которой он работает. <...> Целью его является... раскрытие бессознательного в душевной жизни»³¹. Психоаналитик обнаруживает связь между осознанной и неосознанной сферами психики и судит о бессознательном, опознавая его замаскированные проявления в осознанной сфере.

Бессознательное раскрывается свои тайны не столько в контексте теоретического осмысления, сколько в практическом применении психоаналитической техники. Показательна ситуация с толкованием сновидений. Описав способы работы с пациентом и его рассказом о сновидениях, Фрейд говорит о своих достижениях как об «особой технике»³² и отмечает: «...абстрактными рассуждениями показать правомерность нашего подхода нелегко. Попробуйте лучше сами проанализировать какое-нибудь сновидение... и вы убедитесь, насколько обоснованна такая практика толкования»³³.

Возможно, секрет успеха фрейдизма заключался в том, что душе западного человека, цепляющегося за свое ускользающее Ratio, была предложена рациональная технология борьбы с обуревающими ее демонами. Технология здесь не есть нечто вспомогательное и внешнее по отношению к пониманию; напротив, понимание и истина (диагноз) здесь осуществляются в сфере технологии.

Психоанализ – далеко не единственный пример царства технологии в гуманитарной сфере. Не менее известный случай – это метод Станиславского в театральной культуре. Сегодня постмодерн приучает нас к возможности любого художественного произвола. Станиславский, напротив, противопоставлял произволу и наигрышу чувство сценической правды. Его знаменитое «Не верю!» рождалось не в «алгебре» анализа, это была органическая душевная реакция на фальшь, в какие бы наряды последняя не рядилась. Но возможна ли техника создания сценической правды, выводящая актера из зависимости от капризов вдохновения? Станиславский считает: не только возможна, но и необходима. Такое технэ не отрицает, а напротив, предполагает творческую роль бессознательного начала. «...Основная задача психотехники: подвести актера к такому самочувствию, при котором в артисте зарождается подсознательный творческий процесс самой органической природы»³⁴. Иначе говоря, роль технологии состоит в том, чтобы научиться сознательно включать бессознательные импульсы творчества.

Несколько упрощая суть дела, можно уподобить технику Станиславского «перевернутой» технике психоанализа. Психоанализ шел от бессознательного к осознанным явлениям, а метод Станиславского заключается в том, чтобы через сознательную работу вызывать идущие из глубины души реакции и состояния.

«...Потратить годы и годы жизни на выработку психотехники, и ты научишься создавать почву для вдохновения. Тогда оно само будет приходить к тебе»³⁵.

Соотношение естественнонаучной теории и технологии как философская проблема. Пожалуй, первым, кто в метафизическом плане поставил проблему соотношения теории и технологии, был Шпенглер. По Шпенглеру, новоевропейская наука «...с самого начала была... служительницей технической воли к власти... Она от начала и до конца является техникой и лишь после – теорией...»³⁶. Нет нужды оспаривать Шпенглера, если речь идет о единстве культурно-смысловых доминант новоевропейского познания и техники. Это единство подчеркивалось уже Ф.Бэконом: «...Два человеческих стремления – к знанию и могуществу – поистине совпадают...»³⁷. Более сложным является вопрос о связи двух типов рациональности – научно-теоретической и технологической. Было бы опрометчиво считать этот вопрос тривиальным лишь исходя из того, что в современные технологии используются научные достижения. Во-первых, «пользовательская» рациональность далеко не всегда связана с пониманием теоретических основ технологии. Шпенглер справедливо иронизировал над прогрессом, породившим новый культурный персонаж. Перед нами «образ современного волшебника – работник, который стоит у распределительного щита с его рубильниками и надписями и... простым движением руки вызывает к существованию колоссальные действия, не имея об их сущности ни малейшего понятия...»³⁸ А во-вторых, даже если речь идет о *понимающем* использовании, логика научной теории будет отличаться от логики техники (т. е. от техно-логии) в силу качественного различия решаемых ими задач. Именно так все выглядит на первый взгляд. И все же подобный взгляд упускает нечто важное, своего рода методологического «слона», не заметного при ориентации на более мелкие детали.

Принципиальное сходство между теорией и технологией (в широком понимании последнего слова) раскрыто в работах Канта. Обыденный лексикон различает теоретическое знание и его применение для воспроизводства тех или иных явлений. У Канта эти два процесса имеют общую основу, ибо сам предмет знания есть продукт конструирования согласно априорным принципам рассудка.

Первое *применение* рассудка есть синтез явлений посредством спонтанно осуществляющейся трансцендентальной способности воображения³⁹. Рациональное схватывание предмета возможно постольку, поскольку чувственность и понятие связаны с помощью *трансцендентального схематизма*, этой своеобразной технологии рассудка. Трансцендентальная схема есть посредник между опытом и рассудком⁴⁰, общий способ, посредством которого воображение доставляет понятию соответствующие ему чувственные образы⁴¹.

Иными словами, теоретическое схватывание предмета у Канта базируется на рациональной технологии синтеза. Слово «технология» здесь является вполне адекватным выражением кантовской мысли, ибо в основе всех фундаментальных понятий лежит способ действия субъекта. «Мы, – пишет Кант, – не можем мыслить линию, не *проводя* ее мысленно, не можем мыслить окружность, не *описывая* ее... Даже само понятие последовательности порождается... движением как действием субъекта (но не как определением объекта)...»⁴² Резюмируя свои идеи в «Opus postumum», Кант скажет: «*Тот, кто хочет познать мир, должен вначале построить его, а именно – в себе самом*»⁴³.

Отсюда следует принципиальный вывод: одно и то же рациональное технэ (трансцендентальный схематизм) лежит в основе теории и всех ее практических применений. Но было бы поспешным выводить отсюда оптимистическое заключение о беспроблемности приложений, если уже имеется общая теория. Здесь самое время вспомнить, что трансцендентальные технологии есть достояние не индивидуальной, а всеобщей субъективности. Спонтанность оформляющего чувственность рассудка говорит о присутствии в нас сверхличной субъективности, которая, однако, не гарантирует нас от глупости индивидуальных решений. Мир задается всеобщим началом, но обустройства его берутся индивиды, влекомые частными целями и желаниями. Талант и гений – эти слова указывают на тех, в ком пламя всеобщей субъективности не заслоняется индивидуальными чертами, а, напротив, находит в последних свое топливо и свой очаг. Редкость гениев и талантов говорит о том, как трудно пробудить в себе то, что составляет наше изначальное достояние. Это справедливо для теоретического мышления. Но та же проблема встает в связи с применением имеющихся теорий.

Чтобы создавать промышленные технологии, нужно распознать точки возможного влияния на ход событий, а для этого нужно увидеть связь явлений глазами имеющейся теории. Порой это оказывается совсем непросто. Как отмечает Е.А.Мамчур, фундаментальные теории не дают рецептов своего применения к сложным физическим феноменам и связанным с ними технологическим разработкам⁴⁴. Но почему так сложно пройти путь от теории к технологическому приложению? Все вышесказанное подводит к двоякому ответу.

С одной стороны, кантовский анализ науки выступает как обоснование технологического оптимизма, ибо *в принципиальном плане* рациональность теории совпадает с рациональностью ее технологического применения. В самом деле, найти новую технологию – значит, разобраться в том схематизме, который связывает теоретическое знание с миром явлений. Как показал Кант, этот схематизм уже присутствует в нашем мышлении.

С другой стороны, присутствие и осознанность – разные вещи. Искомый технологический схематизм изначально прозрачен лишь с позиции всеобщего субъекта, для которого вообще нет *структурного* различия между опытом и рациональностью. Однако практические технологии создаются не спонтанно действующим всеобщим субъектом, а людьми с присущей им индивидуальной и культурно-исторической ограниченностью. При этом человек не всегда осознает даже то содержание, которое уже присутствует в его теоретических понятиях. Чем глубже теория, тем больше в ней скрытого содержания. В качестве такого неявного содержания прежде всего выступает характер связей между теорией и реальностью. Эта проблема раскрывается Кантом в процессе гносеологического осмысления способности суждения⁴⁵.

Способность суждения соотносит созерцание с соответствующим ему понятием. «...Способность суждения есть умение подводить под правила, т. е. различать, подчинено ли нечто данному правилу... или нет»⁴⁶. Здесь мы видим работу трансцендентального субъекта, для которого опыт есть написанная им самим книга, где он с легкостью опознает свой замысел. Однако то, что легко для мирозозидающего субъекта, трудно для индивида, ибо он не вполне осознает осуществляющееся в нем всеобщее начало. Здесь не в силах помочь самая строгая логика, ибо логика связывает между

собой понятия, а способность суждения сопрягает понятие и объект; поэтому «общая логика не содержит и не может содержать никаких предписаний для способности суждения»⁴⁷.

Способность суждения позволяет переходить от абстракций к технологическому схематизму рассудка. Этот схематизм дает нить, внутренним образом сопрягающую теорию и опыт, и эта нить столь же крепка, сколь и таинственна, ибо не высвечивается по первому нашему требованию. В этом вопросе Кант изменяет своему обычному рационально-суховатому стилю изложения и говорит о тайне, связанной с «технологической» стороной теоретического знания: «Этот схематизм нашего рассудка в отношении явлений и их чистой формы есть скрытое в глубине человеческой души искусство, настоящие приемы которого нам вряд ли когда-либо удастся угадать у природы и раскрыть»⁴⁸. Иначе говоря, то, что мы (порой с оттенком снисходительности) именуем сферой приложений и технологий, для Канта в определенном отношении оказывается более сложным, чем мышление, взятое как связь понятий.

Трудность перехода от теории к технике нередко возникает уже на этапе *объяснения* практически значимых явлений. Примером может служить освоение сверхпроводимости. Мы остановимся лишь на одном из эпизодов, а именно – на феноменологической теории сверхпроводимости Гинзбурга – Ландау. История ее создания освещена в Нобелевской лекции В.Л.Гинзбурга⁴⁹. Теория не претендовала на полное объяснение микроскопического механизма сверхпроводимости, но предлагала некую схему описания. В числе некоторых «вводимых руками» параметров эта теория содержала величину e^* , выполняющую роль эффективного заряда. Гинзбург искал значение этой величины на пути сравнения теории с опытом и пришел к выводу, что оно лежит в пределах от $2e$ до $3e$ (e – заряд электрона). Ландау же из принципиальных теоретических соображений полагал, что эффективный заряд есть величина постоянная. А если так, то какой смысл считать его отличным от заряда электрона?

После теории БКШ (Бардина – Купера – Шриффера) стало ясно, что «эффективный заряд» Гинзбурга – Ландау есть не что иное, как заряд электронной пары, а значит, в точности равен $2e$. Гинзбург задним числом упрекает себя за то, что они с Ландау не увидели формальную возможность совместить два своих подхода.

«...Ландау оказался прав в том отношении, что заряд e^* должен быть универсальным, и я оказался прав в том, что он не равен e . Но вот сколь простая, казалось бы, мысль, что оба требования совместимы и $e^* = 2e$, никому не пришла в голову»⁵⁰.

Зададим вопрос – при каких условиях формула $e^* = 2e$ стала бы оправданной для теоретиков, находившихся в описанной ситуации? Если исходить из чисто формальных соображений, то досада Гинзбурга вполне понятна. Однако все меняется, если в силу вступает физический смысл. Физическое истолкование равенства $e^* = 2e$ говорит об объединении двух частиц с одноименным зарядом. Но как это возможно, если исходить из прямого применения теоретических законов? В теории БКШ появление электронных пар стало физически оправданным, поскольку авторы ввели в рассмотрение новый механизм – взаимодействие электронов посредством передачи возбуждений через атомно-молекулярную решетку. При известных условиях это приводит к образованию электронных пар, в которых разнонаправленные спины электронов компенсируют друг друга. Совокупность этих пар подчиняется не ферми-, а бозе-статистике и обладает сверхтекучестью, которая в данном случае проявляется как сверхпроводимость.

Таким образом, чтобы равенство $e^* = 2e$ обрело полноценный теоретический статус, требовалось вывести его из механизма взаимодействия, который определен не только фундаментальными законами, но и конкретным строением рассматриваемой системы. Выяснение этого механизма и составляет основную проблему «применения» основных законов.

Обыденные интуиции «применения» не идут дальше плохого задачника, где дело сводится к тому, чтобы подставить начальные условия в простейшую формулу. В результате применение теории выглядит не более сложным, чем применение красок при выполнении задания «раскрась сам по образцу». В реальных ситуациях, как мы видели, применение означает построение сложных моделей, которые требуют новых физических идей и подходов. «Применяя» фундаментальную теорию, физик не просто извлекает из ее законов новые, пусть и труднодоступные следствия. В сложных ситуациях ему приходится строить новую картину явлений; при этом известные законы дают лишь направление поиска, а сама конструкция является результатом подлинно творческой работы.

И, наконец, еще одно обстоятельство. Обычно, говоря о технологическом применении теории, имеют в виду ее производственное применение, хотя, как уже говорилось, понятие технологии имеет более широкий смысл. На примере объяснения сверхпроводимости мы увидели показательную для современной науки ситуацию, когда практически важное применение фундаментальной теории имеет своим результатом построение другой теории, которая далее уже выступает основой для создания новых технологий (получение сверхпроводимости). «Теоретическое» и «прикладное» здесь не являются жестко заданными полюсами, они, можно сказать, осуществляют себя друг в друге. Теория сама есть осуществление некоторого рационального технэ. В свою очередь, рационально осмысленная вещественная технология может содержать в себе в неявном виде схему будущей теории. Достаточно вспомнить, что термодинамика выросла из рационального объяснения работы тепловых машин.

Таким образом, если не сводить технологии только к «вещественным» действиям, то ясно, что теоретическое мышление неотделимо от технологического и наоборот. Если такое отделение и просматривается, то оно соответствует деградации как теории, так и практикуемых форм технэ. Такая деградация начинается там, где под влиянием утилитарных соображений пытаются обособить сферу технологий (и в том числе техническое образование) от теоретического мышления, убивая тем самым оба эти направления человеческой мысли.

Соотношение технологии и онтологии в теоретической физике: история и современность. Выше мы рассматривали «применение» как переход от теоретических законов к объяснению тех или иных явлений. Но разве сама теория не является «применением» по отношению к фундаментальным принципам, исходя из которых она строится? Такой вопрос встает там, где эти принципы имеют когнитивную и онтологическую самостоятельность, явно предшествуя созданию теории и ее объяснительных моделей. Пожалуй, первым, кто осознал неоднозначность связи исходных принципов и объяснительных моделей, был Декарт.

Современные историко-научные исследования указывают на характерную черту науки XVII в. – пробалилизм, признание принципиальной гипотетичности выдвигаемых объяснительных схем⁵¹.

Например, Декарт видел задачу естествоиспытателя не в достижении безусловной истины, но в выдвижении гипотез, позволяющих «из естественных причин извлекать желаемые следствия»⁵².

И все же мы исказили бы эпистемологическую перспективу, если бы приписали гипотетизм *всей* декартовской системе. Дело в том, что этот гипотетизм не распространяется на умопостигаемые принципы, с которых, собственно, и начинается размышление о природе. «...Существует Бог... а так как он есть источник всех истин, то он не создал нашего разума по природе таким, чтобы последний мог обманываться в суждениях о вещах, воспринятых им наиболее яснейшим и отчетливейшим образом»⁵³. Гипотетизм относится лишь к конкретным объяснительным схемам, к той мысленной технологии, по которой мы воссоздаем механизм явлений в своей голове. Таких мысленных технологий может быть много, ибо мы не знаем, как здесь действовал Творец. Так, согласно Декарту, достоверно, что именно протяжение составляет бесконечно делимую материю тел, однако разум не может собственными силами узнать, как организовано движение частиц этой материи: «...Все тела... состоят из одной и той же материи, бесконечно делимой и действительно разделенной на множество частей... и в мире... сохраняется одно и то же количество движения. Но сколь велики частицы... и какие дуги описывают, мы не смогли подобным же образом установить. Ибо так как Бог может управлять ими бесконечно различными способами, то какие из этих способов им избраны, мы можем постичь только на опыте, но никак не посредством рассуждения»⁵⁴. При этом «технологическая» ограниченность разума не отменяет его изначальной причастности к первым онтологическим истинам: «...Естественный свет, или способность познания, данная нам Богом, ни в коем случае не может коснуться объекта, который не был бы истинным...»⁵⁵.

Если не включать первые онтологические принципы в состав физической теории, а относить их к уровню методологии и картины мира, то теоретическая физика (особенно современная) будет выглядеть по преимуществу технологичной и гипотетичной, выступая как инструментарий для построения постоянно уточняющих друг друга конкретных физических объяснений и моделей⁵⁶. Ее теории уже не имеют прежней жесткости и определенности. «...Квантовая теория поля – это опять не теория в смысле вашего

словаря. Это вроде грамматики, правила конструирования “теорий”, некоторый универсальный язык. В пределах этого языка вы можете строить разные теории, выбирая разные наборы основных полей, лагранжианы, число измерений пространства»⁵⁷. Однако подобного рода гипотетизм сегодня обретает принципиально новый смысл, невозможный в эпоху Декарта.

Полагая, что Бог мог бы творить разными способами, Декарт был уверен, что многообразие этих способов имеет лишь гносеологическое значение, ибо творение единственно и оно уже состоялось. То, что было многовариантным на уровне возможности, стало единственным на уровне результата, просто мы не знаем тот единственный вариант, который выбран Богом. Современная физика, напротив, исходит из онтологии, в основе которой лежит идея множественности Вселенных, рождающихся из флуктуаций вакуума⁵⁸. Различные способы построения моделей оборачиваются разными физическими мирами, которые реализуются в Мультивселенной. «Излишними становятся попытки построить теорию, в которой наблюдаемое состояние Вселенной и наблюдаемые законы взаимодействия элементарных частиц были бы единственно возможными...»⁵⁹, – подчеркивает А.Д.Линде.

Для Декарта неопределенность, связанная с теорией как технологией мысленного построения явлений, выглядела как ограниченность человеческого разума перед лицом Творца. Ведь там, где Бог выбрал лишь одну (и, очевидно, наилучшую) альтернативу, человеческий разум видит множество вариантов. Декарт был по-своему прав, если считать задачей физики объяснение той или иной группы *явлений*. Но все меняется, когда физика берется за объяснение генезиса разных *Вселенных*, в одной из которых мы живем. Сегодня теоретик считает, что разнообразие способов построения теоретических Вселенных приближает его к пониманию многообразия бытия. Если говорить языком декартовской эпохи, то техника построения различных теоретических миров претендует на то, чтобы подражать «космическому творцу», действующему всеми возможными способами сразу. Онтологически значимым оказывается не только наличный мир, но и спектр возможных миров.

Теоретическая техника как способ обновления онтологии в рамках заданных теоретических оснований. Теоретическая техника может порождать новые онтологические образы внутри име-

ющейся теории, не подвергая ревизии ее основания. Мы обычно различаем естественное членение объекта и искусственное разбиение, применяемое в качестве промежуточного вспомогательного метода. Возьмем, например, вписанный в окружность правильный многогранник. Если бесконечно увеличивать число его сторон, то можно считать периметр многогранника некоторым приближением к длине окружности. При этом самый горячий сторонник приближенных методов не рискнет сказать, что последовательность прямых отрезков (граней) и есть суть окружности. Однако теория способна подбрасывать методологам сюрпризы, непредвидимые из абстрактно-общих соображений. Вспомним (по необходимости упрощая изложение), как обрели права теоретического гражданства виртуальные частицы.

Уравнения квантовой теории поля не имеют точного решения. Поэтому необходимо использовать приближенные методы, разлагая функцию взаимодействия (лагранжиан) в ряд по теории возмущений. Ясно, что сам этот ряд (и его дискретность) есть искусственный прием. Но можно так сгруппировать элементы этого ряда, что получившиеся новые члены могут быть истолкованы как отвечающие рождению и уничтожению промежуточных частиц, названных *виртуальными*. Каждому акту рождения и уничтожения виртуальной частицы сопоставляется вершина введенных Р.Фейнманом графических диаграмм. В свою очередь каждой такой вершине соответствует определенная совокупность математических операций. В результате сложнейшие вычисления не только обрели прозрачный физический смысл, но и упростились настолько, что Ю.Швингер (один из создателей квантовой теории поля) с известной долей ревности заметил, что Фейнман «принес квантовую теорию поля в массы»⁶⁰.

Однако язык виртуальных частиц может быть использован лишь при принятии ряда соглашений. Дело в том, что их введение в качестве теоретических объектов связано либо с несохранением энергии⁶¹, либо (при другом способе расчета) с неопределенностью массы. Виртуальные частицы в принципе нельзя обнаружить, так сказать, в самостоятельном виде. А потому возникает парадоксальная методологическая ситуация. Диаграммы Фейнмана возникли как «своеобразный “конструктор”, предназначенный для вычисления квантовых амплитуд из “стандартных деталей”»⁶² (Л.Б.Окунь).

Они, по выражению И.Ю.Кобзарева и Ю.И.Манина, «представляют собой визуализацию расчетной схемы, которая вовсе не претендует на фундаментальность...»⁶³. Но буквально на следующей странице эти же авторы рассуждают уже в противоположном ключе: «Однако именно эта схема оказала решающее влияние на развитие теории в последние десятилетия. Сама возможность ее реализации в применении к тому или иному лагранжиану, так называемая перенормируемость лагранжиана, стала рассматриваться как принцип, руководящий отбором теорий. Связанные с ней расчетные приемы привели к ряду интуитивных образов, которыми физики стали эффективно пользоваться. Один из важнейших образов этого типа – понятие о “виртуальных частицах”...»⁶⁴.

Вывод достаточно очевиден. Фейнмановские диаграммы и связанное с ними понятие о виртуальных частицах составляют не только «технический», но и онтологический язык современной теоретической физики. А это означает, что теоретическая техника вывела новую онтологию из теоретической потаенности; более того, *технологические* операции стали выражением новых *онтологических* образов.

Бытие и технология в мире постмодерна. Развитие техники превращает ее в «неорганическое тело человека» (Маркс). Это означает, что осуществление проектов становится возможным лишь в той мере, в какой человек соотносит свои замыслы с этим новым телом, подчиняя свою жизнь технике. В капиталистическом обществе техника нацелена на утилизацию природы, при этом предмет утилизации становится и сам человек, включая все проявления его жизни. Такова, в общих чертах, суть марксовской концепции отчуждения⁶⁵. Однако Маркс мог видеть далеко не все риски, связанные с техникой. Сегодня можно выделить по крайней мере два способа технического самопорабощения человека.

Первый способ связан с машинным производством, которое стягивает человека в орбиту утилитаризма и вместе с тем пробуждает духовное несогласие с дегуманизацией жизни. Пожалуй, именно в этом несогласии и заявляют о себе те «ростки спасительного», о которых говорил Хайдеггер.

Второй способ технологического самопорабощения человека обнаружил себя сравнительно недавно. Технологии постмодерна лишены той брутальности, которая отличала машинную техни-

ку XIX – первой половины XX в. Однако они таят в себе гораздо большую опасность, ибо основаны на специфическом способе разращения духа.

В эпоху машинного производства техника не претендовала на абсолютную власть, ибо ее осуществление было основано на законах, будь то законы природы или законы разума. Всякий раз, когда технику пытались сделать орудием произвола, она мстила за себя, подобно демону, который ведет к гибели невежественного заклинателя. В этом смысле машинная техника, как и наука, помимо выражения «воли к власти», всегда была связана с признанием тех реальных сил, которые человек может использовать, но которые он не в силах отменить⁶⁶.

Постмодерн принес с собой совершенно новое видение мира. Бытие, тождественное знаку, лишилось права на сопротивление и стало синонимом легкой свободы. На первый план выходит технология произвольных интерпретаций, ставшая устройством нового культурного мира. При этом выигрывает та интерпретация, которая может навязать себя посредством соблазна. Раньше мир завоевывали, теперь его соблазняют. «Соблазнять – значит умирать как реальность и рождаться в виде приманки. При этом попадают на собственную приманку – и попадают в зачарованный мир»⁶⁷. Постмодернистский мир – это мир, целиком и полностью отданный во власть соблазняющих информационных технологий, где сами соблазнители живут в соблазне и иллюзии абсолютной власти.

Однако все имеет свою цену. Вспомним старую истину: всякая власть развращает, а абсолютная власть развращает абсолютно. Постмодерн развращает и обессиливает творческий дух, ибо теперь творчество требует не божественного дара, а квалифицированного маркетинга, позволяющего выдать *что угодно* за *что угодно*. У нового мира нет прежней смысловой прочности, все его крепки признаны условностью, и западный человек постепенно теряет чувство реальности. «Человек ли я? Машина ли я? На эти антропологические вопросы ответа больше нет. <...> Неуверенность... является следствием фальсификации техники бессознательного и техники тела...»⁶⁸, – резюмирует Ж.Бодрийяр.

Однако *бытие* тем и отличается от *текста*, что текст не может дать пинка забывшему об истине интерпретатору, а бытие – может. Мир постмодернистских иллюзий осуществим лишь в той искус-

ственно созданной цивилизационной сфере, которая до поры до времени хранила европейцев от напора «немодернизированных» цивилизаций. Сегодня эта защитная сфера начинает постепенно таять и сжиматься, и ее реальные прорехи пытаются залатать посредством медиа-технологий. Поражение смысла выдает себя за победу свободы, а размывание ценностей – за торжество толерантности и гуманизма. Но, в конечном счете, реальность всегда заявляет о себе, разрушая глянцевые миры искусственных интерпретаций. В этом контексте можно по-новому увидеть значение постмодернизма. Он, по точному замечанию Н.А.Мещеряковой, играет позитивную роль, будучи *предостережением* современному человеку⁶⁹.

Сегодня со всей остротой встает вопрос, по какому пути пойдет развитие западной культуры. Время покажет, будет ли это путь к новому бытию и новой технике, или западный человек будет искать утешение в технологиях самообмана, которые так характерны для умирающих цивилизаций.

Примечания

- ¹ «Если исходить из широкого определения, техника охватывает всякий систематический целенаправленный образ действия, который выходит за пределы неструктурированного элементарного исполнения... Более узкое понятие техники возникает тогда, когда... на первом плане оказываются... конкретные создания реальной техники, посредством которых человек заставляет силы природы служить своим целям» (*Панн Ф.* Перспективы философии техники // Философия техники в ФРГ. М., 1989. С. 78).
- ² *Станиславский К.С., Чехов М.А.* Работа актера над собой. О технике актера. М., 2008.
- ³ *Торчинов Е.А.* Религии мира: Опыт запредельного. Трансперсональные состояния и психотехника. СПб., 1997.
- ⁴ *Ярхо В.Н.* Античная драма: технология мастерства. М., 1990.
- ⁵ *Шпенглер О.* Человек и техника // Культурология. XX век: антология. М., 1995. С. 458. Обратим внимание: используя слово «техника», Шпенглер фактически говорит о *технологии*.
- ⁶ «...Жизнь можно “рационализировать” с весьма различных точек зрения...» (*Вебер М.* Избр. произведения. М., 1990. С. 95).
- ⁷ См.: Там же. С. 495. При этом Вебер подчеркивает: «Субъективно целерационально ориентированное действие и действие, “правильно” ориентированное на то, что объективно значимо (рационально правильно), – в корне различные понятия» (Там же. С. 501).

- ⁸ См.: *Шпенглер О.* Закат Европы. Т. 2. М., 1998. С. 313; *Шпенглер О.* Человек и техника // Культурология. XX век: антология. М., 1995. С. 463, 482–483.
- ⁹ *Шпенглер О.* Человек и техника... С. 488.
- ¹⁰ См.: Там же. С. 489–492.
- ¹¹ Там же. С. 492.
- ¹² *Юнгер Э.* Рабочий: господство и гештальт. Тотальная мобилизация. О боли. СПб., 2000. С. 429.
- ¹³ Там же. С. 83.
- ¹⁴ Там же. С. 434. Это относится и к гуманитарной сфере. «Рабочий более не имеет никакого отношения к культурной деятельности, достигающей своего пика в культе гения... Оформление мира работы, высшей целью которого станет оформление пространства, требует критериев иного рода» (Там же. С. 428.
- ¹⁵ «Он отказался от гордости и лишен желаний. Такому даже боги завидуют» (Дхаммапада, VII, 94. СПб., 1993. С. 79).
- ¹⁶ *Хайдеггер М.* Вопрос о технике // *Хайдеггер М.* Время и бытие: Ст. и выступления. М., 1993. С. 225.
- ¹⁷ *Хайдеггер М.* Исток художественного творения: Избр. работы разных лет. М., 2008. С. 141.
- ¹⁸ Там же. С. 145.
- ¹⁹ *Хайдеггер М.* Вопрос о технике... С. 236.
- ²⁰ Там же.
- ²¹ *Хайдеггер М.* Письмо о гуманизме // *Хайдеггер М.* Время и бытие: Статьи и выступления. М., 1993. С. 207.
- ²² *Розин В.М.* Формирование и эволюция техники в культуре // *Философия техники: история и современность.* М., 1997. С. 80.
- ²³ *Малиновский Б.* Магия, наука и религия. М., 1998. С. 89.
- ²⁴ Там же. С. 136–137.
- ²⁵ См.: *Пятигорский А.М.* «Знание» как «знак личности» в духовной культуре Древней Индии // Уч. зап. Тартуск. гос. ун-та. Тр. по востоковедению. Тарту, 1973. Вып. II. С. 220.
- ²⁶ См.: *Эшаде М.* История веры и религиозных идей: В 3 т. М., 2002. Т. 1. С. 202–203.
- ²⁷ Этот момент подчеркнут Е.Н.Молодцовой: *Молодцова Е.Н.* Естественнонаучные представления эпохи Вед и Упанишад // *Очерки истории естественнонаучных знаний в древности.* М., 1982. С. 141.
- ²⁸ См.: *Фрэзер Дж.Дж.* Золотая ветвь: исследование магии и религии. 2-е изд. М., 1983. Гл. XI, XLV, XXXIX.
- ²⁹ См., напр.: *Blakely S.* Myth, Ritual and Metallurgy in Ancient Greece and Recent Africa. Cambridge, 2006. (Обзор этой книги см.: [http://www. antiquityofman. com/ Blakely_ review.pdf](http://www.antiquityofman.com/Blakely_review.pdf)); *Taylor T.* The Artificial Ape: How Technology Changed the Course of Human Evolution. Palgrave Macmillan (Academic), 2010.
- ³⁰ *Рабинович В.Л.* Алхимия как феномен средневековой культуры. М., 1979. С. 295.
- ³¹ *Фрейд З.* Введение в психоанализ: Лекции. 2-е изд. М., 1991. С. 248.
- ³² Там же. С. 303.
- ³³ Там же. С. 305.

- 34 Станиславский К.С. Работа актера над собой // Станиславский К.С., Чехов М.А. Работа актера над собой. О технике актера. М., 2008. С. 346.
- 35 Станиславский К.С. Работа актера над собой... С. 366.
- 36 Шпенглер О. Закат Европы. Т. 2.. С. 313.
- 37 Бэкон Ф. Соч.: В 2 т. 2-е изд., испр. и доп. Т. 1. М., 1977. С. 79.
- 38 Шпенглер О. Закат Европы. Т. 2. С. 530.
- 39 См.: «...Воображение есть способность а priori определять чувственность, и его синтез созерцаний *сообразно категориям* должен быть трансцендентальным синтезом *способности воображения*; это есть действие рассудка на чувственность и первое применение его» (Кант И. Критика чистого разума. М., 1994. С. 110).
- 40 «...Возникает вопрос, как возможно подведение созерцаний под чистые рассудочные понятия, т. е. применение категорий к явлениям... <...> Ясно, что должно существовать нечто третье, однородное, с одной стороны, с категориями, а с другой – с явлениями и делающее возможным применение категорий к явлениям. <...> Именно такова *трансцендентальная схема*» (Там же. С. 123).
- 41 «...Представление об общем способе, каким воображение доставляет понятие образ, я называю схемой этого понятия» (Там же. С. 124).
- 42 Там же. С. 112.
- 43 Кант И. Из рукописного наследия: (Материалы к «Критике чистого разума». Opus postumum). М., 2000. С. 551.
- 44 См.: Мамчур Е.А. Фундаментальная наука и современные технологии // Вопр. философии. 2011. № 3. С. 85–86.
- 45 Речь идет о способности суждения, рассматриваемой в «Критике чистого разума». Мы не касаемся эстетических проблем, поставленных в «Критике способности суждения».
- 46 Кант И. Критика чистого разума. С. 120.
- 47 Там же. С. 120–121.
- 48 Там же. С. 125.
- 49 См.: Гинзбург В.Л. О сверхпроводимости и сверхтекучести (что мне удалось сделать, а что не удалось), а также о «физическом минимуме» на начало XXI века (Нобелевская лекция) // Успехи физ. наук. 2004. Т. 174. № 11. С. 1243.
- 50 Там же.
- 51 В отечественной литературе эта особенность исследовалась в работах Л.М.Косаревой. См.: Косарева Л.М. Рождение науки Нового времени из духа культуры. М., 1997. С. 172–174, 191 и др.
- 52 Декарт Р. Первоначала философии // Декарт Р. Соч.: В 2 т. Т. 1. М., 1989. С. 390.
- 53 Там же. С. 306.
- 54 Там же. С. 391.
- 55 Там же. С. 326.
- 56 Этот подход развивается в кн.: Липкин А.И. Основания современного естествознания: Модельный взгляд на физику, синергетику, химию. М., 2001.
- 57 Кобзарев И.Ю., Манин Ю.И. Элементарные частицы: Диалоги физика и математика. М., 1997. С. 49.

- 58 Философский анализ этой идеи и связанной с нею новой рациональности см. в работе: *Жаров С.Н., Мецзякова Н.А.* Современная космология: у истоков новой рациональности // Современная космология: философские горизонты. М., 2011. С. 141–137.
- 59 *Линде А.Д.* Физика элементарных частиц и инфляционная космология. М., 1990. С. 60.
- 60 Цит. по: *Зи Э.* Квантовая теория поля в двух словах. М., 2009. С. 49.
- 61 В конечном итоге закон сохранения энергии не нарушается, поскольку имеет место соотношение неопределенности $DE \cdot Dt \sim \hbar$. Время взаимодействия Dt столь коротко, что, неопределенность энергии достаточна для того чтобы на короткий миг «дать жизнь» виртуальной частице.
- 62 *Окунь Л.Б.* Азы физики: Очень краткий путеводитель. М., 2012. С. 47–48.
- 63 *Кобзарев И.Ю., Манин Ю.И.* Элементарные частицы: Диалоги физика и математика. М., 1997. С. 102.
- 64 Там же. С. 103.
- 65 См. *Маркс К.* Экономическо-философские рукописи 1844 г. // *Маркс К., Энгельс Ф.* Соч. Т. 42. С. 86–127.
- 66 Об этом писал Н.А.Бердяев: «...В науке – победа через приспособление, через приведение себя в соответствие с данным, навязанным по необходимости» (*Бердяев Н.А.* Философия свободы. Смысл творчества. М., 1989. С. 269).
- 67 *Бодрийяр Ж.* Соблазн. М., 2000. С. 131.
- 68 *Бодрийяр Ж.* Прозрачность Зла. М., 2000. С. 85.
- 69 *Мецзякова Н.А.* Человек в просвете бытия: Очерки философской антропологии. Воронеж, 2012. С. 105.

**О сущности техники: экзистенциальный постав
Мартина Хайдеггера, фундаментальная
онтология и фундаментальная наука**

В статье ставится задача выяснить, может ли фундаментальная онтология Хайдеггера служить опорой для понимания того, что принято называть фундаментальной наукой. Оценка, решение этой задачи требует сопоставления фундаментальной онтологии с чем-то другим, имеющим к ней отношение. Ставя в центр внимания вопрос о сущности техники, мы попытаемся, воспользовавшись тематикой этого вопроса, добиться большей ясности в постижении сущности фундаментальной онтологии. Полезно тут будет также представить сравнительный анализ отношения хайдеггеровской философии техники к другим вариантам подобной философии. В частности, мы воспользуемся материалами книги Карла Митчема «Что такое философия техники?»¹.

Современная фундаментальная наука не может, не должна проходить мимо той проблемы, которая связана с техническим опустыниванием Земной среды, в естественных условиях которой обитает человек. В предисловии к книге Хайдеггера «Что зовётся мышлением?»². Олег Матвейчев напрямую соотнёс вопрос о сущности техники с вопросом о том, что действительно зовётся мышлением. Читателю, открывшему хотя бы первую страницу этой книги, надо было бы понять, что он держит в своих руках, по убеждению автора предисловия, уникальную книгу. Ведь это последняя книга, изданная при жизни великого философа Запада и, возможно, первого философа ««нового начала» нашей истории»³. На первый взгляд, пишет Матвейчев, в книге речь идёт об обсуж-

дении сугубо философской, далёкой и вечной проблемы – «что зовётся мышлением?». Люди привыкли «не грузить» себя такими вопросами: всё равно их не удастся разрешить, пусть уж этим философы занимаются, всех остальных это напрямую не касается. Да и срочности никакой нет: тысячелетиями над этим думали, ничего страшного не случится, если усвоение человечеством содержания книги с таким названием произойдёт ещё через век – другой. Однако рассуждение такого рода верно с точностью до наоборот. «На самом деле Хайдеггер писал книгу актуальную, считал, что написанное в ней прямо касается всех и каждого и, главное, её содержание есть критически важная, срочная весть, необходимая для спасения человечества от смерти»⁴.

Соглашаясь с приведёнными здесь суждениями Матвейчева, я замечу, что читатель должен быть как-то подготовлен к непростому чтению как данной книги Хайдеггера «Что зовётся мышлением?», так и других его книг и статей. Такой подготовительной работой озабочена и наша статья.

Итак, начнём изложение вопроса о сущности техники в том плане, как он представлен большей частью в одноименной статье Хайдеггера⁵. Статья эта, надо сказать, вбирает в себя в сжатой форме основные положения всей его фундаментальной онтологии. Хайдеггер соотносит поставленный вопрос с бытием человека, с его исторической судьбой. Но в чём состоит специфика его постановки? В глазах читателя, не знакомого или мало знакомого вообще с хайдеггеровской философией, заявление автора о том, что сущность или существо техники выражается посторонним термином *постав* (*Gestell*), приобретает какой-то иррациональный оттенок. Поэтому здесь как раз уместно будет сделать сразу несколько предварительных пояснений для тех, кто принимает на веру заявления отдельных представителей философского сообщества о том, что хайдеггеровская фундаментальная онтология в целом имеет иррациональный или антинаучный характер.

Дело в том, что Хайдеггер, помимо того способа мышления, который выставляет требование мыслить (технически) *правильно*, указывает на другой мыслительный способ, на тот, в котором ставится задача мыслить *истинно*. Сопоставляя между собой *правильность* и *истинность*, автор в связи с этим указывает, что в рамках его фундаментальной онтологии термин сущность (*Wesen*)

имеет (приобретает) соответственно двойной смысл. Тот смысл, который ставится в один ряд с истинностью, в переводе на русский язык выражается термином *существо*. Автор разъясняет, в чём состоит различие между «сущностью» и «существом». Обычно, пишет он, «сущностью» называется то, что есть вещь. Например, то, что присуще всем видам деревьев (дубу, буку, берёзе, сосне) есть одна и та же древесность. Под неё как под общий род, «универсальное», подпадают все действительные и возможные деревья. Но существо техники, которое в фундаментальной онтологии соотносится с термином *постав*, выставляет себя как нечто принципиально иное. Если бы было верно, что постав имеет смысл общего рода всего технического, тогда паровую турбину, радиопередатчик, циклотрон и пр. мы отнесли бы к поставу. «Однако слово “постав”, – указывает он, – означает у нас не прибор, и не какое бы то ни было устройство. Тем более под ним не подразумевается обобщённое понятие подобных устройств. Машины и аппараты – так же не образчики и не виды постава, как оператор у пульта управления или инженер в конструкторском бюро. Всё это – каждый раз по-своему – принадлежит поставу как составная часть, как состоящее-в-наличии, как поставленный на производственное место работник; однако постав есть существо техники никак не в смысле родового понятия»⁶.

Постав относится к тому, что Хайдеггер называет экзистенциалами. Чтобы подчеркнуть эту особенность постава, я и указал на неё в заголовке статьи, присоединив к данному термину прилагательное «экзистенциальный». *Экзистенциальное* противопоставляется у Хайдеггера *категориальному*. Слово «категория» в его нынешнем употреблении, говорит он, означает класс или группу, куда попадают определённые вещи. А постав входит в область аналитики вот-бытия (*Dasein*) и поэтому требует понимания того, что значит экзистенция вот-бытия, что значит, что человек экзистирует как *Dasein*. В «*Бытии и времени*», отмечает автор, он пытался выявить специфически бытийные характеристики *Dasein qua Dasein* в сравнении с бытийными характеристиками того, что несоразмерно *Dasein*, например, природы, и потому назвал эти специфические характеристики *экзистенциалами*. «Если говорить более формально, то *Dasein*-аналитика как экзистенциальная аналитика *Dasein* является некоторого рода онтологией. Поскольку это онтология,

которая подготавливает фундаментальный вопрос о бытии как бытии, то это фундаментальная онтология. Из этого ещё раз становится ясным, сколь превратно толкование тех, кто понимает Бытие и время как некоторую антропологию»⁷. (Далее термин «бытие» как термин, обозначающий бытие в хайдеггеровском смысле, в смысле *Sein*, мы будем писать с большой буквы).

Читая «Вопрос о технике», нетрудно убедиться в том, что он, как уже было сказано выше, затрагивает все основные положения фундаментальной онтологии. Поэтому чтобы донести до читателя всю глубину и неординарность хайдеггеровского сказа о технике, полезно будет воспользоваться теми разъяснениями этих положений, которые даёт сам автор. Вопрос о технике есть, с одной стороны, вопрос об отношении сущего к Бытию (*Sein*), с другой стороны, вопрос об отношении к Бытию вот-бытия (*Dasein*). Хайдеггер разъясняет, почему в *Бытии и времени* речь идёт именно о *Dasein*, а не просто о *человеческом бытии* в том смысле, как его принято понимать в Западной метафизике. «Причина в том, – указывает он, – что в *Бытии и времени* всё определяет вопрос о бытии, то есть вопрос о том, насколько бытие (присутствие) обладает открываемостью во времени»⁸. Вот эта открываемость во времени, непотаённости, представляет собой *истину* в отличие от *правильности*. Постав в этом свете есть то же самое, что открывается во времени. (Хайдеггер утверждает: «Существо современной техники таится в поставе. Последний повинует миссии раскрытия потаённости. Эти фразы говорят нечто другое, чем часто слышимые речи о технике как судьбе нашей эпохи, где судьба означает неизбежность неотвратимого хода вещей»⁹). Только время рассматривается не на онтическом уровне (на уровне сущего), а на онтологическом уровне, на уровне Бытия (*Sein*).

Такое время Хайдеггер называет *историческим* в отличие от времени механически-нивелированного, с которым имеют дело на уровне сущего. Механически-нивелированное время, заметим попутно, есть как раз время технического оснащения. Но у нас то речь пока идёт о времени, соотносимом с Бытием. И тут надо понять следующий важнейший аспект хайдеггеровской фундаментальной онтологии. До Хайдеггера были попытки построить идеальный мир бытия, возвышающийся над сущим. Для примера можно указать идеальный мир идей, или эйдосов, Платона. Но это

был мир вечных, неизменных сущностей. Хайдеггер же заставил их жить во времени, если позволительно будет так высказаться, несколько огрубляя существо дела. Сам он разъясняет: «Время, которое должно определяться исходя из вопроса о бытии, нельзя понять с помощью того традиционного понятия о времени, которое было основополагающе развёрнуто Аристотелем в четвёртой книге *Физики*. В философии, начиная с Аристотеля, время понималось исходя из бытия в смысле присутствия “теперь” (*Anwesenheit des Jetzt*), а не бытие понималось исходя из времени»¹⁰.

Традиционная картина мира была весьма сомнительной, хотя этого и не замечали. Сомнительной в том смысле, что бытию придавалось значение присутствия, но присутствие соотносилось с постоянно исчезающим «теперь». Согласно привычному пониманию бытия, замечает Хайдеггер, таковое мыслится как присутствии (*Anwesenheit*). Стало быть, присутствующее означает то же самое, что и настоящее (*gegenwärtig*). Но настоящее во времени – это всегда только «сейчас». С точки зрения присутствия в настоящем, развивает он свою мысль дальше, «только что» и «сразу» – это «больше *не*» и «ещё *не*». В таком случае возникает вопрос: у прошлого и будущего есть бытие или оно (пустое) «ничто»? Прошлое и будущее, отвечает он на данный вопрос, только тогда равноценно «ничто», когда бытие, экзистирование, ограничивают присутствием в качестве настоящего. С другой стороны, если, скажем, я вступаю (*tarre*) в «ничто», могу ли я с привычным пониманием бытия как присутствия постичь бытие времени? Нет, заявляет Хайдеггер. Бытие как присутствие (настоящее) определяется временем и временем даруется¹¹. А Бытие вообще соотносится со всеми тремя измерениями (исторического) времени¹², правда с одной оговоркой: если речь идёт о модусе прошлого, то в нём надо различать два рода событий, одни из которых Хайдеггер называет *прошедшими*, другие – *бывшими*. Относительно бывших событий нельзя сказать, что они канули в лету. «Здесь, – пишет Хайдеггер, – обнаруживается разница между прошедшим (*Vergangen*) и бывшим (*Gewesen*). Размышление о бывшем как всё ещё сущностно сбывающемся (*das Wesende*) и всё ещё определяющемся настоящее и будущее – это не просто сохранение. Сохранение – это слишком примитивно. <...>. Настоящее разбирается с бывшим относительно будущего»¹³.

Разбор настоящего с будущим означает, что бывшие события перебрасываются в будущее и тем самым определяют специфику настоящего. Такой ход мысли немецкого философа можно понять только при условии, что мы понимаем, что собою представляет вот-бытие (*Dasein*) как экзистенция человека. Тут в рассмотрении вводятся термины *каузальность* и *мотивация*. Каузальность как идея относится к обозначению бытийной структуры природы. «Мотивация касается экзистенции человека в мире как действующего претерпевающего существа»¹⁴. Сравнивая каузальность с мотивацией, Хайдеггер замечает, что мотив является побудительной причиной человеческих поступков, каузальность же представляет собой побудительную причину последовательностей в природных процессах. В природных процессах – значит в сущем. В обоих случаях побудительные причины связаны с временем, но если во втором случае побудительная причина располагается во времени позади следствия, то в первом случае всё обстоит иначе. Выход за рамки причинности приводит к тому, что человека приходится рассматривать не просто как одно из проявлений сущего. Человек, по мысли Хайдеггера, стоит в просвете Бытия, что и отражено в концепции *Dasein*. **Стояние-в-открытости (des) Dasein, утверждает он, есть выстаивание (Ausstehen) просвета.** «Просвет и *Dasein* с самого начала вместе, они принадлежат друг другу. Единство, определяющее это «вместе», – событие (*Ereignis*)»¹⁵.

Событие (*Ereignis*), **насколько я смог постичь хайдеггеровскую фундаментальную онтологию, имеет у него двоякий смысл.** Во-первых, это – со-бытие (совместное бытие) человека с Бытием, т. к. речь здесь идёт о просвете *Бытия*. Во-вторых, событие есть экзистенциальное событие в исторической судьбе человечества в том отношении, что пришло время открыть человечеству глаза на ту тенденцию в его развитии, которая характеризуется забвением Бытия. С этой тенденцией как раз и связано судьбоносное значение технического прогресса.

Развёртывание сюжета в «Вопросе о технике» начинается с утверждений о том, что техника – не то же, что сущность техники. Точно так же и сущность техники не есть что-то техническое. Отвергаются такие прежние суждения о технике, как: «техника есть некоторое средство для достижения поставленных целей» и «техника есть известного рода человеческая деятельность». Сущность

техники обнаруживает себя в раскрытии потаённого. После всего вышесказанного нет необходимости добавлять, что такое раскрытие происходит во времени, за него отвечает время. Специфика же выведения техники из потаённости состоит в том, что оно носит «характер предоставления в смысле добывающего производства». Добывающее производство есть не что иное, как добыча энергии: таящаяся в природе энергия извлекается, извлечённое перерабатывается, переработанное накапливается. При этом используется установка на дальнейшее поставляющее производство. Всё, что таким образом поставлено, автор называет «состоянием-в-наличии». А состояние в наличии, говорится в «Вопросе о технике» уже не противостоит нам как предмет в его объективной реальности¹⁶. За этим столь странным с виду утверждением скрывается то обстоятельство, что человек сам есть результат раскрытия потаённого. «Когда бы человек ни раскрывал свой взор и слух, своё сердце, – пишет Хайдеггер, – как бы ни отдавался мысли и порыву, искусству и труду, мольбе и благодарности, он всегда с самого начала видит себя вошедшим в круг непотаённого, чья непотаённость уже осуществилась, коль скоро вызвала человека на соразмерные ему способы открытия»¹⁷.

Здесь не должно ввести в заблуждение выражение «соразмерные человеку способы открытия». Сущность техники, называемая поставом, есть, в отличие от человека, то раскрытие, в ходе которого природа предстаёт как *рассчитываемая* система сил и воздействий. Этот технически правильный расчёт представляет собой опасность в том смысле, что из-за его успешности среди *правильного* ускользает *истинное*. Вот как автор описывает эту опасность, перед которой мы и стоим вместе с современной техникой: «Каким бы образом ни правила миссия раскрытия потаённого, непотаённость, в которой так или иначе являет себя всё существующее, таит в себе ту угрозу, что человек проглядит непотаённое и перетолкует его. Так там, где всё присутствующее предстаёт в свете причинно-следственных взаимодействий, даже Бог может утратить для представления всё святое и высокое, всё таинственное своего далека. В свете причинности Бог может скатиться до роли причины, до *causa efficiens*. Тогда он даже внутри богословия станет Богом философов – тех, которые определяют всякую открытость и потаённость исходя из действующей причины, иногда при этом не задумываясь о сущностном источнике самой причинности»¹⁸.

Сам постав – тот захватывающий вызов, который сосредотачивает человека на поставлении всего, что выходит из потаённости в качестве состоящего-в-наличии – не является ничем техническим. Власть постава отвечает судьбе исторического бытия. Опасность его состоит в том, что человек втягивается в исследование и разработку тех вещей, которые оцениваются в своём раскрытии посредством его (постав) меры. Тем самым закрывается другая возможность – возможность того, что человек будет глубже вникать в сущность непотаённого вообще и своей собственной непотаённости в особенности. Но если постав есть судьба исторического бытия человека, то эта судьба – не то же, что принудительный рок. «Ибо человек впервые только и делается свободным, когда прислушивается к миссии, посылающей его в историческое бытие, приходя так к послушанию – но не к безвольной послушности»¹⁹.

В тексте статьи «Вопрос о технике» звучат две ноты: пессимистическая и оптимистическая. Пессимизм звучит в двух следующих фразах: «Господство постава грозит той опасностью, что человек окажется уже не в состоянии вернуться к более исходному раскрытию потаённого и услышать голос более ранней истины» и «Так с господством постава приходит крайняя опасность». Оптимизм озвучен стихом, принадлежащим немецкому поэту Гёльдерлину: «Но где опасность, там вырастает и спасительное».

Статья «Вопрос о технике» впервые была опубликована Хайдеггером в 1954 г. Позднее его оптимизм по отношению к спасительному не возрос, а, скорее, заметно поубавился. Во время проведения Цолликоновских семинаров он ввёл понятие субъекта постава. Таковым предстаёт *индустриальное общество*²⁰. Ущербный характер индустриального общества состоит, по Хайдеггеру, прежде всего, в том, что оно, со своей наукой, т. е. наукой Нового времени, превращает человека в машину. Ведь если представить, отмечал он на одном из Цолликоновских семинаров, что таковой должна быть наука о человеке, то в таком случае она должна следовать принципу приоритета метода – в смысле проектирования наперёд-вычисляемости. «Неизбежным результатом этой науки было бы техническое конструирование человека-машины. Множество признаков указывают на то, что такого рода научное исследование и производство человека уже действительно запу-

щены под давлением «победы *метода* над наукой», о которой мы говорили, и с фанатизмом безоговорочной воли к прогрессу ради прогресса»²¹.

Ущербный характер индустриального общества заключается, вдобавок к вышесказанному, в том, что оно омертвляет Земную природу. 23 сентября 1966 г. Хайдеггер дал интервью немецкому журналу «Шпигель». По его завещанию оно было опубликовано после смерти автора в 1976 году. На вопрос сотрудников журнала о том, что ещё нам надо, когда и так всё хорошо работает (имеется в виду: работает на благо людей), автор ответил: «Жутко как раз то, что всё работает и эта работа ведёт к тому, что всё ещё больше начинает работать и что техника отрывает человека от земли и лишает его корней. Я не знаю, испугались ли Вы, – я, во всяком случае, испугался, когда недавно смотрел фотоснимки Земли, сделанные с Луны. Нам даже не нужно атомной бомбы, искоренение человека налицо. У нас теперь сохранились лишь чисто технические отношения. То, где человек живёт теперь, – это уже не Земля».

Теперь заглянем в книгу Митчема «Что такое философия техники?». В ней, помимо Хайдеггера, выделяются имена таких мыслителей, размышлявших о сущности техники, как Фрэнсис Бэкон (1561–1626), Льюис Мэмфорд (1895–1990), Хосе Ортега-и-Гассет (1880–1955), Жак Эллюль (1912), Фридрих Дессауэр (1881–1963). Большинство из них придерживается несколько примитивного антропологического взгляда на технику – **взгляда, далёкого от Хайдеггера**. Митчем делает «попытку сравнительного анализа воззрений Ортеги и Хайдеггера». Он отмечает, что у Ортеги любой вид техники соотносится с региональной (или специализированной) антропологией. Далее он солидаризируется с П.Дастом²², который отмечал, что если Ортега «вполне удовлетворён трансформацией самой жизни человека в радикальную реальность или в радикальное основание», то Хайдеггер изображает человека «в качестве средства доступа к мистической основе всего сущего и, таким образом, как средство раскрытия и объяснения бытия»²³.

На мой взгляд, было бы более плодотворно сопоставить философию техники Хайдеггера и философию техники Дессауэра как две концепции, находящиеся на двух противоположных полюсах. Дессауэр придерживался трансцендентализма Канта с его трансцендентными ноуменами и «вещами в себе». Он утверждал, что

надо расширить усматриваемые Кантом возможности перехода через границы опытного знания, т. е. от феноменов к трансцендентным ноуменам, не только в сфере практического (нравственного) разума и эстетики, но и через технику²⁴. Хайдеггер же шёл от Платона с его идеальным царством, которое он, Хайдеггер, обогатил временем, чего, кажется, не понял Митчем.

Идею Хайдеггера, пишет Митчем от себя, можно передать в терминах Сократа. Догматическое мнение, согласно Сократу, как оно, например, высказывается Евтифроном в диалоге «Ион» (не говоря уже о Тразимахе и Поле), затемняет истину. И затемняет истину главным образом не потому, что оно формально ложно. «Концепция Тразимаха затемняет истину не потому, что она ложна, а потому, что Тразимах не понимает самого себя»²⁵. Но при чём тут Хайдеггер, спросит читатель. Митчем отвечает: «В воззрениях Хайдеггера современная техника может быть охарактеризована как овеществлённый догматизм». Но Хайдеггер, как уже было показано выше, ищет ответа на вопрос о *сущности* техники и показывает, что эта сущность предстаёт во времени, открывается как непотаённое во времени. Митчем времени в Бытии Хайдеггера попросту не заметил.

Подобного же рода недоразумение проявляется у Митчема и тогда, когда он сопоставляет Хайдеггера и Жака Эллюля. Точка зрения Эллюля интересна своей экзотичностью. Будучи последователем Маркса, он, тем не менее, считал, что капитал как таковой в XX веке не является господствующей силой в обществе, как это было в XIX столетии. На смену ему приходит как раз техника. По его мнению²⁶, техника – это **тотальность методов, рационально направленная** (или имеющая своей целью) абсолютную эффективность (в каждый данный период развития) во всех областях человеческой деятельности. И тут, кажется, опять невпопад замечание Митчема о том, что феномен техники Эллюля «есть, так сказать, социальная форма проявления хайдеггеровского *Gestell*»²⁷.

Спросим теперь, обращаясь к философскому наследию Хайдеггера: может ли его фундаментальная онтология послужить основанием для вновь создаваемой фундаментальной науки? Отметим сразу же, что не правы те сторонники науки Нового времени, которые обвиняли и до сих пор обвиняют его во враждебном отношении к науке. Когда он констатирует тот факт, что темой

физики является безжизненная природа, что современная наука не совместима с подлинной наукой о человеке, он не отвергает науку как таковую. «Все наши рассуждения, – пишет он, – ни в коем случае не должны быть восприняты как враждебные по отношению к науке. Наука, как таковая, никоим образом не отвергается. Лишь её абсолютистское притязание на то, чтобы быть мерой для всех истинных положений, отклоняется как самонадеянное»²⁸. Критическое отношение к самонадеянности, к современному складу науки позволило Хайдеггеру разрешить парадокс, который можно было бы условно назвать «бегством разума из физики».

Большое внимание этому парадоксу уделил в своё время Э.Шредингер в своей книге «Разум и материя»²⁹. Парадокс, как его конкретно формулирует Шредингер³⁰, возникает в результате сопоставления двух, взятых из физики, общих фактов, один из которых свидетельствует о том, что всё научное знание основано на чувственных восприятиях, а другой говорит о том, что, тем не менее, у полученных таким образом научных представлений о естественных процессах отсутствуют все чувственные качества и потому научные представления не могут отражать их.

Шредингер попытался разрешить данный парадокс в такой формулировке: «Разум построил объективный окружающий мир философа-натуралиста из своего собственного материала (т. е. из материала ощущений, восприятий, представлений. – Л.А.). Разум не мог справиться с этой гигантской задачей, не воспользовавшись упрощающим приёмом, заключающимся в исключении себя – **отзыве с момента концептуального создания**. Поэтому последний не содержит своего создателя»³¹. Хайдеггер ответил бы на размышления Шредингера так, что исключение разума из физической картины мира объясняется вовсе не тем, что разум должен был воспользоваться упрощающим приёмом (да и кто ему, разуму, показал, как надо упрощать), а тем, что разум человека в своём развитии пошёл по пути забвения Бытия. Человек потерял способность бытийного мышления.

В чём же заключается на фоне забвения Бытия конкретная ошибка в научном познании, ведущая к парадоксу исхода разума из физики и как она должна быть исправлена? Дело в том, что теория возникновения «представления» из чувственного восприятия, говорит автор фундаментальной онтологии, есть чистая мистифи-

кация. И возникает она по той причине, что нет понимания того, что значит экзистенциальное бытие человека (Daseyn). Daseyn есть бытие-в-мире. Бытие-в-мире означает, что человек находится в мире не иначе, как со своей телесностью. Поэтому даже фантазирование может быть увидено только как направленное в мир, и происходить оно может только в мире. Ведь фантазирование по поводу золотой горы происходит так, словно она где-то в мире стоит. «И при таком фантазировании есть ведь не только эта изолированная золотая гора. Я воображаю золотую гору не в своём сознании и не внутри мозга, а в мире, в ландшафте, который со своей стороны, опять-таки, связан с миром, в котором я телесно экзистирую»³². Поэтому подход, который берёт начало во внутриспсихическом и исходит из сознания, является *абстрактной бездоказательной конструкцией*. Отношения вещи с окружающим миром не нуждаются, согласно Хайдеггеру, в объяснении, они должны быть увидены. Так, ребёнок при подражании матери ориентируется на мать. «Он исполняет бытие-в-мире матери. Он может это делать лишь постольку, поскольку он сам есть бытие-в-мире»³³.

С другой стороны, опыт рождения ребёнка, опыт его бытия-в-мире дополняется опытом отношения к Бытию, постижением различия между Бытием и сущим. Узнавать на опыте это различие означает узнавать нечто, что не есть сущее. «Фундаментальный опыт этого «не-сущего» – это опыт «ничто», и опыт этого «не-сущего» дан в отношении к смерти, в смертности, поскольку смерть есть расставание с сущим»³⁴. Кроме того, в свете аналитики Dasein было бы неверно трактовать психику и соматику (телесность) как различные формы явления человеческого бытия или как два коммуникативных средства (Medien), **в которых транслируется человеческое бытие**. Такое различие онтологически неправомерно, ибо психика и соматика не суть два вида, относящиеся к одному роду. И если имеет место овеществление психики в христианстве, превращение её в какую-то душевную субстанцию, то оно оправдывается лишь идеей вечности души, которая должна была быть спасена, в отличие от тела, аккумулирующего в себе зло³⁵.

Беспристрастный критический анализ фундаментальной онтологии Хайдеггера до сих пор ещё не проделан. Здесь я ограничусь одним критическим замечанием, касающимся сугубо вопроса о технике. Напомним ещё раз о том, что уже было сказано выше.

Выведение техники из потаённости автор связывает с представлением о добывающем производстве. А это – **добыча энергии**, которая таится в природе. Энергия извлекается, перерабатывается, накапливается, и всё происходит в рамках установки на дальнейшее поставляющее (добывающее) производство. Так оно и есть, но только надо бы не упускать из виду, что накопление (аккумуляция) энергии имеет место и в природе, независимо от технического оснащения. Однако между одним и другим способами накопления имеется существенная разница.

Плохо не то, что технические процессы связаны с переработкой и накоплением энергии, а плохо то, что они ведут к обесценению, энтропизации энергии. В.И.Вернадский, создавший учение о Земной биосфере, показал, что эта сверхбиологическая природная система нормально функционирует при условии, что она в процессе своей эволюции накапливает свободную энергию. «Биосфера, – писал он, – **в ходе геологического и исторического времени становится всё активнее**»³⁶. Свободная, или, по терминологии С.А.Подолинского, превратимая, энергия есть такая энергия, которая позволяет превращать её в физическую и психическую работу. Человеческий труд, согласно Подолинскому, есть работа. Но работу совершают не только люди или животные, но и растения. Причём если их работу характеризовать в терминах трудовой деятельности, то её надо будет отнести к созидательному, а не расточительному труду. А среди людей такой труд, писал Подолинский, есть понятие вполне положительное, «закключающееся всегда в потреблении механической или психической работы, имеющей неизменным результатом увеличение *превратимой* энергии или сохранение от рассеяния такой энергии, которая при своём потреблении будет иметь последствием увеличение запаса энергии»³⁷. В другом месте он прямо указывал, что человеческий труд должен быть организован таким образом, чтобы он имел результатом увеличение превратимой энергии на земной поверхности³⁸.

Понятие свободной, или превратимой, энергии относится к термодинамике. Термодинамические процессы, идущие в направлении, противоположном рассеянию энергии, и ведущие, следовательно, к повышению её ценности как пригодности для совершения работы, подразделяются на два вида. Их принято называть *концентрацией* и *аккумуляцией*³⁹. Примером концентрации энер-

гии служит процесс накопления теплоты, необходимой для работы, скажем, паровой машины. Примером аккумуляции энергии является процесс усвоения солнечного излучения зелёными растениями. Второй случай не имеет отношения к технике и, тем не менее, он с пользой используется в трудовой деятельности людей. Хайдеггер, как видно, упускает его из виду.

Однако независимо от того, в какой степени Хайдеггер был знаком с исследователями и открытиями таких российских учёных, как Вернадский и Подолинский, он, оценивая мрачные перспективы технического прогресса, с надеждой смотрел на Россию. В упомянутом выше интервью журналу «Шпигель» он выразил мнение, что, может быть, в один прекрасный день в России или в Китае пробудятся «прадревние традиции такого мышления, которое позволит человеку достичь свободного отношения к миру техники».

Митчем если и не проник глубоко в сущность хайдеггеровской концепции техники, то всё же прочувствовал её эстетическую ценность. Для того чтобы охарактеризовать современную технику, пишет он, как «откровенную», обладающую характером «полагания» и «вызова», Хайдеггер сопоставляет традиционную ветряную мельницу и электростанцию. Каждое из этих технических сооружений как бы обуздывает природную энергию и используется человеком для тех или иных целей. Однако ветряная мельница и мельница с водяным колесом находятся в таком отношении с природой, которое даёт основание сравнивать их с произведениями искусства. Так утверждает Хайдеггер, с чем соглашается и Митчем. Соглашается он и с теми очевидными наблюдениями, что эти сооружения связаны с землёй, чего нельзя сказать о современной технике хотя бы по той причине, что они просто передают движение. Если нет ветра и не бежит вода, то «уж ничего не поделаешь: движение прекращается»⁴⁰.

Кроме того, ветряная мельница и мельница с водяным колесом приспособляются к природному ландшафту и даже украшают его. Этого нельзя сказать об электростанциях, работающих на каменном угле, и, тем более, об атомных станциях. Они, по признанию и Митчема⁴¹, редко вписываются в естественный ландшафт или дополняют его. Но, вероятно, ему недоступен смысл следующего хайдеггеровского высказывания: «Так с господством постова приходит крайняя опасность. Но где опасность, там вырастает и спасительное».

Примечания

- 1 *Митчем К.* Что такое философия техники? М., 1995.
- 2 *Хайдеггер М.* Что зовётся мышлением? М., 2006.
- 3 Там же. С. 7.
- 4 Там же. С. 12.
- 5 *Хайдеггер М.* Вопрос о сущности техники // *Хайдеггер М.* Время и бытие. М., 1993. С. 221–238.
- 6 Там же. С. 234–235.
- 7 *Хайдеггер М.* Цолликоновские семинары. Вильнюс, 2012. С. 184.
- 8 Там же. С. 182.
- 9 *Хайдеггер М.* Время и бытие. С. 232.
- 10 *Хайдеггер М.* Цолликоновские семинары. С. 182.
- 11 Там же. С. 71.
- 12 *Хайдеггер М.* Время и бытие. С. 400.
- 13 *Хайдеггер М.* Цолликоновские семинары. С. 299.
- 14 Там же. С. 56.
- 15 Там же. С. 370.
- 16 *Хайдеггер М.* Время и бытие. С. 227.
- 17 Там же. С. 228.
- 18 Там же. С. 233.
- 19 Там же. С. 232.
- 20 *Хайдеггер М.* Цолликоновские семинары. С. 372.
- 21 Там же. С. 202.
- 22 *Dust P.H.* Freedom, Power and Culture in Ortega-y-Gasset's Philosophy of Technology // *Research in Philosophy of Technology.* 1990. Vol. 11.
- 23 *Митчем К.* Указ. соч. С. 47.
- 24 Там же. С. 24–28.
- 25 Там же. С. 44.
- 26 Там же. С. 49.
- 27 Там же. С. 50.
- 28 *Хайдеггер М.* Цолликоновские семинары. С. 169.
- 29 *Шредингер Э.* Разум и материя. М.–Ижевск, 2000.
- 30 Там же. С. 95.
- 31 Там же. С. 43–44.
- 32 *Хайдеггер М.* Цолликоновские семинары С. 236–237.
- 33 Там же. С. 237.
- 34 Там же. С. 258–259.
- 35 Там же. С. 277–278.
- 36 *Вернадский В.И.* Живое Там же. С. 277–278; Вещество и биосфера. М., 1994. С. 488.
- 37 Мыслители Отечества. Подолинский Сергей Андреевич. М., 1991. С. 37.
- 38 Там же. С. 35.
- 39 *Антипенко Л.Г.* Глобально-экологическая идея эквивалентного обмена с природой // *Универсальный эволюционизм и глобальные проблемы.* М., 2007. С. 170.
- 40 *Митчем К.* Что такое философия техники? С. 40–41.
- 41 Там же. С. 41.

А.Ю. Севальников

Техника как взыскание потаенного

В интервью Хайдеггера французскому журналу «l'Express» в октябре 1969 г., когда разговор вскользь зашел о кибернетике, он бросил короткую фразу: «Осторожнее с кибернетикой. Вскоре поймут, что это не так просто»¹.

Что имел в виду немецкий мыслитель? Кибернетика – одна из вершин современной техники. Компьютер в настоящее время, особенно зримым и осязаемым образом за последние десять лет радикально изменил, и еще будет изменять облик современного мира. С появлением мировых компьютерных сетей, современных средств коммуникации, компьютер стал «планетарным» явлением, радикально трансформируя общество.

Кто мог подумать сто лет тому назад, что небольшой доклад Макса Планка, посвященный гипотезе квантов, прочитанный им 14 декабря 1900 г. на заседании Физического общества в Берлине, менее чем через полвека взорвется атомной бомбой и еще через полвека приведет к образованию информационного общества.

Можно только удивляться прозорливости Хайдеггера, который вел скрытую полемику с К.Ясперсом, разделявшим инструменталистские представления о технике. По словам последнего, «техника возникает, когда для достижения цели вводятся промежуточные средства...»² Хайдеггер вовсе не отрицает инструменталистский подход, но говорит о его недостаточности. «Верное инструментальное определение техники... еще не раскрывает нам ее сущности»³. Сущность же техники, по Хайдеггеру, состо-

ит в раскрытии потаенного. Как известно, для трактовки смысла техники Хайдеггер вводит слово *Gestell*, часто неверно рассматриваемый у нас как неологизм. Например, в послесловии к сборнику его статей «Разговор на проселочной дороге» утверждает: «Слово “Technik” он заменяет им самим сконструированным словом “Gestell”»⁴. Однако достаточно взглянуть, к примеру, хотя и в сильно устаревший, но не потерявший своей актуальности, фундаментальный немецко-русский словарь Павловского, чтобы узнать, что *Gestell* переводится как «станок; подножие; тумба; пьедестал; ход; остов; связь»⁵. Хайдеггер переосмысливает его в совершенно новом ключе.

«Решимся применить это слово в пока еще совершенно непривычном смысле. В существующем смысле слово “постав” означает станок, например ткацкий. Поставом называются также мельничные жернова. И таким же тяжелым и жестким, как они, кажется напросившееся нам теперь новое употребление слова “постав”, не говоря уже о произволе такого переименования слов зрелого языка...

По-ставом (*Gestell*) мы называем собирающее начало той установки, которая ставит, т. е. заставляет человека выводить действительное из его потаенности способом поставления его как состоящего-в-наличии»⁶.

В хайдеггеровской трактовке современное естествознание оказывается подчиненной технике. *Gestell*, как *раскрывающее потаенное*, уже заранее царит в естествознании. Приведем достаточно большой отрывок из уже цитированной его работы «Вопрос о технике», оправдывая длину цитаты тем, что в ней дана квинтэссенция его размышлений о науке и технике Нового времени.

«Физическая теория природы Нового времени *приготовила путь* (выделено мной. – А.С.) прежде всего не технике, а существо современной техники. Ибо захватывающая сосредоточенность на поставляющем раскрытии потаенного царит уже в этой физике. Она только не выступает еще в ней на передний план в своем собственном облике. Физика Нового времени – это еще не познанный в своих истоках ранний вестник постава. Существо современной техники еще долго останется потаенным даже тогда, когда изобретут разнообразные двигатели, разовьют электротехнику и двинут в ход атомную технику.

Все сущностное, а не только существо современной техники, вообще всего дольше остается потаенным. И все равно по размаху своей власти оно остается тем, что предшествует всему: самым ранним. Об этом уже знали греческие мыслители, когда говорили: то, что правит первыми началами вещей, нам, людям, открывается лишь позднее. Изначально раннее показывает себя человеку лишь в последнюю очередь. Поэтому в сфере мысли усилия еще глубже продумать ранние темы мысли – это не вздорное желание обновить прошлое, а трезвая готовность удивляться будущему характеру раннего»⁷.

Хайдеггер дает здесь скрытую цитату из «Физики» Аристотеля: «Вообще же, возникающее представляется незаконченным и стремящимся к определенному началу, так что более позднее в процессе возникновения будет по природе более первичным»⁸.

Я не случайно выделил в самом начале этой цитаты словосочетание «приготовила путь». Мысль Хайдеггера целостна, один его текст связан с другим. Слово *Gestell* имеет в немецком языке еще одно значение, которое отсутствует почему-то во всех современных словарях. *Gestell* – это еще и к тому же «просека», дорога вырубленная в лесу, фактически синоним к слову *Holzweg*, к тому понятию, которое так часто использует Хайдеггер, так что не обратить внимание на это просто невозможно!

Не увидел ли Хайдеггер в начавшемся распространении компьютерной техники проявление «изначально раннего», того, что правит всей нашей наукой и техникой. Возможно ли найти что-либо общее между Интернетом и стенобитной катапультной древности, между современной компьютерной игрой и античной мистерией, наконец, между гипертекстом и, скажем, таким изречением Протагора: «Знать что-либо о богах я, конечно, не в состоянии, – ни что они есть, ни что их нет, ни каковы они по своему виду. Ибо много помех восприятию сущего как такового – и неявленность сущего, и также краткость истории человека».

Со времен Протагора человечество постарело на два с половиной тысячелетия. Сейчас в самом начале третьего тысячелетия также вряд ли можно утверждать, что нам наконец явлена сущность бытия. Тем не менее современная техника *вдруг, сейчас* приносит то, над чем стоит задуматься. Атомная бомба, о которой шла речь выше, это только одна сторона медали, наиболее зримая

и осязаемая. Это не только оружие массового уничтожения, но и оружие массового устрашения, «оружие абсолютной власти» над человечеством, воплощение мечты сверхчеловека Ницше. Но современная техника таит в себе еще и нечто большее, нежели ядерное оружие, о чем и намекал Хайдеггер в французском журнале «L'Express». Хайдеггер именно намекает, используя иной, не рациональный метод донесения истины. Он часто обращается к знаменитому фрагменту 93 Гераклита «Владыка, тот, чье прорицалище в Дельфах находится, не глаголет, не скрывает, зато намекает». В работе Wegmarken Хайдеггер так передает этот отрывок: «Оракул ни прямо открывает, ни попросту скрывает, но он открывает, скрывая, и скрывает открывая»⁹. О чем же мог намекать Хайдеггер? Какие завалы в лесу может открывать его понятие Gestell? Почему именно компьютеры? Попытаемся и мы намекнуть на эту тему...

Возьмем несколько компьютерных журналов, посвященных такой, казалось бы, «неакадемической» вещи, как компьютерные игры. Я не буду здесь касаться вопроса этики, хотя как раз это имеет прямое отношение к теме чтений. Описаний различного рода убийств, крови, черной, красной и еще не известно какой магии, так сказать «на один квадратный сантиметр», сравнимо лишь с жанром черной фантастики. Любой желающий сможет легко убедиться в этом, открыв наугад любой из журналов типа «Навигатор игрового мира», «Game.exe. Компьютерные игры», «Games magazine. Магазин игрушек» или любой другой подобного типа.

Совершенно парадоксальным образом современный компьютер воспроизводит некие первичные архетипы. Сквозь мерцающий экран монитора любому желающему обеспечивается мгновенный выход в «иную реальность», центральное место в которой занимает, как ни странно, магия в самых разнообразных формах. Наверно, при известной доле провидения при рождении квантовой механики можно было предсказать появление атомной бомбы, но вряд кто в начале рационалистичного XX в. мог ожидать возрождения наиболее архаичных, магических представлений. Не это ли возникшее совсем недавно оказывается «по природе более первичным».

Так что же несет в себе современная техника? Какие скрытые, потаенные энергии она стремится высвободить? Пока мы не имеем ответа, поставленные «магом из Шварцвальда» много лет тому на-

зад. Имеются лишь неясные намеки, даваемые самой современной техникой, сырой и до сих пор совершенно не осмысленный материал Линн Торндайк, собранный в восьми томной книге «История магии и экспериментальной науки», да своеобразный и тревожный роман Умберто Эко «Маятник Фуко». Похоже, что этот самый «маятник» дошел до крайней точки и медленно начал окатываться назад, открывая возможность ответить на поставленные вопросы.

Примечания

- ¹ *Хайдеггер М.* Разговор на проселочной дороге. М., 1991. С. 158.
- ² *Ясперс К.* Истоки истории и ее цель // Смысл и назначение истории. М., 1994. С. 117.
- ³ *Хайдеггер М.* Вопрос о технике // *Хайдеггер М.* Время и бытие. М., 1993. С. 222.
- ⁴ *Хайдеггер М.* Разговор на проселочной дороге. С. 166.
- ⁵ *Павловский И.А.* Немецко-русский словарь. Рига, 1886.
- ⁶ *Хайдеггер М.* Вопрос о технике. С. 229.
- ⁷ Там же. С. 230.
- ⁸ *Аристотель.* Соч.: В 4 т. Т. 3. М., 1981. С. 246.
- ⁹ *Heidegger M.* Wegmarken. 2 Aufl. Frankfurt a/M., 1978. S. 277.

Содержание

Предисловие	3
-------------------	---

РАЗДЕЛ I.

ВЗАИМОСВЯЗЬ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИИ В ЭПИСТЕМОЛОГИЧЕСКОМ ИЗМЕРЕНИИ

<i>Мамчур Е.А.</i> Взаимодействие науки и технологии: поиски адекватной модели	6
<i>Крушанов А.А.</i> Взаимосвязь фундаментальных исследований с техническим и технологическим развитием как исторически изменчивое соотношение	32
<i>Панов А.Д.</i> Искусственный интеллект и технологическая сингулярность	50
<i>Горохов В.Г.</i> Методологический анализ истории технических наук – роль технической теории	70
<i>Коняев С.Н.</i> Наука, техника, инновации	89
<i>Калинин Э.Ю.</i> О комплексном характере взаимосвязи науки и технологии	107

РАЗДЕЛ II.

ЭТИЧЕСКОЕ И СОЦИАЛЬНОЕ ИЗМЕРЕНИЯ ВЗАИМОСВЯЗИ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИИ

<i>Севальников А.Ю.</i> Ядерное лицо XX века: социальные и этические проблемы науки минувшего века	124
<i>Черновицкая Ю.В.</i> Взаимосвязь науки и технологии: этический аспект	144
<i>Сачков Ю.В.</i> В чем сила науки?	160

РАЗДЕЛ III.

ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ КАК ОБЪЕКТЫ ФИЛОСОФСКОГО ИСТОЛКОВАНИЯ

<i>Жаров С.Н.</i> Технология и рациональность (когнитивные и культурно-смысловые аспекты)	183
<i>Антипенко Л.Г.</i> О сущности техники: экзистенциальный постав Мартина Хайдеггера, фундаментальная онтология и фундаментальная наука	207
<i>Севальников А.Ю.</i> Техника как взыскание потаенного	222

Научное издание

Взаимосвязь фундаментальной науки и технологии как объект философии науки

*Утверждено к печати Ученым советом
Института философии РАН*

Художник *Н.Е. Кожина*

Технический редактор *Ю.А. Аношина*

Корректор *А.А. Гусева*

Лицензия ЛР № 020831 от 12.10.98 г.

Подписано в печать с оригинал-макета 02.04.14.

Формат 60x84 1/16. Печать офсетная. Гарнитура Times New Roman.

Усл. печ. л. 14,5. Уч.-изд. л. 11,8. Тираж 500 экз. Заказ № 08.

Оригинал-макет изготовлен в Институте философии РАН

Компьютерный набор: *Т.В. Прохорова*

Компьютерная верстка: *Ю.А. Аношина*

Отпечатано в ЦОП Института философии РАН

119991, Москва, Волхонка, 14, стр. 5

Информацию о наших изданиях см. на сайте Института философии:

<http://iph.ras.ru/arhive.htm>