

# Философия и история науки (учебное пособие для аспирантов ОИЯИ)

*Проф., д.ф.н. В.Г. Горохов*

## Часть 1. «Основные концепции философии науки»

Развитие науки как социального института, так называемой, “большой науки“, ее все усиливающееся влияние на техническую практику, а через нее и на все сферы жизни общества, с одной стороны, а также развитие внутренней потребности и необходимости науки в обосновании научного знания в связи с кризисом классического естествознания и новейшей научной революцией в науке привело к вычленению особого раздела философского знания - философии науки. Именно в современной философии науки был в явном виде поставлен вопрос и предприняты попытки описания науки как целого, как некоторой самодостаточной системы научного знания и деятельности по производству этих знаний, рассмотренной в ее историческом развитии и изменяющемся социокультурном контексте.

Вопрос о том, что представляет собой наука, чем она отличается от других сфер современной культуры, например, от техники или искусства, какова ее структура и роль в обществе, занимает одно из центральных мест в рассуждениях философов и социологов XX столетия и именно потому, что сама наука в этом столетии приобрела решающее значение в жизни человеческого общества. Ее развитостью определяется сегодня в значительной степени место той или иной страны в мировой цивилизации. Количество научных организаций и работающих в них ученых, объемы финансирования являются сегодня не только общегосударственным делом тех или иных стран, но и заботой всего мирового сообщества. На нее возлагаются надежды простых людей и правительств в разрешении многих насущных для человечества проблем, таких как обеспечение энергией, развитие новых транспортных средств и коммуникаций, излечение до сих пор неизлечимых болезней и т.д. Современная наука в отличие от малой науки прошлого получила у социологов название «большой науки».

В конце 19 - начале 20 вв. наука осознается как производительная сила общества и действительно оказывать огромное влияние на практически все стороны его жизни. Формируется так называемая “*большая наука*“, которая характеризуется увеличением финансовых затрат на науку, количества научных работников, результативности науки и соответственно доли прикладных исследований в ней, необходимостью управления, планирования, организации и прогнозирования развития науки. Происходит *формирование новой дисциплинарно организованной науки*, что в более полной мере соответствует ее новой роли в обществе.

**Современная наука – это институализированная наука, поскольку исследования и разработки в современном обществе осуществляются не любителями, а профессионалами, т.е. проводятся в рамках специально организованных для этого различных социальных институтах.**

Наука становится предметом исследования не только социологии и философии, но и науковедения - *науки о науке*, которая возникла в связи с необходимостью управления развитием науки в современном обществе, планирования и организации научной деятельности, взаимопроникновением науки и техники и даже производства. Планирование развития науки в целом или какой-либо ее отрасли, перераспределение средств и капитальных вложений требуют учета тенденций развития науки, прогнозирования появления и отмирания ее различных отраслей. Это возможно, если

иметь в виду все поле науки в целом. Однако очевидно, что никакой современный руководитель (даже если он известный ученый) не может одинаково глубоко и компетентно разбираться во всех областях науки. Чтобы принимаемые решения были обоснованными, необходима выработка системного представления о науке в целом на основе исследования организационных, коммуникационных, рефлексивных и т.п. систем связей, существующих в современной науке, а также на основе анализа их взаимосвязи и взаимодействия. Науковедение впервые научно ставит вопрос о том, что такое наука как социальная система, о ее месте в современном обществе. Это по сути дела экстерналистский подход к анализу науки, отличный от интерналистского, внутриметодологического ее исследования. Именно такая постановка вопроса является характерной и для социологии науки, исследующей ее специфическими для нее социологическими методами. Однако по предмету исследования она совпадает с науковедением, отличаясь лишь специфическими методами исследования. *Предметом исследования социологии науки* становится наука как социальный институт, научная деятельность и научные коммуникации. Таким образом социология науки выделяет в науке свой специфический социальный по сути дела внешний аспект, оставляя внутринаучное развитие исследователям философии науки. В этом и есть существенное различие экстерналистского и интерналистского подходов к ее исследованию. Сама же наука многопредметна и многоаспектна.

Можно выделить несколько взаимосвязанных способов описания науки: ее можно рассматривать, например, с синхронической и диахронической точек зрения. Синхронический анализ включает в себя описание, во-первых, статике (структуры) науки и, во-вторых, ее функционирования. Диахроническая точка зрения предполагает рассмотрение *генезиса* (формирования) и *развития* системы науки. Будем различать также статическую и динамическую модели науки: в первом случае выделяются фиксированные уровни, элементы и связи; во втором - речь идет о функционировании, генезисе или развитии науки. *Функционирование* предполагает движение по статической структуре системы науки, но без изменения ее компонентов и связей, т.е. структура системы остается равной самой себе в процессе ее функционирования, чем оно отличается от формирования и развития. При исследовании генезиса науки выявляются этапы и фазы становления ее развитой структуры как некоторой естественно саморазвивающейся системы. Несколько иной аспект высвечивает анализ сознательного формирования научной дисциплины, т.е. процедур ее построения с искусственной точки зрения. Такой подход необходим, поскольку речь идет не только об описательном методологическом исследовании того, как складывается научная теория или дисциплина, но и о конструктивном методологическом анализе процедур ее построения с целью последующего повторения. Оба эти аспекта тесно взаимосвязаны. Развитие науки отличается от ее функционирования тем, что в первом случае система науки рассматривается как изменяющаяся. Поэтому необходимо сопоставление данного состояния системы с существующими и предыдущими для прогнозирования дальнейшего развития науки. Необходимо также разграничивать внешненаучные и внутринаучные отношения, что является реализацией процедуры вложения внутренней структуры системы в ее внутреннюю структуру. Для методологического анализа науки важны оба эти аспекта. С точки зрения этих аспектов, можно выделить и два различных способа развития науки: внешнее и внутренне развитие соответственно. Будем рассматривать далее следующие основные модели науки: структуры, функционирования, генезиса (формирования) и развития, имея в виду, что каждая из них может преимущественно отражать или внутренние или внешние аспекты научной дисциплины или теории (см. рис. 1).

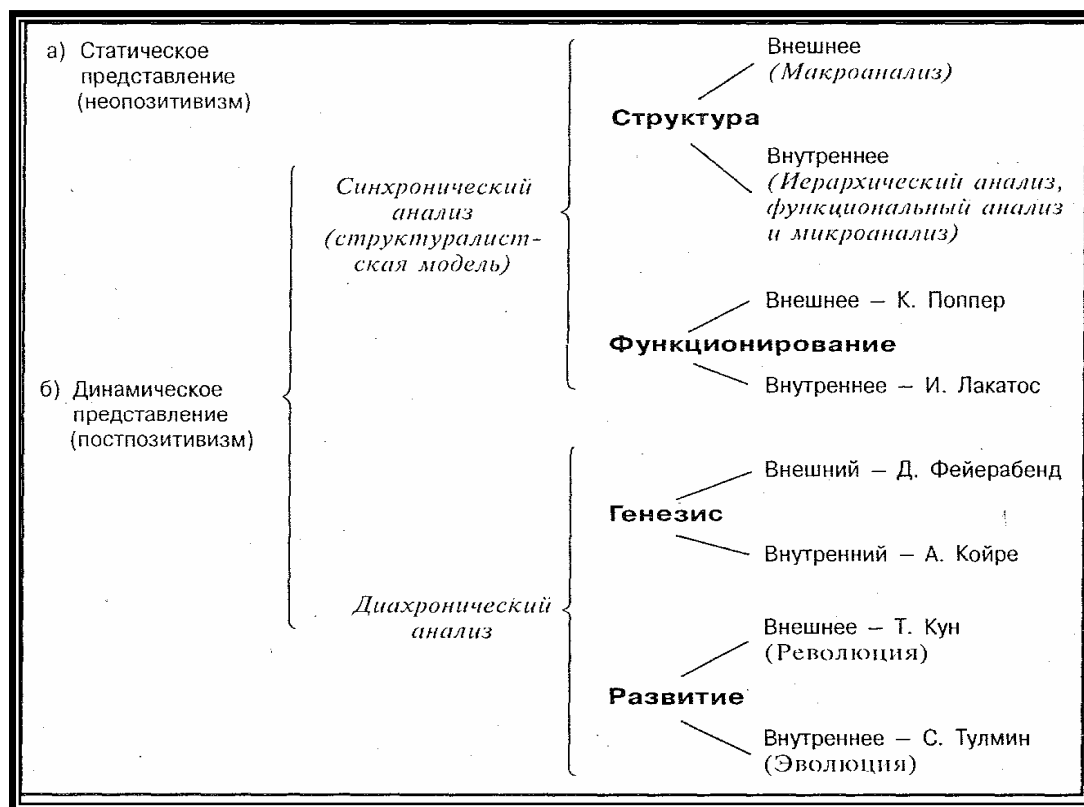


Рис. 1

Одной из важнейших проблем, широко обсуждаемых в современной методологии науки, является выбор адекватной единицы методологического анализа. С точки зрения логического позитивизма, таковой считалась традиционно единичная теория. При анализе генезиса и развития научного знания сегодня выдвигаются иные единицы методологического анализа: парадигма, концептуальная система, дисциплинарная матрица, исследовательская программа, научная область, исследовательская традиция и т.д. Наиболее адекватной такой единицей является научная дисциплина, позволяющая учесть не только теоретические формы научного знания, но и разные другие аспекты научной деятельности (социальные, организационные, коммуникационные и т.д.), которые весьма важны прежде всего для понимания динамики науки.

Описывая далее современные западные модели науки, выберем лишь наиболее характерные из них, имея в виду, во-первых, что каждая такая модель реализуется в работах нескольких авторов (например, эволюционная модель науки развивается не только С. Тулмином, но и К. Поппером и другими), во-вторых, многие из рассматриваемых методологов науки не разрабатывают в чистом виде только одну такого рода модель. Как правило, в их работах, хотя и в зачаточном виде, присутствуют описания нескольких моделей науки. Например, И. Лакатос, по-видимому, в значительной степени под влиянием идей Т. Куна вводит в свою концепцию науки не только модель внутреннего функционирования научного знания, но и его развитие, утверждая, что каждый период развития науки характеризуется конкурентной борьбой нескольких исследовательских программ, хотя первоначально его внимание сконцентрировано на анализе внутреннего функционирования этих программ. Однако, мы будем рассматривать каждую концепцию, абстрагируясь от этого и реконструируя часто неявно содержащиеся в них модели науки, а именно: структуры, внешнего и внутреннего функционирования, генезиса и развития. Кроме того мы будем иллюстрировать каждую такую модель на примере интерпретации ей так называемой

Коперниканской революции, которая была фактически Галилеевой революцией, знаменовавшей переход к классической науке – экспериментальному математизированному естествознанию.

- **Неопозитивизм** - статическая модель структуры науки
- **Поппер** - логика исследования & фальсифицируемость (внутреннее функционирование)
- **Лакатос** - рациональная реконструкция & методология научно-исследовательских программ (внутреннее функционирование)
- **Фейерабенд** - методологический анархизм & плюрализм (внешний генезис)
- **Койре** - историко-критический концептуальный анализ (внутренний генезис)
- **Кун** - структура научных революций (социология науки)
- **Тулмин** - эволюционный анализ понятий интеллектуальной дисциплины
- **Структуралистская концепция науки** – попытка соединения статической и динамической моделей науки

## Глава 1. Статическая модель структуры науки

Именно такая статическая модель науки была построена в результате реализации неопозитивистской программы построения логики и методологии науки, получившей название "*стандартной концепции*". В неопозитивистской программе методология сводится к логике науки, которую следует понимать как анализ логического строения языка науки, а в качестве образца построения любой теории рассматривается аксиоматический идеал организации научного знания.

Однако прежде чем перейти к изложению неопозитивистской программы философии науки следует сказать несколько слов о ее предшественниках.

Сам термин «позитивизм» восходит к французскому философу Огюсту Конту, который впервые ввел в научный оборот понимание новой науки социологии именно как «позитивной» науки о человеческом обществе на основе систематического наблюдения, эксперимента и сравнительного исторического анализа в отличие от спекулятивных исследований общественного устройства и развития. С его именем и именами других известных философов Герберта Спенсера и Джона Стюарта Милля связывают так называемый «первый позитивизм».

«Родоначальник позитивизма О. Конт (1798-1857) был учеником К. Сен-Симона ... Важным условием прогресса науки О. Конт считал переход от метафизики к позитивной философии. Термин «позитивный» о. Конт применял как характеристику научного знания. Позитивное в его трактовка – это реальное, достоверное, точное и полезное знание в противоположность смутным, сомнительным и бесполезным утверждениям и представлениям, которые часто имеют хождение в обыденном сознании и в метафизических рассуждениях. ... Научное познание позитивизм трактовал как накопление опытных фактов, их описание и предвидение посредством законов. Джон Стюарт Миль (1806-1873) также полагал законы отношением явлений, а сами явления характеризовал как феномены чувственного опыта, как ощущения и их комплексы». Г. Спенсер (1829-1903) различал два уровня бытия: «непознаваемое» (аналог кантовских вещей в себе), предмет не науки, а религии и «познаваемое», изучаемое наукой – «мир явлений, их связей, отношений». «Отказавшись от постижения «непознаваемого» философия из традиционной метафизики превращается в особую область научного знания (позитивную философию)», которая отличается от науки лишь степенью конкретности обобщений и является своего рода метанаукой. Позитивизм выделил две главные цели философии науки: «во-первых, нахождение методов, обеспечивающих открытие новых явлений и законов, и, во-вторых, разработку принципов систематизации знаний».

Степин В.С. Философия науки. Общие проблемы: учебник для аспирантов и соискателей ученой степени кандидата наук. М.: Гардарики, 2006, с.15-19

«Второй позитивизм» связан с именем известного ученого – физика и методолога и историка науки - Эрнста Маха, который создал в Венском университете кафедру Истории и методологии индуктивных наук, которую впоследствии занял Мориц Шлик, основавший Венский кружок неопозитивистов. Джеральд Холтон следующим образом характеризует то *воздействие*, которое Мах оказал на становление неклассического естествознания: «Влияние воззрений Маха было огромным, в особенности в странах, говорящих по-немецки; оно распространялось на физику, физиологию, психологию и философию науки (не говоря уже о влиянии на ... деятелей культуры ... за пределами естествознания). Мах, будучи фигурой до странности пренебрегаемой современными учеными ... , в последние два или три года вдруг стал предметом ряда многообещающих исследований. Еще сам Мах любил говорить, что им пренебрегают и на него нападают из-за того, что у него нет никакой философской системы, но все же его философские идеи и представления широко вошли в интеллектуальный обиход с 1880-х годов, и Эйнштейн был совершенно прав, говоря впоследствии, что «даже те, кто считал себя противниками Маха, вряд ли осознавали, как много они восприняли от воззрений Маха, это было, как если бы они впитали их с молоком матери»<sup>1</sup>. Мах несомненно оказал влияние и на неопозитивистов, причисляемых к «третьему позитивизму».

<sup>1</sup> Холтон Дж. Тематический анализ науки. М.: Прогресс, 1981, с.77

Эрнст Мах был первым, кто подверг обстоятельной последовательной научно-рациональной критике теорию Ньютона, что привело к расшатыванию устоев „научной религии“. Это было началом развития новой методологии научного исследования, формирования образа неклассической науки. Однако для нас наиболее интересным и важным является в данном контексте историко-критический метод, который он развил в ходе этой критики. Эта критичность по отношению к научным достижениям и составляет главную заслугу Маха, который раскачал господствовавший в течение восемнадцатого и девятнадцатого столетий догматизм в основаниях физики. „Прежде всего для Маха механистическую физику дискредитирует это смещение картины и действительности как „химический идеал“, снова проявившийся в „натурфилософском“ „представлении субстанции“ в его *наивнейшей* и *грубейшей* форме“. К этому он добавляет еще один весьма существенный для него отрицательный момент - отстранение физики от чувственного опыта. Например, ощущение тепла в физике - это теоретически выведенный феномен, связанный с тем, что организм не способен установить действительную сущность этого явления, заключающуюся в движении атомов, воздействующих на наши органы чувств (осознание). Для Маха же именно ощущение тепла является первичным. Именно поэтому, считает он, наука (механическая физика) не выполняет своей ориентирующей роли в мире чувственного опыта: физика поэтому дает нам лишь схему, в которой мы не в состоянии более распознать ничего из действительного мира. И тогда *чувственный мир*, от которого мы „отталкивались как от близкой и знакомой нам вещи, внезапно предстает как самая большая мировая загадка“.

Wolters G. Mach I, Mach II, Einstein und die Relativitätstheorie. Eine Fälschung und ihre Folgen. Berlin, N. Y.: Walter de Gruyter, 1987, S. 20-24

В России существовали различные оценки учения Маха. С одной стороны, признавались его заслуги и даже был создан кружок друзей Маха, с другой стороны, были его пренебрежительные оценки. В советское время преобладала отрицательная оценка учения Маха. Это было связано с непозволительно грубой и во многом несправедливой критикой ряда крупных ученых, историков и философов науки Маха, Оствальда, Петцольда и других, содержащаяся в работе Ленина «Материализм и эмпириокритицизм».<sup>2</sup> В условиях тоталитарного режима эта критика стала для многих убийственной. Обвинение в махизме признавалось не только страшным теоретическим и идеологическим грехом, но за ним следовали и вполне конкретные санкции административно-командной системы. Сейчас положение меняется и учение Маха получает вполне заслуженную оценку, не замутненную идеологическими предрассудками. Иную оценку историко-критической деятельности Эрнста Маха дал П.А. Флоренский в работе «Наука как символическое описание» (впервые опубликована в 1922 г.): В 1872 году, Эрнст Мах, тогда еще только выступавший на поприще мысли, определил физическую теорию как абстрактное и обобщенное описание явлений природы. Рассуждая историко-философски, это событие не было ни великим, ни даже значительным. Оно не подарило философии ни новых методов, ни новых мыслей, но общественно, в мировоззрении широких кругов, образующих собою философскую атмосферу и больших мыслителей, этот 1872-й год можно считать поворотным: в напыщенной стройности материалистической метафизики, всеильно и нетерпимо диктаторствовавшей над сердцами тут что-то хрястнуло. Где-то произошла не то снисходительная улыбочка, не то смешок. И хотя, по провинциям мысли, и доныне встретишь иногда запоздалого мародера, твердящего о добрых старых временах «научного миропонимания», однако тогда, именно тогда начал осыпаться этот бутафорский дворец».<sup>3</sup>

<sup>2</sup> Относительно способа полемики в этой книге достаточно привести выдержку из рецензии на нее Л.И. Аксельрод, опубликованную в журнале «Современный мир» (1909, июль, № 7): «Не соответствуют истине и потому особенно грубы и возмутительны эпитеты ... Авенариус - «кривляка» ..., «имманенты» - «философские Меньшиковы» ... Или такой перл: «Петухи Бюхнеры, Дюринги и К<sup>о</sup> (вместе с Леклером, Махом, Авенариусом и пр.) не умели выделить из навозной кучи абсолютного идеализма» «диалектики - этого жемчужного зерна»... Уму непостижимо, как это можно нечто подобное написать, написавши не зачеркнуть, а не зачеркнувши, не потребовать с нетерпением корректуры для устранения таких грубых и нелепых сравнений». В других рецензиях на эту книгу приведены образцы еще целого ряда таких, например, ругательств, как - «беспредельное тупоумие мешанина «Маха». (Рецензии цитируются по: Ленин В.И. Соч. Т. XIII. Изд. 3-е. Партиздат ЦК ВКП (б), 1935, с. 332 и далее).

<sup>3</sup> Флоренский П.А. Соч. Т. 2. М.: Правда, 1990, с. 109.

Нужно иметь в виду, что неопозитивистская программа логического анализа структуры науки опиралась также на реальные достижения в этой области, полученные прежде всего на материале исследования строения и обоснования математических теорий средствами математической логики. Огромное значение имели исследования оснований геометрии, проведенные в начале 20 в. знаменитым немецким математиком Давидом Гильбертом.

**Гильберт проанализировал концептуальную структуру геометрии** и показал, что в ее основе лежит небольшое число основополагающих предложений, принимаемых без доказательства - *аксиом*, из которых с помощью определенных логических принципов выводится строение всей теории в целом. Такого рода аксиоматические структуры составляют костяк многих современных научных теорий (статики, механики, термодинамики и т.д.), но самым простым и древнейшим примером ее является классическая элементарная геометрия Евклида. Он выделил пять групп аксиом: отношения, порядка, конгруэнтности, параллельности, непрерывности, основанные на понятиях „лежать между“, „конгруэнтный (равный)“, „параллельный“, „непрерывный“. Эти понятия описывают связи между тремя различными группами систем предметов - точками, прямыми и плоскостями. Точки называются также элементами линейной геометрии, точки и прямые - элементами плоскостной геометрии, а точки, прямые и плоскости - пространственной геометрии.

Далее Гильберт проанализировал противоречивость и взаимную независимость аксиом геометрии. *Непротиворечивость* означает, что аксиомы пяти вышеназванных групп аксиом не находятся в противоречии друг с другом, т.е. с помощью логического вывода невозможно из одного и того же вывести факт, который противоречит одной из этих аксиом. Что касается *независимости* аксиом, то оказывается, что никакие существенные части вышеназванных групп аксиом не могут быть выведены логическим способом из каждой раз предьявляемой нам группы данных аксиом. Гильберт установил, что для первых трех групп аксиом легко найти доказательство из взаимной независимости, а аксиомы первой и второй групп лежат в основе остальных аксиом и поэтому доказательство должно концентрироваться вокруг независимости третьей, четвертой и пятой групп. Доказывая независимость аксиом параллельности, Гильберт показывает каким образом возможны различные виды неевклидовой геометрии и анализирует их основания. Однако все они имеют аналогическую аксиоматическую структуру. И именно **в евклидовой геометрии мы можем найти первую аксиоматическую теорию**, в которой объединяются многочисленные закономерности, касающиеся положения, порядка и величины пространственных тел и плоских фигур, и которая исходит из небольшого числа основополагающих понятий и принципов, а все остальное выводится из них строго логически. Гильберт делает следующий вывод: „Геометрия является ничем иным как ветвью, причем древнейшей ветвью физики; геометрические истины представлены лишь несколько иначе или другого рода, чем физические“.<sup>4</sup> По его мнению, *простейшие геометрические положения доказуемы на опыте* и, поэтому, *пифагорейские тезисы и ньютоновские законы тяготения имеют один и тот же характер*, а известные с древних времен и изучаемые в школе утверждения элементарной геометрии и закон взаимодействия масс - не только утверждения одного и того же характера, но лишь части того же самого закона.

Это влияние особенно отчетливо видно в следующих утверждениях одного из ведущих представителей неопозитивизма Карла Гемпеля<sup>5</sup>:

<sup>4</sup> Hilbert D. Grundlagen der Geometrie. Stuttgart: B.G. Teubner Verlagsgesellschaft m.b.H., 1956, S. 2, 34, 38, 89.

<sup>5</sup> Карл Гемпель (1905-1997) – немецкий и американский философ, член Берлинской группы, примыкавшей к Венскому кружку, с 1937 года - профессор Йельского и Принстонского университетов.

«В качестве примера полностью аксиоматизированной теории, которая имеет фундаментальное значение для науки, рассматривается геометрия Евклида. Ее развитие в качестве „чистой геометрии“, т.е. как неинтерпретированной аксиоматической системы, является совершенно независимой от ее интерпретации в физике и ее использования в навигации, топографических работах и т.д. ... Физическая геометрия, т.е. теория, в которой идет речь о пространственных аспектах физических феноменов состоит из системы чистой геометрии в силу того, что существует специфическая интерпретация этой корневой системы в физических терминах». В качестве физической пары по отношению к евклидовой геометрии выступает физическая система, в которой величина объектов является незначительной по сравнению с их удаленностью друг от друга. Тогда *точки могут быть интерпретированы* и как булабочные головки или узелки на нитке и как планеты, звезды и даже целые галактики, где прямыми их соединяющими являются лучи света. Такого рода *интерпретации преобразуют постулаты и теоремы чистой геометрии в предложения физики*. Сегодня нам известны не только евклидова форма геометрии, но и ее различные, так называемые, неевклидовы варианты. Неевклидовы геометрии также нашли свою физическую интерпретацию, но уже в общей теории относительности.

*Hempel C. Grundzüge der Begriffsbildung in der empirischen Wissenschaft. Düsseldorf: Bertelsmann Universitätsverlag, 1974, S. 37, 38, 39*

Итак, главная идея неопозитивизма заключалась в том, чтобы распространить выработанные в математической логике средства анализа для исследования языка науки вообще и физической теории прежде всего. В качестве единицы методологического анализа была выбрана единичная теория, понимаемая как множество высказываний, включающих в себя язык наблюдения (эмпирический уровень), теоретические конструкты и словарь логических терминов (метатеоретический уровень). Последние не несут в себе знания о какой-либо реальности, поскольку ориентированы на описание самой теории.

<b>ТРАДИЦИОННАЯ ФИЛОСОФИЯ</b> (критика неопозитивистами)	<b>НЕОПОЗИТИВИЗМ</b> (программа философии науки)	<b>ПОСТПОЗИТИВИЗМ</b> (новая программа на базе критики неопозитивизма)
«Натурфилософия» в роли философии науки, утверждения которой невозможно проверить, т.к. они являются спекулятивным творчеством и фантазией; «Спекулятивная философия» как закрытая система пытается дать псевдонаучные объяснения всем явлениям, составляющим предмет позитивной науки; В основе ее лежит философская онтология как учение об основаниях бытия, описывающее общие характеристики мира; Традиционные метафизические тезисы не имеют когнитивного содержания («метафизика» содержит лишь набор бессмысленных слов);	Философия науки сводится к методологии, понимаемой как логический анализ науки; <i>верифицируемость</i> – потенциальная проверяемость теоретических высказываний; Научная философия как открытая система играет по отношению к науке лишь методологическую роль, не делая за нее какие-либо выводов; демаркация науки от «метафизики»; В основе ее лежит логический анализ языка науки и принцип <i>редукционизма</i> – явного определения теоретического языка на базе языка наблюдения; Философская рефлексия основных понятий и высказываний конкретной науки, логический анализ <i>отдельных</i> прежде всего аксиоматически построенных теорий; <i>физикализм</i> – сведение всех теорий к развитому языку математической экспериментальной физики;	Использование историко-научного, методологического, психологического, социологического подходов к анализу науки, причем логический -занимает подчиненное место; Философские концепции тесно взаимосвязаны с конкретно-научным знанием и не только оказывают стимулирующее воздействие на развитие науки, но органично входят в само тело науки; В науке важное место занимают наряду с языковыми высказываниями также аналоговые и иконические модели, наглядные схемы и мысленные эксперименты; Анализируются не только аксиоматизированные теории (формализация не может рассматриваться как идеал зрелого научного знания) и не отдельные теории, а их комплексы, исследовательские программы, научные дисциплины и т.п.;



<p><i>Рационализм</i> (разум является независимым источником познания физического мира) и <i>эмпиризм</i> (наблюдение является собственным источником и последней инстанцией всех знаний) как конкурирующие школы;</p>	<p><i>Логический эмпиризм</i> – использование рациональных методов для объяснения материала наблюдений; убеждение, что существуют абсолютно достоверные, не отягощенные теоретической интерпретацией, самоочевидные утверждения наблюдения, на которых может быть обосновано здание науки;</p> <p><i>Антиисторизм</i> – убеждение, что путем выявления структурно-логических отношений элементов гипотетико-дедуктивной теории можно сконструировать идеальную модель научного знания и объяснить его историю как <i>кумулятивный</i> процесс.</p>	<p>Научное знание целостно по своей природе, его нельзя разбить на независимые теоретический и эмпирический уровни, а любое утверждение наблюдения является теоретически нагруженным;</p> <p>Динамика научного знания не строго кумулятивный процесс; задача философии науки строить динамические модели роста научного знания на основе содержательного анализа реальной истории науки.</p>
--	--	--

Таким образом основными исходными пунктами неопозитивистской концепции науки были редукционизм, физикализм и демаркация науки от метафизики.

*Редукционизм* в первоначальном виде означал, что теоретический словарь определяется эксплицитно с помощью правил соответствия на базе языка наблюдения. Этот принцип получил название верификации, т.е. проверки всех теоретических утверждений на их соответствие опыту, или эмпирическим высказываниям. По первоначальному замыслу все теоретические понятия и высказывания, не несущие в себе эмпирического содержания должны быть устранены из науки. Однако, как показали попытки реализации этого принципа, пунктуальное следование ему привело бы к устранению из науки многих очень важных, хотя и эмпирически непроверяемых непосредственно понятий и утверждений, а, кроме того, сама такого рода проверка не всегда возможна. Поэтому принцип верификации был заменен принципом верифицируемости, т.е. потенциальной проверяемости теоретических высказываний и их так называемой частичной и косвенной интерпретации. В последнем случае эмпирической проверке подвергается теория в целом, а не ее отдельные высказывания и понятия. Ослабление редукционизма заключалось также в утверждении, что правила соответствия, представляющие собой мост между теоретическим и эмпирическим знанием, лишь частично определяют теоретические термины.

*Физикализм*, как программа создания унифицированной науки, заключался в идее сведения всех различных языков науки (химического, биологического, психологического, социологического и других) к языку физики (2-ая ступень редукции), а через него, как наиболее легко верифицируемого, к языку наблюдения (1-ая ступень редукции). Примером может быть сведение термодинамики к механике или биологии и химии к физике. Это выразилось в широко известном высказывании, что язык физики является универсальным языком науки. Попытки реализовать данную программу сведения "вторичных наук" к "первичной науке" привели к распространению логико-математического образа науки сначала на физику, а затем и на другие естественные (например, биологию) и даже социальные (например, экономику) науки. Трудно сказать насколько позитивным оказался этот опыт (вероятно, отчасти этим идеями мы обязаны, например, появлению бихевиоризма в психологии или социальной физики), однако негативный результат привел к практически полному отказу научного сообщества от этой первоначально выдвинутой программы. По словам Нагеля, например, целью редукции является доказательство, что законы или общие основополагающие высказывания вторичной науки являются просто

логическими следствиями из предположений первичной науки. Это означает, что постулируется неизменность значения в процессе такой редукции. Критики неопозитивизма, например, Фейерабенд, отмечают, что инвариантность значения понятий в различных теориях принимается позитивистами без доказательства. Кроме того, оказалось не совсем ясно, насколько достоверным может рассматриваться сам эмпирический язык науки, его атомарные факты и так называемые протокольные высказывания, фиксирующие простейшие наблюдаемые и экспериментальные ситуации; что гарантирует их столь некритически принятую абсолютную достоверность, позволяющую считать их основанием науки; в какой степени этот язык вообще может рассматриваться независимо от теоретического языка, несвязанным определенными теоретическими предпочтениями.

То же самое можно сказать и о выдвинутой в весьма жесткой форме *проблеме демаркации науки от метафизики*, или разграничения философии и науки. Согласно исходному требованию все философские теории и высказывания должны быть удалены из науки как бессмысленные, так как они вообще не могут быть верифицированы, т.е. нельзя судить об их истинности или ложности. В науку могут быть допущены лишь логические термины и высказывания, являющиеся метатеоретическими (рис. 2).

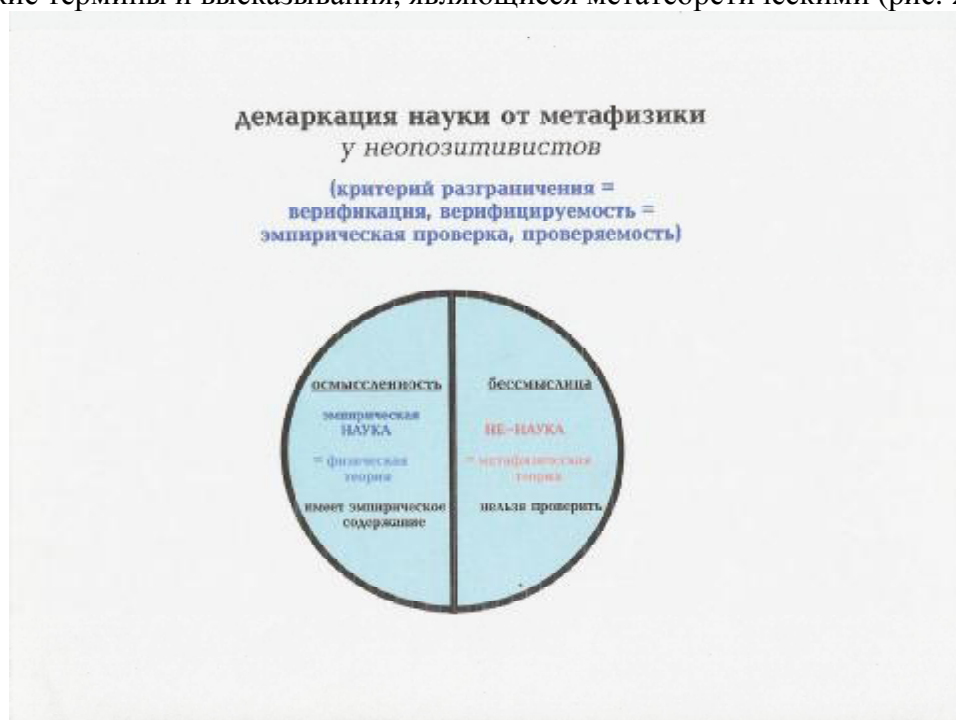


Рис. 2

Карл Поппер ослабил это требование, считая философские утверждения, хотя и не верифицируемыми и не принадлежащими эмпирической науке, но все же осмысленными (рис. 3).



Рис. 3

Многие философы науки, такие как Койре, Лакатос, Фейерабенд и другие, считают даже, что философская рефлексия над наукой оказывает существенное влияние на ее развитие и необходим совместный анализ развития науки и философских воззрений.

Во всяком случае можно сказать, что исходя из этих во многом ложных предпосылок, а часто вопреки им в работах неопозитивистов (Р. Карнапа, Г. Фейгля, Ф. Франка, Г. Райхенбаха, К. Гемпеля, Э. Нагеля и других) сформировалась определенная и достаточно цельная *философско-методологическая* концепция науки, или лучше сказать научной теории, получившая название «стандартной концепции». Все они, как правило, пришли в философию из различных областей науки, но работали главным образом в философской сфере, или вернее на стыке философии и конкретных наук.

Рудольф Карнап (1891-1970), например, в своих воспоминаниях следующим образом характеризует эту ситуацию. Он сам изучал первоначально философию и математику, слушал лекции Готлиба Фреге, находящиеся на границе символической логики и оснований математики, затем физику и философию. Во время первой мировой войны даже работал в военном институте над проблемой разработки беспроводного телеграфа и телефона. После войны он написал свою докторскую работу "Пространство. Вклад в учение о науке"<sup>6</sup>.

В этой работе показано, что математики, физики и философы используют одно и то же понятие "пространство" в трех совершенно различных смыслах, а именно формального, созерцательного и физического пространства. Формальное пространство представляет собой абстрактную систему, поэтому наши знания о нем - логического свойства. Созерцательное пространство аналогично кантовскому "чистому созерцанию", основанному, однако, не на трехмерной евклидовой структуре, которая, по мнению Карнапа, является чересчур эмпирической, а на известных топологических свойствах. Знание о физическом пространстве является полностью эмпирическим.

Целью работы было исследование роли неевклидовой геометрии в теории Эйнштейна. Когда Карнап показал набросок этой работы профессору физики, то тот, отметив интересный замысел, отправил автора на кафедру философии, где в свою очередь ему сказали, что тема больше подходит к физике.

<sup>6</sup> Rudolf Carnap. Der Raum. Ein Beitrag zur Wissenschaftslehre. Berlin: Verlag von Reuther & Reichard, 1922

Карнап отмечает огромное влияние, которое оказала на него и других представителей, так называемого Венского кружка, книга Рассела и Уайтхеда "Принципы математики", теория относительности Эйнштейна, а также "Логико-философский трактат" Витгенштейна.

Венский кружок был основан Морицем Шликом<sup>7</sup>, также пришедшим в философию из физики и занявшим в 1922 году кафедру философии индуктивных наук, которую до него занимали известные ученые Эрнст Мах и Людвиг Больцман. В 1926 году Шлик пригласил на эту кафедру и Карнапа<sup>8</sup>. К Венскому кружку принадлежали также немецкий физик и философ Райхенбах, экономист Хан, социолог Нейрат, философ Виктор Крафт, ученые более молодого поколения Вайсманн и Фейгль, а позже к нему примкнули математики Менгер, Гёдель и Бергманн. По мнению Карнапа, плодотворной совместной работе способствовало наряду с философским специальное научное образование всех членов кружка и знание современной символической логики. Все члены кружка были едины в отрицании традиционной метафизики и стремились использовать в дискуссиях не высказывания из традиционного философского языка, а точный язык логики, математики и эмпирической науки. Как отмечает в своей автобиографии «Мой путь в философию» Карнап, на его скептическое отношение к метафизике повлияли антиметафизические настроения таких ученых, как Кирхгоф, Герц и Мах, а также философов - Авенариуса, Рассела и Витгенштейна, что привело его к оценке традиционных метафизических тезисов не только как ненужных, но и как не имеющих какого-либо когнитивного содержания. Однако, по его мнению, тогдашнее обозначение этих тезисов как "бессмысленных" вызвало ненужное сопротивление даже тех философов, которые придерживались аналогичных позиций, поэтому, точнее говоря, было бы лучше назвать их не имеющими теоретического значения<sup>9</sup>.

Наиболее рельефно структура научной теории в качестве единицы методологического анализа была представлена К. Гемпелем в модели теории как сложной сети. Ее термины - это узлы, нити, связывающие их, - определения и гипотезы, входящие в теорию. Вся эта сеть держится над плоскостью наблюдения и закрепляется с помощью правил интерпретации - нитей, не являющихся частью самой сети. Функционирование теории согласно этой модели происходит за счет движения от плоскости наблюдения через интерпретационные нити к теоретическим терминам, далее с помощью определений и гипотез - к другим пунктам теоретической сети, а от них опять через интерпретационные нити спускается к плоскости наблюдения (рис. 4). Эрнст Нагель в своем фундаментальном труде «Структура науки»<sup>10</sup> также выделяет три компонента всякой научной теории: (1) абстрактное исчисление, т.е. явным образом определенный на основе базисных понятий логический скелет теоретической системы, (2) множество правил, связывающих это абстрактное исчисление с эмпирическим

<sup>7</sup> *Венский кружок* представлял собой группу ученых и философов, основанную в 1923 году в Вене и составивших ядро того направления в философии науки, которое получило название неопозитивизма или логического позитивизма. Основателем этой группы считается немецкий философ и физик Мориц Шлик (1882-1936). Шлик изучал физику в Берлине у Макса Планка, где он в 1904 году защитил свою первую диссертацию. Вторая его диссертация, которую он защитил в Росток в 1911 году, была посвящена исследованию понятия истины в современной логике. Шлик был с 1917 по 1921 гг. профессором в Росток, с 1921 по 1922 - в Киле, а с 1922 года занял кафедру философии индуктивных наук в Венском университете, созданную специально для Эрнста Маха в 1895 году. Кроме того дважды в 1929 и в 1931/32 гг. он был приглашен гостевым профессором в Калифорнийский университет (США). (Подробнее см.: Виктор Крафт. Венский кружок. Возникновение неопозитивизма. М.: Идея-Пресс, 2003).

<sup>8</sup> Рудольф Карнап (1891-1970) с 1931 по 1935 гг. работал на естественнонаучном факультете Немецкого университета в Праге по приглашению Филиппа Франка (1884 - 1966), физика и философа, который с 1938 года стал профессором Гарвардского университета (США). В 1935 году Карнап иммигрирует в США, где остается до конца своей жизни, став с 1941 г. американским гражданином. В 1936-1952 гг. Карнап - профессор Чикагского университета, в 1952-54 гг. - научный сотрудник в Принстоне, а в 1954-61 гг. - профессор в Лос Анжелесе (Калифорния, США).

<sup>9</sup> Rudolf Carnap. *Mein Weg in die Philosophie*. Stuttgart: Philipp Reclam, 1993

<sup>10</sup> E. Nagel. *The structure of science. Problems in the logic of scientific explanation*. London: Routledge & Kegan Paul, 1971, p. 90-97. Эрнст Нагель (1901-1985) родился в Праге, эмигрировал с родителями в США, где учился и был профессором философии Колумбийского университета.

содержанием, т.е. конкретным материалом наблюдений и экспериментов (например, теоретическое понятие «перескок электрона» с одной орбиты на другую связывается с экспериментальным понятием спектральной линии), и (3) интерпретацию этого исчисления (правила соответствия), т.е. явное определение какого-либо теоретического понятия в терминах наблюдения. Карнап, однако, отмечает, что если для простых теоретических понятий, таких, как длина, можно дать определение с помощью эмпирической процедуры, то понятие электрона, «настолько далеко от непосредственных, простых наблюдений, что лучше всего сохранить его в виде теоретического термина, допускающего модификации благодаря новым наблюдениям».<sup>11</sup>

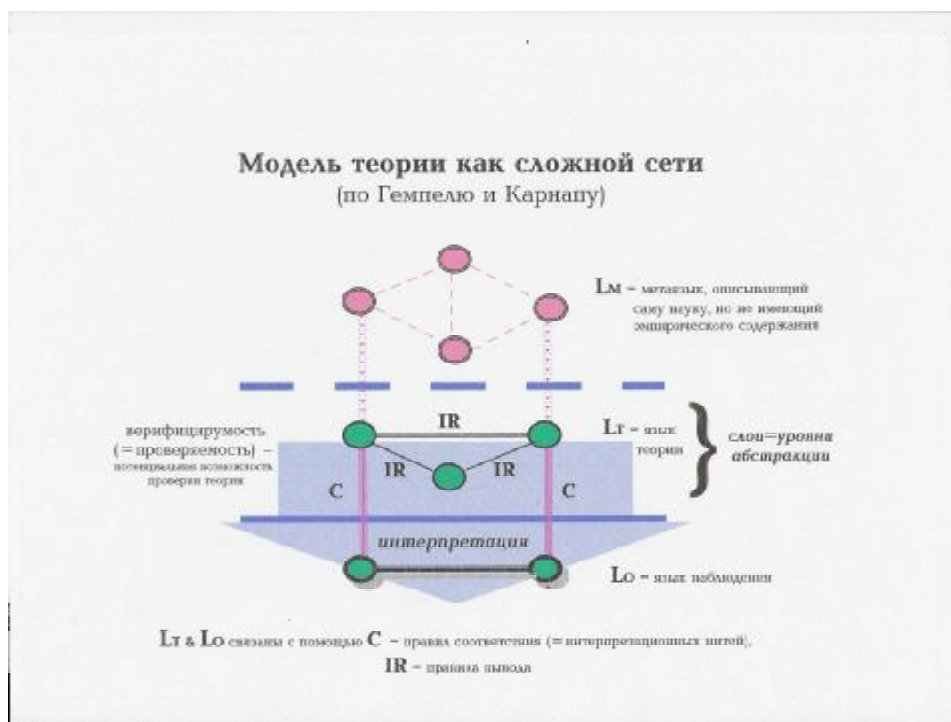


Рис. 4

Р. Карнап строит аналогичную послойную модель научной теории. Первоначально используется двухслойная модель, состоящая из языка наблюдения и теоретического языка. Наука начинается непосредственно с наблюдаемых фактов. Предметный язык наблюдения отражает непосредственные ситуации наблюдения. Высказывания наблюдения (протокольные предложения) являются абсолютно подтверждаемыми, имеют полностью определенное эмпирическое содержание и могут быть результатом индуктивных обобщений. Первоначально неопозитивисты основывали их на субъективных чувственных данных и ощущениях какого-либо отдельного имеющего восприятия существа, позднее ими формулируется принцип интерсубъективности высказываний наблюдения. Регулярности не наблюдаются непосредственно, а обнаруживаются лишь тогда, когда наблюдения сравниваются друг с другом. Эти регулярности выражаются с помощью утверждений, называемых законами, которые используются для описания и объяснения уже известных и предсказания еще неизвестных фактов. Научный факт - это единичное, а закон - универсальное утверждение, включающее в себя:

- эмпирические обобщения, которые содержат непосредственно наблюдаемые или измеримые сравнительно простым, непосредственным путем термины;
- теоретические (абстрактные или гипотетические законы), которые имеют дело с теоретическими понятиями о ненаблюдаемых непосредственно объектах (таких, например, как электрические частицы или электромагнитное поле).

<sup>11</sup> Р. Карнап. *Философские основания физики*. М.: Прогресс, 1971, с. 319

Теоретический словарь содержит исходные (логические и дескриптивные) константы и переменные; правила построения предложений (формул); аксиомы (принимаемые без доказательства), теоремы и правила вывода теорем из аксиом. Таким образом, физическая теория может быть аналитически разложена на абстрактное исчисление, постулаты которого являются не высказываниями, а основополагающими понятиями, неявно определяющими данную теоретическую систему, и правил соответствия, соединяющими теоретические понятия с опытом наблюдения или экспериментальными понятиями и создающими возможность применять теорию в качестве инструмента объяснения и предсказания, а также исследовать ее истинность или ложность. В этом и состоит отличие дедуктивных систем физики от теорий в математике, где не требуется обращения к действительному миру. Целью эмпирической науки является классификация и предсказание результатов наблюдения, а особенностью современной науки является наличие в ней математики (математизированной теории) и экспериментального метода.

В науке могут быть выделены количественные и качественные законы. Количественный язык вводит символы для функций, имеющих числовое значение, а к закону в численной форме можно применить математику (дедуктивный вывод) и таким способом делать предсказания. Причем количественный метод позволяет выражать законы в виде математических функций, благодаря чему предсказания могут быть сделаны наиболее эффективным и точным способом.

Все эмпирическое познание в конечном счете основывается на наблюдениях, которые могут быть пассивными и активными. Последние представляют собой эксперимент. Вместо того, чтобы ждать, когда природа обеспечит нам необходимую ситуацию наблюдения, мы пытаемся ее создать сами. Общие черты экспериментального метода являются следующими;

- он основывается на количественных понятиях, которые могут быть точно измерены,
- выделяются существенные факторы, а несущественные не принимаются во внимание (их влияние на эксперимент считается незначительным),
- одни существенные факторы принимаются за постоянные, другие изменяются.

Также как отдельные единичные факты должны занять свое место в упорядоченной схеме, когда они обобщаются в эмпирическом законе, так и единичные и обособленные эмпирические законы приспособляются к упорядоченной схеме теоретического закона. Однако теории выдвигаются не в качестве обобщения фактов, а как гипотеза, которая затем проверяется, т.е. из нее выводятся некоторые эмпирические законы, в свою очередь проверяемые с помощью наблюдаемых фактов. Подтверждение таких выводных законов обеспечивает косвенное подтверждение теоретическому закону. Изящество и простота теоретической системы имеют большое значение, но главное - это предсказательная сила теории, т.е. возможность предсказывать новые эмпирические законы. При этом никакая гипотеза не может претендовать на научность, если не существует возможность ее проверки. Правила соответствия в принципе и позволяют подтвердить теорию.

На более поздних этапах эта двухслойная модель заменяется многослойной, дополняется новыми промежуточными слоями. По Карнапу, например, - это диспозиционные (операциональные) термины, которые могут быть получены из языка наблюдения за один или несколько шагов в отличие от теоретических конструктов, сохраняющих значительную неполноту интерпретации, получаемую в значительной степени косвенным путем.

Вся последующая за неопозитивистами традиция философии науки, получившая название постпозитивистской, выросла на отрицании и критике этих исходных принципов неопозитивизма прежде всего за:

- во-первых, узкий эмпиризм в понимании научного знания, т.е. иллюзию, что существуют некие абсолютно достоверные, не отягощенные никакой теоретической интерпретацией, самоочевидные истинные утверждения наблюдения (протокольные высказывания), на основе которых с помощью логической дедукции может быть обосновано все здание науки;
- во-вторых, антиисторизм - ложное убеждение в том, что путем выявления структурно-логических взаимоотношений между элементами гипотетико-дедуктивной теории можно не только сконструировать идеальную модель

современного научного знания, но и объяснить его историю как чисто кумулятивный процесс создания все более общих теорий.

При этом неопозитивисты считали, что для разработки логико-методологической структуры не требуется обращение к историко-научному материалу. Это совсем не означает, что они не использовали или не хотели знать историю науки. Просто она не становилась для них объектом специального логико-методологического исследования, служив лишь иллюстрацией к уже полученным результатам анализа актуального состояния наиболее развитой на сегодня науки, а именно - математики и физики. Теории же не достигшие аксиоматического идеала рассматривались как неполноценные, как своего рода преднаука, что логически приводило к кумулятивной концепции развития науки как простого накопления научного знания при неизменности ее жесткой аксиоматической структуры.

### **Неопозитивистская интерпретация Коперниканской революции (по Рейхенбаху)<sup>12</sup>**

Согласно Рейхенбаху то, что Аристотель знал о структуре мира, было недостаточно для формулировки общих законов. Его астрономия покоится на геоцентрической системе мира, согласно которой центром Вселенной является Земля. Никто не обвиняет его в том, что он еще ничего не знал о вещах, которые могли быть открыты лишь с помощью телескопа или микроскопа. Однако если он и не мог знать этих вещей, то его ошибкой было замещение объяснения плохими аналогиями. Точно также как и другие космологии его времени, например, учение об идеях Платона, являющееся не наукой, а поэзией, учение Аристотеля является продуктом фантазии, а не логического анализа. Платоновская космология, изложенная им в „Тимее“, отличается от наивной сказки лишь абстрактным языком, которым она написана. *У древних греков и не было науки, которую можно было бы сравнить с нашей физикой*, а Платон не знал, чего можно достичь с помощью комбинирования математики с наблюдением. Все же даже ко времени Платона была развита одна область естествознания, а именно астрономия, имевшая огромный успех в этом отношении. С помощью тщательных наблюдений и геометрических соотношений были уже с очень высокой точностью установлены математические законы обращения звезд и планет. Платон, однако, не был склонен признать вклад наблюдения в астрономию, и стоял на том, что астрономия лишь постольку является наукой, поскольку движение звезд познается с помощью разума и интеллекта. Наблюдения за звездами не могут многого сказать о законах, которые определяют их обращение, поскольку их действительное движение является несовершенным и не строго управляется этими законами. Платон говорит, что предположение о том, что действительное движение звезд вечно и не имеет погрешностей, является абсурдным. Он очень четко отзывается об астрономах-наблюдателях: те, кто пытается глядеть вверх или бросать взгляд вниз, чтобы что-нибудь научно схватить с помощью чувственных восприятий, никогда и нигде ничего не изучит научно, поскольку нечто такого рода вообще не имеет ничего общего со „знанием“; вместо того, чтобы наблюдать за звездами, мы должны пытаться открыть законы их движения с помощью размышления. Сильнее, чем с помощью этих слов, которые выражают убеждение, что знания о природе не требуют никаких наблюдений и возможны с помощью одного лишь разума, почти невозможно отбросить в сторону эмпирическую науку.

По Рейхенбаху греки имели успех лишь в тех науках, в которых они могли применить математические методы. Их астрономические открытия были собраны в системе Птолемея, александрийского ученого второго века нашей эры, который доказывал, что Земля является шаром. Он сопоставил прошлые астрономические наблюдения с геометрическими доказательствами, однако, отталкивался от того, что движется не Земля, а вращаются небесные сферы и вместе с ними солнце, луна и звезды. По этим сферам допускались также независимые движения, поскольку солнце и луна не имели какого-либо закрепленного за ними места под

<sup>12</sup> Ханс Райхенбах (1891-1953) - немецкий философ, представитель логического позитивизма (неопозитивизма). Он защитил первую свою диссертацию в Эрлангене, а вторую - в Штуттгарте. В 1926-33 гг. он был профессором в Берлине, в 1933-38 гг. - в Стамбуле (Турция), а в 1938-53 гг. - Лос Анжелесе (США). Райхенбах находился в тесном контакте с представителями Венского кружка, в то же время участвовал в основании, так называемой, Берлинской группы неопозитивистов.

звездами, а двигались по своим собственным круговым орбитам. Планеты описывали кривые необычной формы, которые, по Птолемею, были результатом двойного кругового движения. Эти движения происходили одновременно и их можно себе представить на примере движения человека, сидящего на карусели, которая смонтирована на еще большем эксцентрическом круге. Рейхенбах отмечает, что Птолемея астрономическая система, называемая также геоцентрической, используется сегодня лишь для того, чтобы отвечать на все астрономические вопросы, связанные с только с картиной звездного неба (см. рис. 5), т.е. в особенности в связи с навигационными проблемами. Эта практическая применимость системы Птолемея показывает, что она была в высокой степени истинной.

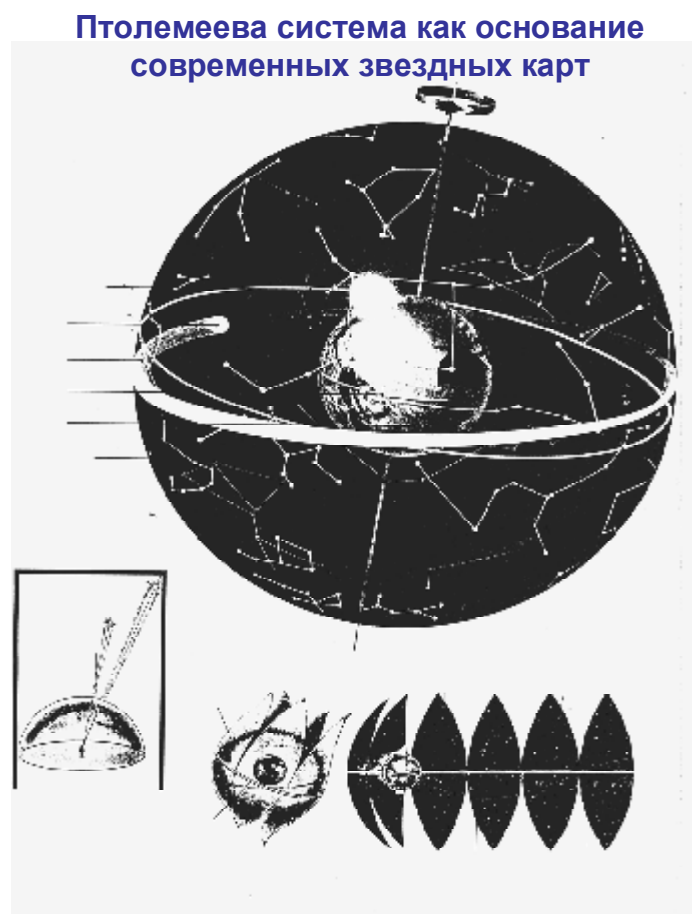


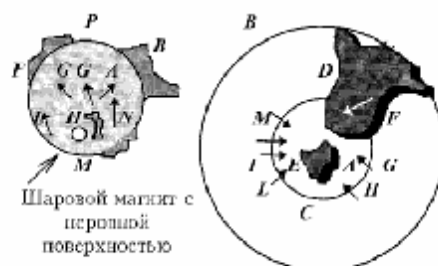
Рис. 5

Представление о том, что солнце находится в состоянии покоя, а Земля и планеты движутся вокруг него, было не знакомо грекам. Хотя Аристарх Самосский еще в 200 году до нашей эры разработал гелиоцентрическую систему, его современники не могли оценить эту истину. Греческие астрономы не могли последовать Аристарху, так как в это время механика была еще весьма несовершенной. Птолемей утверждал в противоположность Аристарху, что Земля должна покоиться, так как в противном случае падающий камень будет двигаться по направлению к Земле не перпендикулярно, а птицы в воздухе запаздывали бы за движущейся землей и приземлялись бы на ее поверхности на другое место, но только в 17 столетии был проделан эксперимент, показавший ошибочность аргументов Птолемея.



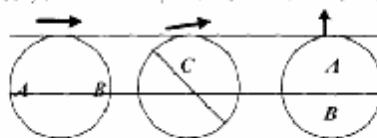
Французский аббат Гассенди провел *эксперимент на движущемся корабле*, сбросив с мачты на палубу камень, который упал точно к подножию мачты. Если бы механика Птолемея была истинной, камень упал бы далеко позади нее. Гассенди тем самым *экспериментально подтвердил* незадолго до того открытый Галилеем *закон свободного падения*, согласно которому падающий камень заключает движение корабля уже в самом себе и сохраняет его во время падения. Рейхенбах задается вопросом, почему же Птолемей не провел эксперимента, аналогичного эксперименту Гассенди? По этому поводу, считает он, можно ответить лишь следующее: *грекам вообще не приходила в голову мысль о научном эксперименте в отличие от простого наблюдения и измерения*. Эксперимент - это вопрос, поставленный природе; научный эксперимент изолирует отдельные факторы друг от друга. С помощью таких искусственных событий в рамках планируемого эксперимента сложные явления природы разлагаются на отдельные части.

Именно с Галилея, по Рейхенбаху, начинается эпоха современной науки. Он является творцом количественного и экспериментального метода. В том эксперименте, с помощью которого он установил свой закон свободного падения, и был создан такой метод, который соединил воедино эксперимент с измерением и математической формулировкой. Вместе с Галилеем целое поколение ученых перешло к использованию эксперимента для научных целей. Телескоп, например, был изобретен голландским шлифовальщиком линз и Галилеем в Италии был использован впервые для наблюдения за небом. Другой итальянец, Торичелли, ученик Галилея, изобрел барометр и показал, что воздух оказывает давление, которое, как показали более поздние экспериментаторы, уменьшается с увеличением высоты. Герике в Германии изобрел воздушный насос, Вильям Гильберт, дворцовый врач королевы Елизаветы, провел исследования магнетизма и опубликовал его результаты (см. рис. 6). Так наблюдения и эксперименты создали совершенно новый мир научных фактов и законов.

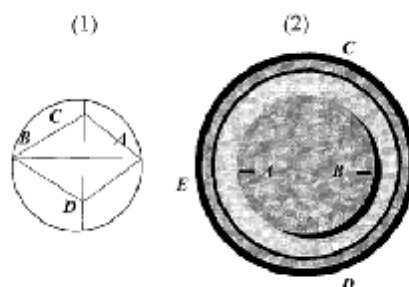


Шаровой магнит с  
нерегулярной  
поверхностью

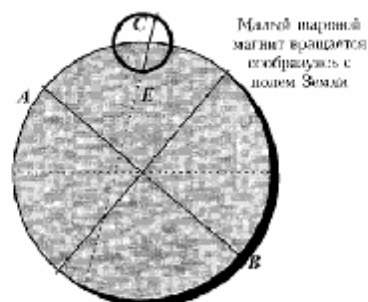
Положение магнитных стрелок на земной поверхности на одной и той же геомагнитной широте, в зависимости от возвышенных мест земного шара: *A* - полюс Земли, *B* - экватор, *C* - параллельный круг на широте в  $30^\circ$ , *D* - большая возвышенность, вытянутая к полюсу, *E* - другая возвышенность, вытянутая от полюса к экватору, *F* - стрелка, находящаяся в середине *D* и явно не подверженная вариации, *G* - стрелка, отклоняющаяся очень сильно, а *H* - отклоняется мало, так как она дальше отстоит от *D*. Точно также стрелка *I*, помещенная прямо против *E*, не отклоняется от полюса, а *L* и *M* поворачиваются от полюса к возвышенности *E*.



Пояснение на модели (терелле)  
образования различных углов  
наклона



(1) Чертеж, поясняющий вращение Земли вокруг магнитной оси;  
(2) Вид сверху на деревянный сосуд, в котором на подложке из коры плавает шарообразный магнит



Малый шаровой  
магнит вращается  
по направлению к  
полюсам Земли

### Учение о магните *Вильяма Гильберта*

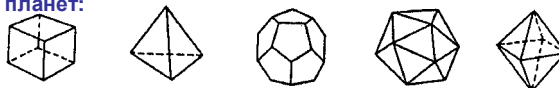
**Рис. 6.** Вильям Гильберт в труде „*О магните ...*“ (1600 г.) соотносит физические представления и экспериментально-технический опыт - знания, полученные в эксперименте с искусственно обработанным магнитом (тереллой), переносит их на природный, физический объект - Землю.

Первый шаг к научному исследованию составила классификация, но Фрэнсис Бэкон был не в состоянии разработать теорию индуктивного метода математической физики. Лишь Галилей, современник Бэкона, создал математический метод, который превзошел бэконовскую классификацию. Однако для развития действительно научного подхода, по мнению Рейхенбаха, должен был быть еще разработан метод математической гипотезы. Это впервые удалось Ньютону в его гравитационной теории, показавшей большое значение комбинирования дедуктивного и индуктивного методов.

Значение математического метода для понимания физического мира, метода, важность которого так ясно подчеркивалась в греческой астрономии, было подтверждено самим развитием современной науки. Однако в связи с экспериментом, как критерием истины, продуктивность этого метода была не только подтверждена, но и значительно расширена, что привело к успехам совершенно иного масштаба. Заслугой современной науки является создание гипотетико-дедуктивного метода (объяснительной индукции), представляющего объяснение в форме математической гипотезы, из которой могут быть дедуцированы наблюдаемые факты.

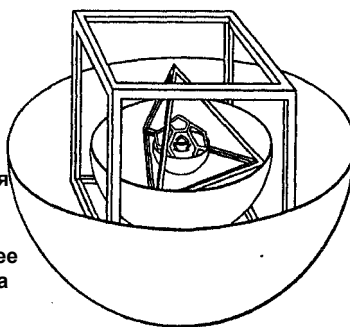
Открытие Коперника никогда бы не нашло единодушной поддержки ученых всего мира, если бы оно не было бы дополнено исследованиями Кеплера и не было бы, в конечном счете, включено в математическую теорию, которую представляет собой труд Исаака Ньютона. Кеплер, мистически настроенный математик, сделавший набросок подробного математического плана для доказательства гармонии вселенной, был достаточно умен, чтобы отказаться от своей первоначальной гипотезы, когда увидел, что согласно наблюдениям имеют место совершенно иные движения планет (рис. 7).

Кеплер в своей *Мировой гармонии* действительно достиг того, что его в картине мира построение Вселенной осуществляется с помощью 6 высших фигур: шара и 5 правильных тел. Для человека эпохи Ренессанса это строение мира представлялось божественным строительным планом устройства Космоса. Кеплер считал, что отдельные планеты могут быть описаны с помощью шара, а их орбиты - с помощью 5 платоновских тел. Он верил в то, что нашел решение упорядочения 5 - известных тогда - планет:



(a)

додокаэдру соответствует земная орбита, тетраэдру - Марса, кубу - Юпитера, экосаэдру - Сатурна, а октаэдру - Меркурия.



(b)

После открытия новых планет солнечной системы и более точного расчета их орбит это учение потеряло свое значение.

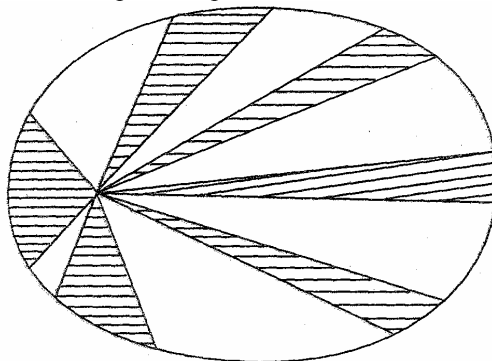
На рис. (a) показаны 5 регулярных тел-фигур: куб, тетраэдр, додекаэдр, икосаэдр и октаэдр, а на рис. (b) - модель Кеплера, в которой каждая из этих фигур вписана в соответствующую планетную орбиту и все они - в шаровидную сферу.

T. Kuhn. Die kopernikanische Revolution. Braunschweig/Wiesbaden: Friedr. Vieweg & Sohn, 1980, Bild. 42

Рис. 7

Таким образом он стал первооткрывателем трех знаменитых законов, по которым планетные орбиты являются не круговыми, а эллипсоидными.

Множественно перепроверял Кеплер данные наблюдений за движением Марса и все время приходил к тем же самым результатам. В одном из своих писем он даже написал о том, что если бы орбиты планет были эллиптической формы, то задача объяснения планетных движений была бы решена уже Архимедом и Аполлоном. Кеплер работает усердно дальше, собрав множество частичных данных, но общая картина все еще отсутствует. Отказаться от круговых орбит он все же еще не решается - так глубоко сидит в сознании исходная античная установка. Однако приведенные в порядок хаотические данные наблюдения, их систематическое представление больше не оставляют места для сомнения в том, что движение Марса происходит по эллиптической орбите, Солнце находится в фокусе эллипса (первый закон Кеплера). Если поверхности А и В одинаковы, то и время прохождения отрезков Т1 и Т2 будет одинаковым и наоборот, поскольку вблизи от Солнца планеты движутся быстрее (второй закон Кеплера – см. рис. 8):



**Рис. 8.** Заштрихованные площади, описанные радиусом-вектором планеты в равные промежутки времени, равны между собой.

**Рис. 9**

История ньютоновского открытия, для Рейхенбаха, является прекрасной иллюстрацией современного научного метода. Исходным пунктом этого метода - материал наблюдений, но наблюдения сами по себе еще не исчерпывают всего метода. Они дополняются математическим объяснением, которое выходит далеко за пределы наблюдаемого. Тогда это объяснение подчиняется математическим выводам, которые делают различные их следствия отчетливыми. Прежде всего данные следствия проверяются наблюдениями которые должны лишь ответить „да“ или „нет“ и поэтому такого рода метод является эмпирическим. Ньютон имел мужество отважиться на абстрактное объяснение, он, однако, был достаточно осторожным, не полностью ему доверяя, до тех пор, пока наблюдения подтвердили его. В своем дальнейшем развитии, которое происходило более, чем два столетия, теория Ньютона находила все новые и новые подтверждения.

Именно в гравитационной теории Ньютона коперниканская астрономическая революция получила завершение. Подлинным ее триумфом было теоретическое предсказание на основе математических расчетов в 1846 г. одновременно и независимо друг от друга французским математиком Лаверье и английским астрономом Адамсом существования неизвестной планеты, которая была причиной нерегулярности движения планеты Уран по своей орбите. Когда немецкий астроном Галле направил свой телескоп на место ночного неба, указанное в расчетах Лаверье, он увидел там маленькое пятнышко, положение которого каждую ночь немного менялось. Тем самым была открыта планета Нептун.

Таким образом математический метод подарил современной физике силу предсказания. По мнению Рейхенбаха, говоря об эмпирической науке, не следует забывать, что наблюдение и эксперимент лишь потому смогли построить современную науку, поскольку они опираются на математическую дедукцию. Математическая дедукция в связи с наблюдением является инструментом, который сделал возможным успех современной науки. Ньютонская физика отличается от представления индуктивной науки, развитого Фрэнсисом Бэконом, тем, что в ней

физические законы представлены в форме математических уравнений. Слова Галилея о том, что книга природы написана языком математики, подтвердились в последующие столетия в такой степени, в какой сам Галилей себе не мог даже представить. Математические законы выступают не только как инструмент упорядочения, но также и как предсказание наблюдений, предоставляя физикам власть смотреть в будущее.

„Астрономия с ее различными представлениями планетарной системы дает такого рода пример (диалектического закона): птолемеяевая теория геоцентрической вселенной, в которой Земля находится в центре универсума, была заменена коперниканской системой гелиоцентрической вселенной, в которой земля движется, а солнце покоится в центре. Эти обе противоположные системы сегодня преодолены и „синтезированы“ в релятивистском представлении Эйнштейна. После этого как геоцентрическая, так и гелиоцентрическая системы могут рассматриваться в качестве ее допустимых интерпретаций, если отказаться от утверждения об абсолютном движении“<sup>13</sup>.

Лакатос, критикуя позитивистскую модель науки в применении к коперниканской революции, указывает, на то, что для позитивистов предметом оценки являются отдельные гипотезы. Коперниканская революция является гипотезой, что Земля вращается вокруг Солнца, а не наоборот, или точнее, что системой отсчета является не Земля, а сфера неподвижных звезд. Таким образом, *с точки зрения позитивистов, превосходство коперниканской теории непосредственно базируется на эмпирическом основании*. Однако индуктивисты и конвенционалисты в рамках позитивистской позиции дают несколько отличные друг от друга интерпретации этого историко-научного события.

С точки зрения *строгих индуктивистов*, одна теория лучше другой, если первая в отличие от второй выведена из фактов (в противном случае обе теории являются чисто спекулятивными и обе имеют малую ценность). Лакатос критикует эту позицию, подчеркивая, что трудно утверждать выводимость Коперником его гелиоцентризма из фактов. Сегодня чаще признается, что и Птолемеяева и коперниканская теории противоречили известным в то время результатам наблюдения. „Птолемеяева теория не была очень точной. Так вычисленные местоположения Марса отличались от действительных иногда почти на 5<sup>0</sup>. Однако и предсказания положения планет Коперником были почти такими же неточными“<sup>14</sup>.

Если научная революция состоит в открытии новых данных и исходящих из них обобщений, коперниканской научной революции не существовало вовсе. *Вероятностные индуктивисты* утверждают, что одна теория лучше другой, если первая является более научной относительно всех доступных в данный момент времени данных. Однако, подчеркивает Лакатос, имеет место несколько неопубликованных попыток вычислить вероятность обеих теорий в плане имевшихся в 16 столетии данных и показать, что коперниканская теория была более вероятной. Все эти попытки потерпели неудачу. Поэтому если научная революция заключается в том, что предлагаемая новая теория, более вероятна, исходя из имеющихся данных, то коперниканской научной революции также не было.

С точки зрения *конвенционализма*, теории признаются по соглашению. Действительно, при желании факты можно запихнуть в любые теоретические рамки. Существует мнение, что одна теория лучше другой, если она проще, систематичнее, „экономнее“, чем ее конкурентка. Поразительная простота коперниканской теории небесных сфер признается неопровержимым фактом в истории науки от Галилея до Дюгема. Из этого делается следующий вывод о ее истинности. Лакатос считает, что огромная простота коперниканской теории была в не меньшей степени легендой, чем

<sup>13</sup> Hans Reichenbach. Der Aufstieg der wissenschaftlichen Philosophie. Braunschweig: Friedr. Vieweg & Sohn, 1968 (английское издание – 1951 г.), SS. 24, 32, 34, 35, 41-42, 83

<sup>14</sup> O. Gingerich. The Copernican Celebration. // *Science Year*, 1973, p. 266f

ее большая точность. Эта сказка распространялась в работах современных историков. Новое строение мироздания, описанное Коперником, хотя и было в общем простым, в отдельных деталях оставалось еще весьма сложным, немногим сподручнее птолемеевой системы мира. Она, таким образом, не была ни точнее, ни существенно проще ее предшественницы. Таким образом и в этом случае, если понимать научную революцию как увеличение простоты в плоскости наблюдения, коперниканская революция не может быть признана научной революцией.

Для неопозитивистов в целом ни работы Птолемея, ни работы Коперника, ни работы Галилея еще не являются в строгом смысле научными. Даже Галилей, один из признанных творцов новой экспериментальной и математизированной науки, принадлежит во многом лишь преднауке, поскольку подлинная наука начинается с Ньютона, создавшего гипотетико-дедуктивный метод и образец построения действительно научной теории.

Необходимо иметь в виду, что неопозитивистская модель науки, точнее научной теории эволюционировала и корректировалась. Наиболее ясно ее окончательная версия была сформулирована в книге «Структура научных теорий»<sup>15</sup>, подготовленной по материалам симпозиума 1969 года с одноименным названием (приведем ее в сокращении):

- (1) Существует язык первого порядка  $L$ , в понятиях которого и формулируется теория, и логическое исчисление  $K$ , определенное в этом языке.
  - (2) Нелогические или дескриптивные константы ("термы") разделяются на два непересекающихся класса - словарь термов наблюдения и словарь ненаблюдаемых или теоретических термов.
  - (3) Язык  $L$  и исчисление  $K$  подразделяются на следующие подязыки и подисчисления соответственно
    - (a) язык наблюдения,
    - (b) логически расширенный язык наблюдения,
    - (c) теоретический язык.
- Но эти подязыки еще не исчерпывают полностью  $L$ , поскольку в него входят также смешанные предложения, содержащие термы из различных словарей.
- (4) Язык наблюдения и связанные с ним исчисления обусловлены семантической интерпретацией, причем область интерпретации состоит из конкретных наблюдаемых событий, вещей или моментов, а интерпретационные отношения и свойства должны быть непосредственно наблюдаемы; при этом допускается возможность частичной семантической интерпретации.
  - (5) Частичная интерпретация теоретических термов и содержащих их предложений языка  $L$  обеспечивается постулатами двух типов - теоретическими постулатами  $T$ , т.е. аксиомами теории, включающими только термы теоретического словаря, и правилами соответствия, т.е. постулатами  $S$ , содержащими смешанные предложения.

Все современные концепции философии науки объединяет критическое отношение к «стандартной концепции», стремление построить историко-методологические модели науки, которые опираются на следующие общие принципы:

- теоретическое понимание науки возможно лишь при условии построения динамической модели научного знания;
- научное знание является целостным по своей природе, его нельзя разбить на независимые друг от друга уровни наблюдения и теории, а любое утверждение наблюдения обусловлено соответствующей теорией, т.е. является теоретически нагруженным;
- в науке важное место занимают не только языковые выражения, но также аналоговые и иконические модели, различного рода схемы и мысленные эксперименты;

<sup>15</sup> The Structure of Scientific Theories. Urbana, Chicago, London: University of Illinois Press, 1974, pp. 50-51

- для методологического анализа большой интерес представляют не только аксиоматизированные и формализованные теории, но так называемые математизированные теории, а формализация не может рассматриваться как идеал зрелого научного знания;
- в качестве единицы методологического анализа должна быть взята не отдельная теория, а комплекс или последовательность теорий, научная дисциплина или иное макротеоретическое образование;
- философские концепции тесно взаимосвязаны с собственно научным (конкретно-научным) знанием и философия оказывает не только стимулирующее воздействие на науку, которое может быть как позитивным, так и негативным, но философские утверждения органично входят в само тело науки;
- динамика научного знания не представляет собой строго кумулятивного процесса, а научные теории независимы друг от друга;
- в качестве метода разработки историко-методологической модели науки выступает совокупность различных подходов к анализу науки - историко-научного, методологического, науковедческого, психологического, социологического, логического и т.д., причем логическому описанию научного знания отводится подчиненное место, а в некоторых случаях вообще отрицается какое-либо значение его для понимания науки.

«1. Согласно традиционной интерпретации, теории - это логически связанные системы предложений или высказываний, которые состоят из гипотез универсальных законов и могут быть представлены в их законченной и совершенной форме аксиоматически. Связь с реальностью или их эмпиричность вытекает из того факта, что понятия теории подчинены предложениям наблюдения, а именно посредством правил соответствия, соединяющим теоретические понятия с предикатами наблюдения более низкого уровня, которые в свою очередь могут быть сведены к наблюдениям и измерениям.

Это традиционное двухступенчатое представление реальных научных теорий рассматривается в настоящее время весьма критически и дополняется или замещается несколькими другими концепциями.

2. С традиционной концепцией теории тесно связано признание первичности или образцовости математической теории в аксиоматическом облике, заложенном в логико-математическом формализме (Д. Гильберт) в начале двадцатого столетия. Ему соответствуют (математические) теории и аксиоматические системы, которые сами определяющие свои не интерпретированные теоретические понятия частично „имплицитно“ через структурные аксиомы, но в то же время могущие полностью охватить ту область реальности, которая посредством этой теории должна быть охвачена (как, например, классическая алгебра). (С помощью метаматематических результатов, полученных Гёделем и Чёрчем, эти ожидания были признаны невозможными: сложные аксиоматизации высокого уровня показали свою неполноту - доказуемость непротиворечивости является ограниченной и, кроме того, не существует никаких абсолютных гарантий и механизмов, или алгоритмов доказательства даже для некоторых логически или математически правильных теорем в рамках формальной системы).

Таким образом, тотальная аксиоматизация теорий провалилась. Аксиоматические методы могут быть поняты во всяком случае как дидактические, полезные вспомогательные конструкции. В качестве таковой они могут, естественно, применяться, как и раньше, в особенности в формально-научных (например, математических) теориях. Но аксиоматизация и „сциентификация“ не могут быть приравнены друг к другу ни в формально научном, ни в реально научном смысле. Аксиоматизация является вспомогательным средством, но не самой реальной научной теорией.

Все это приводит к выводу о том, что аксиоматизацию нельзя рассматривать в качестве единственного и достаточного критерия научности так, как это может быть необходимым в практике обучения на примере системы аксиом. В особенности не следует смешивать одну лишь формальную аксиоматизацию, а именно математическую структуру исчисления, с „теорией“ - будь то в научном или практическом смысле».

Однако, несмотря на столь радикальную критику неопозитивизма в современной философии науки, необходимо иметь в виду, что, во-первых, содержащиеся в ней историко-методологические модели выросли именно благодаря этой критике, во-вторых, сами не всегда могут быть рассмотрены как модели развития знания и, в-третьих, увлекшись анализом развития науки часто упускают из вида ее структурный аспект. Этот последний пробел в значительной мере компенсирует так называемая структуралистская концепция науки, развитая прежде всего в работах Снида и Штегмюллера.

## Глава 2. Модель функционирования науки

### 2.1. Модель внешнего функционирования науки, как процесса смены фальсифицируемых теорий в рамках логики научного открытия К. Поппера.

К. Поппер<sup>16</sup> формулирует в качестве одной из важных задач философии науки исследование роста научного знания. Однако, прежде всего рассмотрим кратко эволюцию взглядов Поппера и их отличие от "стандартной концепции".

Решая проблему демаркации науки от метафизики (философии) Поппер вводит вместо критерия верификации для их разграничения критерий *фальсификации*, заключающийся в том, что теоретические утверждения должны не подтверждаться, а опровергаться опытом. Позднее он ослабляет этот критерий, вводя понятие фальсифицируемости, т.е. потенциальной возможности опровержения. Тогда эмпирические научные теории отличаются от метафизических (или неэмпирических) тем, что первые фальсифицируемы, а вторые - нет. Но это еще не значит, что первые осмысленны, а вторые вообще не имеют никакого смысла. В то же время подлинная истинность теории заключается в возможности ее опровержения. Именно критицизм отличает теорию от мифа, а метод рациональной дискуссии, т.е. ясной насколько это возможно постановки проблемы и критической проверки предлагаемых решений, должен быть методом не только естественной науки, но и философии. Его составной частью является исторический метод, заключающийся в отыскании того, что думали и говорили о данной проблеме другие люди. Неопровержимость - это не достоинство, а порок теории. Отмечая, что позитивисты сами обсуждают типично философские проблемы, Поппер допускает существование научной философии, которая является методологией. Следуя традиционной неопозитивистской установке на элиминацию из науки психологизма, он подчеркивает, что не наши иррациональные ощущения, а рациональные языковые выражения этих ощущений должны составлять фундамент

---

<sup>16</sup> Карл Поппер родился в 1902 году в Вене. 1918 - 1924 гг. учился в Венском университете. В 1928 году он защитил диссертацию и до 1937 года работал на педагогическом поприще (в клинике для беспризорных детей, в Венском педагогическом институте, в школе). Принимал участие в дискуссиях Венского кружка до 1937 года, хотя и не считал никогда себя принадлежащим к нему, затем иммигрировал в Новую Зеландию, где работал в университете г. Крайсчерча. С 1945 года жил в Великобритании, с 1946 г. - профессор кафедры философии, логики и научного метода Лондонской школы экономики. Широкую известность Поппер получил после публикации его книг "Открытое общество и его враги" (1945 г.) и "Нищета историзма" (1944 г.), где он выступил с критикой тоталитаризма и марксизма. В 1964 году Поппер было пожаловано дворянство и он становится Сэрмом Поппером. Изданная им впервые в 1934 году на немецком языке книга "Логика научного открытия" была переиздана с дополнениями в 1959 году на английском языке. Именно в этой книге наиболее последовательно изложена его логико-методологическая концепция науки. В 1963 году выходит его вторая логико-методологическая книга "Предположения и опровержения", а в 1972 году - третья книга в этой серии - "Объективное знание", развивающие идеи содержащиеся в его первой книге. Поппер в середине 70-х годов ушел на пенсию, но продолжал активно публиковаться. Умер Поппер в возрасте 91 года в 17.09.1994 году.



науки. Всякое научное открытие содержит, конечно, иррациональный элемент, но его исследование относится к психологии и лежит за пределами логики научного открытия. Методология научного познания не должна, по его мнению, интересоваться мыслительными процессами, главный ее объект составляют теории, как результат данных процессов, и их логическое соотношение. Наука - лишь гипотетико-дедуктивная система предложений и эта система имеет характер объективности или интересубъективной проверяемости.

Фальсифицируема в строгом смысле лишь теоретическая система в целом, а не отдельные предложения. Метод критицизма, т.е. испытательных фальсификаций, систематические попытки опровержения выдвинутых идей, гипотез и теорий и устранение ошибок является, по Попперу, сущностью научной деятельности, ее отличительной чертой.

Теория рассматривается Поппером как своеобразная машина, сконструированная отдельным гениальным индивидом, который решает, что составляет ее "мир", какого рода законы желательно раскрыть в этом "мире", и вкладывает "врожденные" принципы выбора объектов наблюдения (см. рис. 10). Научные теории, с его точки зрения, являются не результатом наблюдения, а изобретениями, предположениями, смело предшествующими опыту. Совершенствование теорий осуществляется методом рационального обсуждения, сущность которого заключается в четкой постановке проблемы и критическом анализе различных предложенных решений.

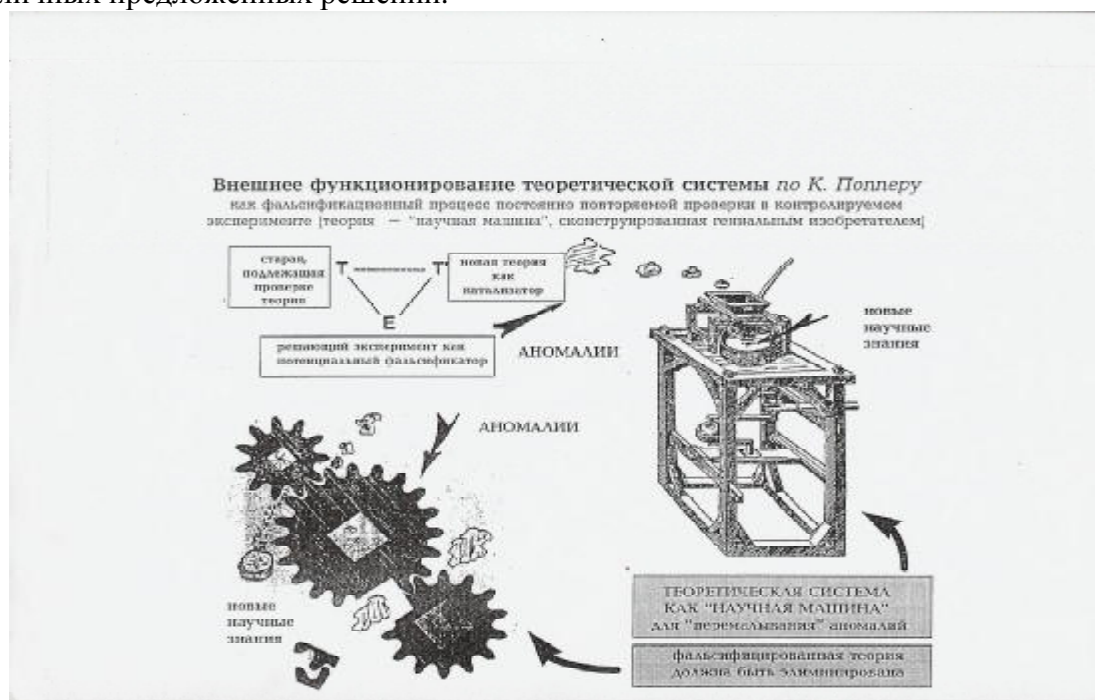


Рис. 10

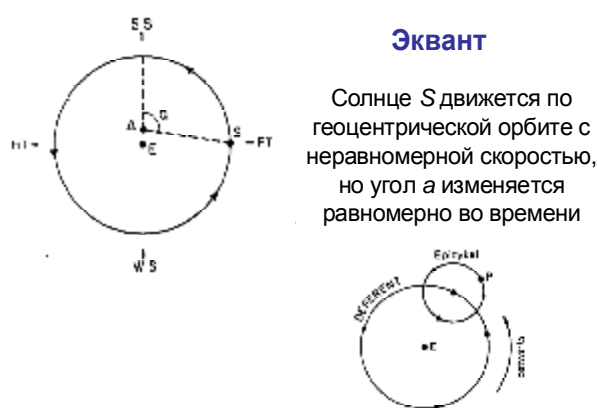
Внешнее функционирование теории состоит в том, что именно в столкновении минимум двух теорий решается вопрос совершенствования и роста научного знания. Поскольку наблюдение, по Попперу, есть всегда наблюдение в свете теорий, опровергаемая теория противостоит не чистому наблюдению, а другой теории, или опровергающей гипотезе. Функционирование науки характеризуется им через смену одних (опровергнутых) теорий более смело противостоящими фальсификациям, более жизненными теоретическими конструкциями. В этом смысле для Поппера внутреннее совершенствование теорий теряет смысл, поскольку опровергнутая, не выдержавшая фальсификаций теория должна быть попросту отвергнута, а на смену ей должна прийти более совершенная, но уже другая теория. Функционирование науки и заключается в

том, чтобы вести критику и опровержение теорий в надежде найти ошибку, чему-то научиться на этой ошибке и развить новую лучшую теорию. История науки - это логика научных открытий, которые представляют собой цепь сменяющих друг друга теорий. Теория начинается с проблемы, далее следует подробное решение, догадка, а затем критика и исправление ошибок. Эмпирически опровергнутая теория должна быть эллиминирована; эмпирически опровергнутая и отвергнутая теория не должна возвращаться на более поздних стадиях научного развития. Чтобы сделать открытие там, где старая теория ошибочна, необходима новая теория: борьба за уточнение эмпирического базиса происходит между этим базисом и теорией, подлежащей проверке. Соперничающая теория выполняет лишь функцию катализатора. Это - двухсторонняя борьба между теорией и экспериментом и, в конечном счете, именно они оба противостоят друг другу, а единственный важный результат такого рода конфронтации заключается в действительной фальсификации, т.е. единственное действительное открытие - опровержение данной научной гипотезы. Теоретик предлагает новую теорию, отдельные базисные утверждения противоречат ей: если одно из них будет акцептировано, то теория считается опровергнутой, должна быть отброшена и заменена новой теорией. Решающим в судьбе теории является, однако, результат проверки. Попперовский историк ищет большие, смелые, фальсифицируемые теории и большие, негативные, решающие эксперименты. Внутренняя структура и функционирование этих теорий представляются в этом случае не столь важными.

### Интерпретация Коперниканской революции в попперианской методологии науки

Фальсификационистская теория науки указывает на две точки зрения, которые могли бы обосновать превосходство коперниканской теории небесных движений.

- (1) С одной точки зрения, теория Птолемея была в принципе непроверяема (т.е. псевдонаучна). Коперниканская революция представляла собой переход от непроверяемой спекуляции к науке, которая может быть опровергнута. Эвристика Птолемея была в сущности *ad hoc* эвристикой: она могла объяснить любой новый факт за счет дальнейшего расширения лабиринта эпициклов и аквантов (см. рис. 10). Коперниканская теория напротив является эмпирически проверяемой (как минимум в принципе).



Основополагающая система «эпицикл-деферент»

(2) С точки зрения другого варианта фальсификационизма утверждается, что обе эти теории долгое время были в одинаковой степени опровержимыми. Они были несовместимыми, но одинаково непровергнутыми конкурентками. Однако, в конечном счете, нашелся *решающий эксперимент*, который опроверг теорию Птолемея и утвердил („оправдал“) теорию Коперника. Поппер следующим образом выражает эту мысль: „Система Птолемея (см. рис. 12) была еще не опровергнута, когда Коперник выдвинул свою систему... В подобных случаях важнейшее значение приобретает решающий эксперимент (experimenta crucis)“<sup>17</sup>.

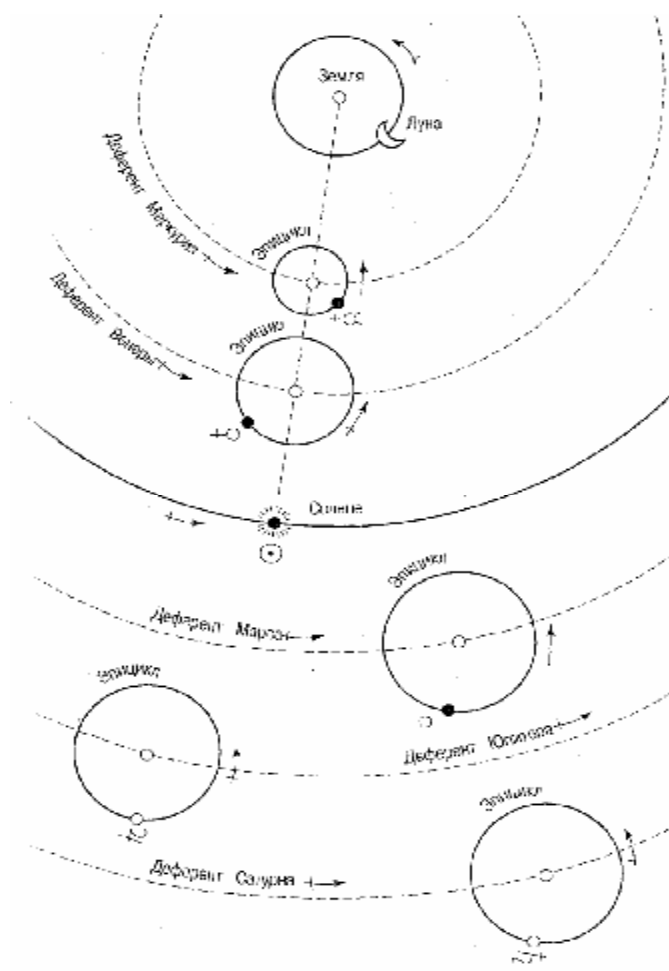


Рис. 12. Система эпициклов и деферентов в системе Птолемея<sup>18</sup>

Поппер считает, что открытые Галилеем в 1616 году фазы Венеры решили дело в пользу Коперника. Возможно превосходство коперниканской теории над системой Птолемея и заключалось в этом, и тогда решение католической церкви заключалось в проклятии этой победы. По мнению Поппера, это была решающая проверка, по мнению же Лакатоса, система Птолемея с точки зрения Коперника уже давно была вообще опровергнута и перегружена аномалиями.

Поппер, фактически, конструирует собственную историческую версию, которая должна подходить под его концепцию. Однако, если фальсификационистский критерий обращается к вопросу о том, когда коперниканская теория взяла верх не только над птолемеевой концепцией, но и над широко известной в 1616 году теорией Тихо де Браге, тогда у фальсификационизма, подчеркивает Лакатос, остается только один абсурдный ответ: впервые в 1838 году. Открытие Бесселем звездного параллакса и было решающим экспериментом для обеих теорий. Однако

<sup>17</sup> К. Popper. *Conjectures and Refutations*. L., 1963, p. 246

<sup>18</sup> Рисунок взят из книги В.А. Бронштейн. *Клавдий Птолемей*. М.: Наука, 1988, с. 112, рис. 24

нельзя, конечно, придерживаться того мнения, что гелиоцентрическая астрономия была рационально обоснована наукой лишь после 1838 года. В действительности достаточно позднее открытие параллакса неподвижных звезд играло весьма незначительную роль. Оно последовало пару лет после того, как произведение Коперника было изъято церковью из индекса с обоснованием, что коперниканская теория уже доказана. Действительный ход истории науки был бы чрезмерно неразумным, считает Лакатос, если бы научный разум был бы фальсификационистским разумом.

**По Попперу, главная цель понимания истории - гипотетическая реконструкция исторической проблемной ситуации.** В качестве иллюстрации он приводит галилееву теорию приливов и отливов, которая объясняет их как следствие ускорений, являющихся со своей стороны следствием движения Земли. Если Земля вращается вокруг Солнца равномерно, тогда скорость какой-либо точки на ее поверхности, обращенной в сторону, противоположную Солнцу, больше, чем скорость того же пункта, если он находится на стороне, обращенной к Солнцу. Эти изменения скорости означают, что должны наблюдаться периодические замедления и ускорения. Однако периодические замедления и ускорения движения какого-либо водного бассейна ведут, говорит Галилей, к явлениям подобным приливам и отливам. Далее Поппер пишет: теория Галилея является приемлемой, но в такой форме неверной. Кроме постоянного ротационного ускорения, называемого центростремительным ускорением, которое также возникает лишь тогда, когда скорость земной орбиты равна нулю, не проявляется никакого другого ускорения, а в особенности периодического ускорения.

Поппер утверждает далее: можно сказать, что галилеева кинематическая теория противоречит так называемому принципу относительности Галилея. Однако такая критика была бы теоретически и исторически ошибочной, поскольку этот принцип не связан с ротационным движением. Галилеева физическая интуиция, что ротация Земли не имеет релятивистски-механических следствий, была верной. А поскольку эти следствия (гироскопическое движение, маятник Фуко и т.д.) не объясняли приливов и отливов, то по крайней мере сила Кориолиса оказывала какое-то воздействие на них. С ее помощью мы сохраняем периодические кинематические ускорения, если учитывается искажение земной орбиты. Поппер при этом спрашивает: какую же проблему обсуждал Галилей?

Проблема состояла в том, чтобы объяснить приливы и отливы. Но проблемная ситуация была не такой простой, как кажется с первого взгляда. Проблемная ситуация в данном случае содержит проблему объяснения приливов и отливов, но в специфической роли „пробного камня коперниканской теории“. Ясно, что Галилей не был прямо заинтересован в том, что здесь названо проблемой. Существовала совершенно иная проблема, через которую он и вышел на проблему приливов и отливов, а именно: проблема движения Земли, проблема истинности или ложности коперниканской теории. Действительно, Галилей надеялся найти в успешной теории приливов и отливов решающий аргумент в защиту коперниканского утверждения о земном движении, но этого, по Попперу, еще недостаточно для понимания галилеевой проблемной ситуации.

Галилей был в первую очередь, как настоящий космолог и теоретик, восхищен необыкновенной смелостью и простотой коперниканской основополагающей мысли о том, что Земля, как впрочем и другие планеты, в известном смысле по отношению к солнцу играет роль луны. Объяснительная сила этой смелой мысли была огромной, когда Галилей открыл с помощью своего телескопа „луны“ Юпитера и увидел в них миниатюрную модель коперниканской солнечной системы. Так он нашел эмпирическое подтверждение этой смелой и почти априорной идеи. Ему довелось также проверить предсказание коперниканской теории о том, что внутренние фазы планет должны соответствовать фазам луны, открыв фазы Венеры.

Коперниканская теория, продолжает Поппер, была в сущности геометрически-космологической моделью, сконструированной геометрическими (и кинематическими) средствами. Однако Галилей был физиком и знал, что, в конечном счете, речь идет о физико-механическом объяснении. Он нашел отдельные важные элементы этого объяснения, к которым принадлежат в первую очередь закон инерции и закон сохранения ротационного кругового движения. Далее Поппер заключает следующее.

Галилей пытается с помощью этих двух законов (которые он рассматривает как один закон) разрешить возникшую проблемную ситуацию, отдавая себе полный отчет в отрывочности своих физических познаний. Методически он был абсолютно прав. Только, если

мы пытаемся наши ошибочные теории использовать до самой последней границы их возможностей, можно надеется, что мы чему-то научимся на их ошибках, подчеркивает Поппер. Это объясняет, почему Галилей, зная о работах Кеплера, твердо стоял на позициях гипотезы кругового движения. И в этом он был прав.

Часто говорят, что он неоправданно упростил трудности коперниканской теории и должен был бы, кроме того, акцептировать законы Кеплера. Но это все, считает Поппер, ошибки исторического понимания, ошибки в анализе проблемной ситуации третьего (по Попперу) мира<sup>19</sup>. Галилей был совершенно прав, работая со смелыми упрощениями. Кеплеровы эллипсы также были упрощением; только Кеплеру повезло в том, что Ньютон несколько позже смог использовать его упрощение в качестве пробного камня своей теории (взаимодействия) двух тел и тем самым объяснил их.

Почему же, однако, спрашивает Поппер, Галилей отверг в своей теории приливов и отливов влияние луны? И сам же отвечает: во-первых, Галилей был противником астрологии (и, в том числе, астрологии Кеплера), которая интерпретировала планеты в качестве богов, и, во-вторых, он работал с законом сохранения ротационного движения (еще не было построено динамики) и это, оказывается, исключало межпланетные влияния. Методически было верно, серьезно попытаться, объяснить приливы и отливы на этой узкой основе. Без этой попытки невозможно было бы узнать, что объяснительный базис был слишком узким и что должна быть введена идея Ньютона о силе притяжения и дальнего действия, идея, которая носила почти астрологический характер и рассматривалась просветителями и просвещаемыми (да и самим Ньютоном) как оккультная идея.

Анализ галилеевой проблемной ситуации приводит к рациональному объяснению действий Галилея в нескольких пунктах, по которым он подвергался нападкам различных историков, и тем самым к лучшему пониманию Галилея. Психологические основания для объяснения такие, как честолюбие, ревность, тяга к сенсации, желание спорить и одержимость, защита любимой идеи-фикс в данном случае излишни.

Таков метод ситуационного анализа Карла Поппера или его ситуационная логика. „Это метод, который должен применяться по возможности везде в качестве основания исторического понимания и объяснения вместо психологических объяснений отношений третьего мира, которые по большей части являются логическими отношениями ... Часто утверждают, что история научных открытий зависит от чисто технических изобретений новых инструментов (например, революция, причиной которой явилась подзорная труба Галилея). В противоположность этому я верю, что история науки является в сущности историей идей. Увеличительные стекла были уже известны задолго до того, как у Галилея появилась идея использовать их в астрономической подзорной трубе. Радиотелеграфия, как известно, является применением максвелловской теории, которое восходит к Генриху Герцу... Новая идея - новая теория - действует как новый орган восприятия, была ли она вызвана влиянием техники или нет“<sup>20</sup>.

<sup>19</sup> Поппер в своей книге „Объективное познание“ различает три мира: 1) мир физических предметов, 2) мир психических состояний и 3) мир теорий, аргументов, проблем, произведений искусства и т.п. (знание без познающего субъекта) Он говорит об относительной автономности этого третьего мира, который объективно существует, но может быть реализован с помощью второго мира, являющегося посредником между первым и третьим мирами. Поппер сравнивает следующие две возможные ситуации: машины и субъективные знания разрушены, но книги и человеческая способность к обучению сохранены; машины, субъективные знания и книги уничтожены, но способность к обучению тем не менее сохраняется. Татьяна Толстая в романе «Кысь» опровергает это утверждение Поппера: после «большого взрыва» в новой Москве некоторые люди умеют читать и писать, но не понимают смысла, вложенного в слова своих произведений классиками литературы до взрыва.

Если в первом случае возрождение цивилизации возможно, то во втором - наша цивилизация не сможет возродиться в течение долгих тысячелетий. (См.: К. Поппер. Логика и рост научного знания. М.: Прогресс, 1983, с. 439-443).

<sup>20</sup> Karl R. Popper. Auf der Suche nach einer besseren Welt. Vorträge und Aufsätze aus dreißiger Jahren. München/Zürich: Piper 1984, SS.185-188, 73

## **2.2. Модель внутритеоретического функционирования науки, направленного на совершенствование логического механизма теорий, в концепции научно-исследовательских программ И. Лакатоса.**

Критикуя неопозитивистскую программу за построение формализованных языков, искусственно замораживающих науку, Имре Лакатос<sup>21</sup> провозглашает необходимость обращения к реальному процессу научного мышления, к изучению истории науки для выявления закономерностей в движении научного знания (логики доказательств и опровержений). По его мнению, неопозитивисты, исключая из сферы исследования предысторию формализованной дисциплины, сводят методологию математики к метаматематике, а философию - к логике науки. Однако без руководства философии история математики слепа, а философия математики сделалась пустой. В то же время, считает он, методология вообще не занимается мнением и убеждением, имеющими лишь психологическое значение. Поскольку никакая совокупность человеческих суждений не является рациональной, рациональная реконструкция никогда не может совпасть с реальной историей науки, которая представляет собой историю событий выбранных и интерпретированных некоторым нормативным образом. В этом и заключается по Лакатосу метод рациональной реконструкции.

Лакатос различает целые и растущие теории. По мере роста знания язык меняется: теоретический язык постепенно вытесняет наивный. Совершенствование логического механизма теорий в процессе их функционирования происходит при столкновении с противоречащими контрпримерами и аномалиями, превращении этих контрпримеров в подтверждающие примеры, т.е. новые факты, выявлении скрытых посылок и лемм и т.д. Функционирование теории, по Лакатосу, - это результат деятельности отдельных индивидов, но не одного гениального индивида, как у Поппера, а нескольких: одни из которых высказывают догадку, другие выдвигают контрпример, третьи устраняют монстры и т.д. (рис. 13).

---

<sup>21</sup> Имре Лакатос (Лакатош) родился 9.11.1922 г. в Венгрии. До 1944 года изучал математику, физику, философию в Венгрии. Во время второй мировой войны был участником антифашистского сопротивления. С 1945 г. становится аспирантом Будапештского университета. В 1947 году работает в министерстве образования и участвует в проведении реформы высшей школы. В 1949 г. проходит стажировку в Московском университете. В 1950 г. последовал арест по политическим мотивам, а в 1953 г. после освобождения возвращается в Венгрию, где работает переводчиком в Математическом институте Венгерской академии наук. После побега в Вену и переезда в Англию учится, а затем преподает в Кембридже. В 1958 году он защищает диссертацию по рациональности у Декарта и Эйлера. В 1960 г. он впервые встречается с Карлом Поппером, а в 1969 г. становится профессором на кафедре у Поппера в Лондонской школе экономики. Широкую известность получила его докторская диссертация "Очерки по логике математического открытия" ("Доказательства и опровержения"). 2.02.1974 г. умер в возрасте 52 лет.



Рис. 13

Фундаментальной единицей методологического анализа, с точки зрения Лакатоса, должна быть не изолированная теория, а исследовательская программа, представляющая собой серию взаимосвязанных теорий. Именно в пределах исследовательской программы одна теория должна быть заменена другой, лучшей теорией, имеющей большее эмпирическое содержание, чем предшествующая ей в данной серии теория.

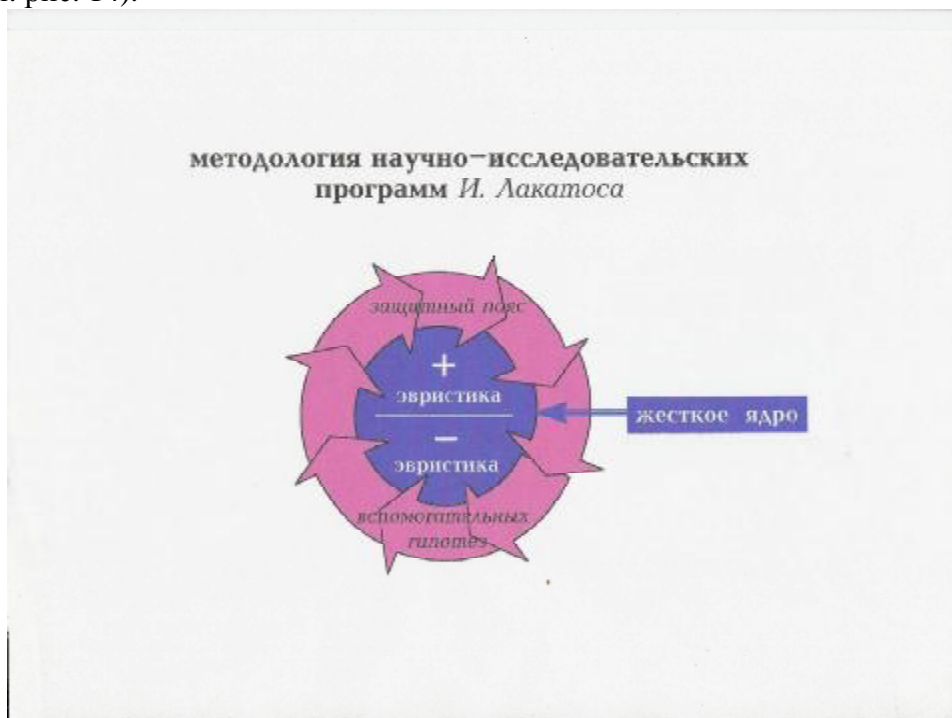
В прогрессивной исследовательской программе теория служит открытию до сих пор неизвестных новых фактов, а в дегенеративной - теория, напротив, создается для того, чтобы разобраться с уже известными фактами. По мнению Лакатоса, знаком эмпирического прогресса не является тривиальная верификация. В то же время и попперовское опровержение не может служить признаком осечки, поскольку любая программа развивается в окружении целого моря аномалий. Обычно дегенеративная программа, в конечном счете, заменяется прогрессивной программой. Однако как научная или ненаучная должна оцениваться не отдельная изолированная теория, а последовательность теорий. Лакатос называет такую последовательность теоретически прогрессивной, т.е. приводящей к теоретически прогрессивному сдвигу проблем, если каждая новая теория имеет большее эмпирическое содержание, чем ее предшественница, предсказывая новые, до сих пор неожиданные факты. Она будет также еще и эмпирически прогрессивной, т.е. ведущей к эмпирически прогрессивному сдвигу проблем, если она сохраняет этот излишек эмпирического содержания и действительно ведет к открытию новых фактов.

Поскольку Лакатос рассматривает функционирование научного знания внутри исследовательской программы, предлагаемую им модель можно назвать моделью внутреннего функционирования науки (в отличие от модели Поппера, демонстрирующей внешнее столкновение различных, не связанных одной программой теорий).

Лакатос различает внутреннюю историю (рациональную реконструкцию) и внешнюю историю (социально-психологическую историю) науки. История науки - всегда богаче ее рациональной реконструкции, но рациональная реконструкция, или

внутренняя история, первична, а внешняя - вторична, поскольку важнейшие проблемы внешней истории науки определяются ее внутренней историей.

Исследовательская программа состоит из методологических правил, одни из которых говорят, каких путей следует избегать (отрицательная эвристика), другие - какими путями следовать (положительная эвристика). Она включает также неопровержимое - согласно заранее принятому членами определенного научного сообщества, поддерживающих данную программу, решению - *жесткое ядро*. Основную же тяжесть проверок должен вынести *защитный пояс вспомогательных гипотез* (см. рис. 14).



Внутри исследовательской программы одна теория заменяется лишь лучшей теорией, имеющей большее содержание, чем ее предшественница, и это содержание частично подтверждается. А для замены одной теории другой, более лучшей не требуется ничего иного, как фальсификация первой из них в попперовском смысле этого слова. Однако не может быть никакой фальсификации до появления новой лучшей теории. Фальсификация не является простым отношением между одной теорией и эмпирическим базисом, а - многосторонним отношением между конкурирующими теориями, исходным эмпирическим базисом и эмпирическим ростом, ведущим к этой конкурентной борьбе. Можно сказать, что фальсификация носит исторический характер.

Аномалии, или контрпримеры, должны вести к изменениям лишь в защитном поясе вспомогательных гипотез, которым надежно защищено жесткое ядро программы. Аномалии часто регистрируются, но отодвигаются в сторону в надежде, что через некоторое время они превратятся из опровержения в доказательство этой программы. Этой цели служит эвристика исследовательской программы, т.е. мощный аппарат для разрешения проблем, который с помощью высокоразвитого математического метода способен переварить аномалии и по возможности превратить их в доказательный материал.

Аномалия - наивное опровержение, загадка, проблема - может быть разрешена тремя способами:



- разрешением внутри первоначальной программы (аномалия превращается в подтверждающий пример),
- нейтрализацией, т.е. решением внутри независимой отличной от первоначальной программы (аномалия исчезает),
- решением непреодолимой для данной программы аномалии внутри соперничающей программы (аномалия превращается в контрпример - опровергающий пример).

Последний случай ведет к замене старой исследовательской программы на новую, к научной революции.

Исследовательская программа успешна, если она ведет к прогрессивному сдвигу проблем, и неуспешна, если ведет к вырожденному их сдвигу. Когда программа перестает предсказывать неизвестные факты, то от жесткого ядра следует отказаться. История науки, по Лакатосу, является историей борющихся научно-исследовательских программ. Однако их соотношение Лакатосом фактически не рассматривается.

### **Интерпретация Коперниканской революции в методологии научно-исследовательских программ Лакатоса**

Лакатос считает, что как Птолемей, так и Коперник работали над исследовательскими программами, которые обе выросли из одной пифагорейско-платоновской программы. Основное утверждение этой протопрограммы звучит следующим образом: так как небесные тела совершенны, необходимо „спасти“ все астрономические явления с помощью комбинации возможно меньшего числа равномерных круговых движений (или равномерных вращений сфер вокруг оси). Данный принцип является краеугольным камнем эвристики обеих программ.

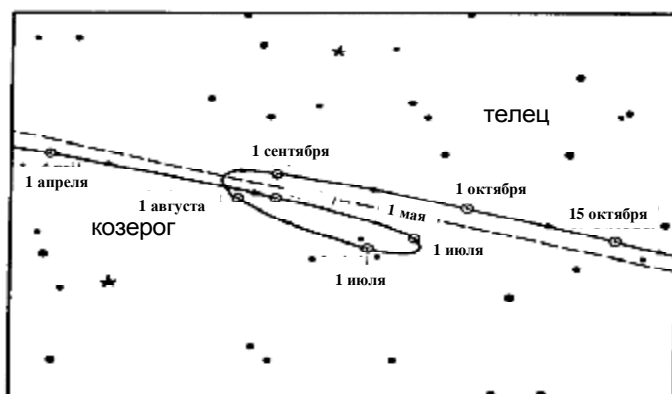
Для этой протопрограммы, подчеркивает Лакатос, вообще не имеет никакого значения, где находится центр вселенной. В данном случае эвристика программы была первичной, а ее „твердое ядро“ вторичным. Некоторые, как Пифагор, верили, что центром является огненный шар, невидимый с обжитой стороны Земли; другие, как отдельные платоники, видели его на Солнце; третьи же, как Эвдокс, - на самой Земле (см. рис. 15). Геоцентрическая гипотеза превратилась в „застывшее“ ядро впервые с развитием совершенной аристотелевской земной физики, которая различает естественное и насильственное движение, а также земную, или подлунную химию четырех элементов и чистую, или вечную небесную квинтэссенцию.



**Рис. 15.** Реконструкция представления о мире пифагорейца Филолая, согласно которому Земля вращается вокруг невидимого людям центрального огня вместе также невидимой Прoitвоземлей (вверху), и Эвдокса (внизу)<sup>22</sup>

Первоначальное геоцентрическое представление мира состояло, по Лакатосу, в описании концентрических сфер вокруг Земли, одна из которых была сферой неподвижных звезд, а остальные предназначались для других небесных тел. Однако и тогда было ясно, что

это - ложная идеализированная модель и, как уже знал Эвдокс, такая схема годилась лишь для неподвижных звезд, но не для планет (или, как их называли, из-за видимых с Земли блуждающих движений на небосводе, „скитальцев“ - см. рис. 16).



Видимое с Земли возвратное движение планеты Марс: пунктирная линия показывает эклиптику, а сплошная – видимую орбиту планеты в апреле-октябре в районе созвездий Овна и Тельца

Рис. 16. Видимое с Земли возвратное движение планеты Марс (пунктирная линия показывает эклиптику, а сплошная – видимую орбиту планеты в апреле-октябре в районе созвездий Овна и Тельца)

Известно, что Эвдокс сделал набросок системы вращающихся сфер для представления движения планет. Он ввел 26 таких сфер, чтобы объяснить остановки и обратное движение планет (или, лучше сказать, спасти идеализированную модель). Эта модель не предсказывала никаких новых фактов и не объясняла таких аномалий, как изменение освещенности планет (см. рис. 17).

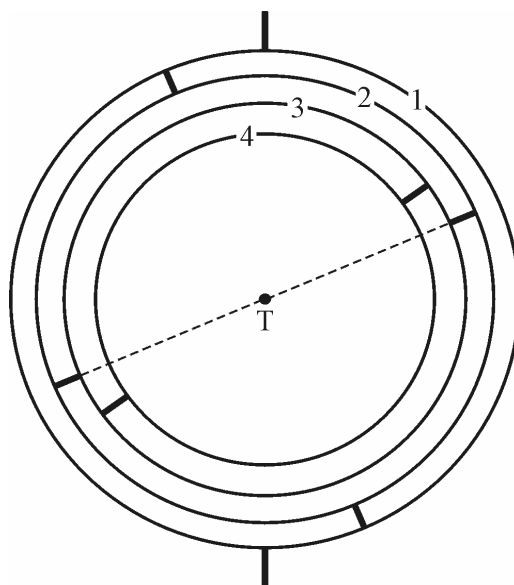
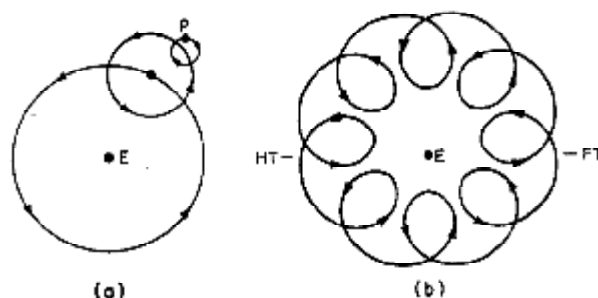


Рис. 17. Система из четырёх концентрических сфер, использовавшаяся для моделирования движения планет в теории Евдокса. Цифрами обозначены сферы, отвечавшие за суточное вращение небосвода (1), за движение вдоль эклиптики (2), за попятные движения планеты (3 и 4). Т — Земля, пунктирная линия изображает эклиптику (экватор второй сферы)<sup>23</sup>

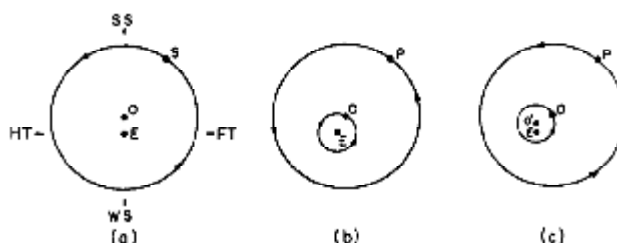
<sup>23</sup> [http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:Eudoxus\\_planets3.PNG](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:Eudoxus_planets3.PNG)

Как отмечает Лакатос, с точки зрения задачи, стоящей перед системой вращающихся сфер, каждый отдельный шаг геостатической программы противоречил, платоновской эвристике:

- эксцентер переместил Землю из центра круга (см. рис. 18 внизу);
- эпициклы Аполлония и Гиппарха означали, что действительные орбиты планет вокруг Земли не были круговыми (см. рис. 18 вверху);
- наконец, экванты Птолемея<sup>24</sup> были причиной того, что и движение пустого центра является и не равномерным и не круговым. С точки зрения экванта, оно было равномерным, но не круговым, а с точки зрения центра вращающегося круга оно было круговым, но не равномерным. На место равномерного движения по кругу встает квазиравномерное и квазикруговое движение (см. рис. 19).



Эпицикл на эпицикле, находящемся на деференте (а) и типичная траектория планеты, полученная на основе комбинации данных движений

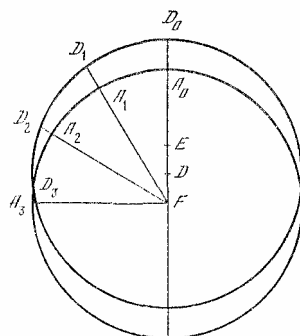


Эксцентер (а), эксцентр на деференте (b) и на эксцентре (с)

Рис. 18

Каждая планета помещается на небольшом равномерно вращающемся круге, так называемом эпицикле („около лежащем круге“), центр которого в свою очередь располагается на периферии другого, большего круга, так называемого деферента, равномерно вращающегося вокруг центра, который одновременно является центром Земли. Для экванта больше не имеет силы постулированная равномерность скорости вращения круга относительно его геометрического центра, а только относительно так называемой точки экванта, т.е. фиктивной точки вблизи центра круга, точное местонахождение которой может быть подогнано (см. рис. 19).

<sup>24</sup> Точка экванта - точка равномерного движения. Обращение центра эпицикла кажется равномерным именно из этой точки. Окружность, описываемая вокруг этой точки называется кругом экванта, или просто эквантом.



**Рис. 19.** Введение экванта для планет. „Пусть вокруг точки экванта  $F$  описана окружность ... , по которой в прямом направлении *равномерно* движется точка  $A_0$ , последовательно занимая положения  $A_1, A_2, A_3 \dots$

Им соответствуют точки на дифференте  $D_0, D_1, D_2, D_3, \dots$ , по которому, однако, центр эпицикла движется *неравномерно*. Это *физическое* неравенство усиливается *оптическим* неравенством, связанным с тем, что Земля  $E$  не совпадает ни с  $F$ , ни с центром дифферента  $D$ <sup>25</sup>“.

Применение эквантов, однако, выходит за пределы платоновской эвристики, считает Лакатос. Поэтому неудивительно, что уже на ранней стадии развития астрономии Гераклит и Аристарх начали экспериментировать с частично или полностью гелиоцентрической системой. Коперник осознал эвристическую дегенерацию платоновской программы из уст Птолемея и его последователей, но не предложил полностью новой программы, а лишь вновь вызвал к жизни аристархову форму этой программы. Ее твердое ядро включает в себя утверждение о том, что именно неподвижные звезды, а не Земля составляют первичную систему отсчета для физики. Коперник не открыл никакой новой эвристики, а попытался восстановить и обновить платоновскую эвристику. Он фиксировал неподвижные звезды, делая их действительно неподвижными, и поэтому должен был передать их движение Земле. Однако в его системе Земля является всего лишь одной из планет. Коперник, таким образом, выбрасывает экванты за борт.

Можно с уверенностью сказать, что программа Коперника была теоретически прогрессивной, продолжает далее Лакатос. Она предсказывала новые факты, которые до того никогда не наблюдались. Она предсказала, например, фазы Венеры, а также звездный паралакс, правда лишь качественно, поскольку Коперник не имел представления о размерах планетарной системы. Однако предсказание фаз Венеры оказалось использованным впервые лишь в 1616 году Галилеем. Коперниканская система была эвристически прогрессивной в рамках платоновской традиции. Она могла бы стать теоретически прогрессивной, но до 1616 года она не могла сослаться ни на один новый факт. Оказывается, что коперниканская революция впервые лишь в 1616 году превратилась в действительную научную революцию и вскоре после этого сдала свои позиции в пользу новой, ориентированной на динамику физики. Однако коперниканская система даже в ее высокоразвитой форме не была свободна от аномалий. Такими важнейшими аномалиями в коперниканской программе были кометы, движение которых не могло быть объяснено с помощью круговых движений. Это был главный аргумент Тихо де Браге против Коперника и Галилей приложил немалые усилия, чтобы возразить ему.

С точки зрения методологии научно-исследовательских программ, коперниканская программа не была развита Кеплером, Галилеем и Ньютоном, как часто считают. Напротив, они отказались от нее, что произошло непосредственно из-за переноса центра внимания с твердого ядра программы на ее эвристику. Следовательно, подчеркивает Лакатос, нельзя сказать, что „система мира Коперника перешла в ньютоновскую теорию гравитации“, как это сделал Поппер<sup>26</sup>. Кеплер и Галилей имели объективные основания для принятия гелиоцентрической гипотезы, поскольку основополагающая модель Коперника (да, собственно говоря, уже и Аристарха) имела дополнительную предсказательную силу по сравнению со своей птолемеевской конкуренткой. Однако, по Лакатосу, Галилей и Кеплер отклонили коперниканскую программу, приняв только ее аристарховское твердое ядро. Коперник не привел в действие никакой революции, он лишь помог родиться программе, о которой он

<sup>25</sup> В.А. Бронштейн. Клавдий Птолемей. М.: Наука, 1988, с. 116 – 117, рис. 26

<sup>26</sup> К. Popper. Conjectures and Refutations. L., 1963, S. 98

никогда даже не мечтал, а именно анти-птолемеевской программе, которая привела от Аристотеля обратно к Аристарху и одновременно подтолкнула к новой динамике.

Лакатос резюмирует свой анализ внутринаучной (=методологической) истории науки следующим образом: „Наш анализ является чисто внутринаучным анализом, в котором нет места для духа эпохи Ренессанса, который так согревает душу Куна, ни места для призывов к реформации или против нее, для влияния людей церкви, а также мнимого или действительного возникновения капитализма в 16 столетии или же потребностей навигации, которые с такой любовью описал Бернал. Все развитие представляется внутринаучно: его передовая часть могла бы появиться в любой момент между Аристотелем и Птоломеем, если бы был хотя бы один гений подобный Копернику. Внешняя история науки является в этом случае не только второстепенной, но и нерелевантной. Конечно, система поддержки астрономии церковью сыграла определенную роль; однако ее поддержка ничего не привносит для нашего понимания коперниканской революции ... Из этого следует, что при написании истории науки на первом месте стоит теория науки, а социология и психология на втором месте“.<sup>27</sup>

### Глава 3. Модели генезиса (формирования) науки

#### 3.1. Внешний генезис науки в методологической концепции П. Фейерабенда.

Пауль Фейерабенд<sup>28</sup> выделяет четыре основные позиции в теории рациональности:

1) наивный рационализм, к которому он причисляет, например, Канта, Карнапа, Поппера и Лакатоса,

2) контекстуально зависимый рационализм, к которому он относит всех мыслителей, при каждом удобном случае привлекающих "исторический контекст" при рассмотрении какого-либо вопроса, предложения, решения (например, марксисты),

3) наивный анархизм, отрицающий всякие правила и масштабы, к которому им причисляются всякие экстатические религии и политический анархизм и

4) *методологический анархизм*, который он обозначает в качестве своей собственной позиции.

Наивные анархисты, подчеркивает Фейерабенд, утверждают, что

а) все правила и масштабы имеют свои границы и

б) необходимо поэтому обходиться вообще без них. Сам же он принимает первое утверждение, но отвергает второе, считая, что всякие правила имеют границы, но это еще совсем не значит, что мы должны жить вообще без правил. В своих исследованиях он пытается показать не только от каких методов следует отказаться, но и какие методы в этих особых случаях нужно использовать. Контекст, конечно, должен быть принят во внимание, однако это не значит, что связанные с контекстом правила должны заменить абсолютные правила. Они должны лишь дополнить их. Фейерабенд не намеревается устранить всякие правила и масштабы или показать, что они не имеют никакой ценности. Напротив, он ведет речь об обогащении их инструментария (чем их будет больше, тем лучше) и, кроме того, о новом применении всех правил и масштабов, обозначая свою позицию через это применение, а не через их особое содержание.

Рассматривая проблему соотношения теории и опыта, Фейерабенд выступает с резкой критикой позитивизма. Позитивистский язык наблюдения, отмечает он, основывается на метафизической онтологии, причем, с точки зрения позитивистов,

<sup>27</sup> I. Lakatos: Die Methodologie der wissenschaftlichen Forschungsprogramme. Braunschweig, Wiesbaden: Vieweg, 1978, S. 202-203

<sup>28</sup> Пол (Пауль) Фейерабенд родился в 1924 году в Вене. Учился в Венском университете, где изучал историю, математику и астрономию, в Веймаре - драматургию, в Лондоне и Копенгагене - драматургию. С 1951 года читал лекции в ряде университетов Англии, а с 1958 года - в США. С 1967 года - профессор философии в Калифорнийском университете (США). Умер в 1994 г.

существует лишь одна единственная онтология. Называя позитивистскую теорию интерпретации наивной, Фейерабенд подчеркивает, что сам язык наблюдения определяется теорией, которая разъясняет, что мы наблюдаем, и меняется вместе с изменением теории. Он отвергает существование автономного, независимого от теории эмпирического языка: каждая теория создает свой собственный язык для описания наблюдаемых ситуаций. Понятия языка наблюдения не всегда бывают более понятны, чем теоретические понятия и поэтому не могут служить средством разъяснения последних. Без теории показания измерительных инструментов ничего не значат: сначала теория учит, какие имеются в мире взаимосвязи и что существует надежная взаимозависимость между показанием инструмента и особой ситуацией между этими взаимосвязями. Если одна теория заменяется другой теорией с иной онтологией, то необходимо все имеющиеся измерения интерпретировать заново. Кроме того, интерпретация любой физической теории содержит метафизические элементы, также как любой язык наблюдения - теоретические элементы. В принципе вообще не существует теории, которая была бы в полном согласии со всеми фактами. Возражая позитивистам, Фейерабенд отмечает, что

- наука редко основывается на полностью готовой физической теории (в особенности в периоды научных революций);
- даже полностью достроенные теории никогда не бывают до конца формализованными и используют в большей или меньшей степени интуитивные приемы;
- не существует единого языка наблюдения, используемого для разъяснения или проверки какой-либо теории. Наука без ощущения, наблюдения, по его мнению, не только возможна, но и реализуема. Поэтому двухслойная модель структуры науки, постулирующая резкое противопоставление языка теории и языка наблюдения, и научная практика не имеют ничего общего.

Критикуя принципы дедуцируемости (выводимости или хотя бы совместимости теорий) и инвариантности значения научных терминов, входящих в разные теории, а также отрицая кумулятивность в развитии науки, Фейерабенд утверждает, что старая и новая теории не только несовместимы (старая не может быть включена в новую), но и *несоизмеримы*. Существуют теории, о которых можно интуитивно сказать, что в них идет речь об одних и тех же вещах, но которые не имеют ни одного общего предложения. Это происходит не потому, что теории описывают различные области, т.е. независимы друг от друга, а из-за их несоизмеримости, т.е. несравнимости их содержания. С этим связан также принимаемый позитивистами постулат об инвариантности значения научных терминов, несовместимый с научной практикой, поскольку при переходе от одной теории к другой значение основных понятий меняется. Он приводит пример с понятием массы, которое в классической физике имело то значение, что масса какой-либо системы не связана (или в предельном случае случайно связана) с ее движением в выбранной системе координат. В теории относительности, напротив, масса стала относительным понятием: указание массы является неполным без указания системы координат, с которой связаны все пространственно-временные описания. Точные классические понятия невозможно определить релятивистски или объединить оба понятия с помощью эмпирического обобщения, поскольку мы имеем дело в данном случае с двумя несоизмеримыми понятиями.

Наука, с точки зрения Фейерабенда, - это не серия взаимно согласующихся теорий (в этом пункте он полемизирует с Лакатосом), а океан взаимно несовместимых (и возможно даже несоизмеримых) альтернатив. Поэтому единицей методологического анализа должна быть не отдельная теория, а совокупность альтернативных теорий. Альтернативы, по его мнению, существуют в науке всегда, а не только в период научных революций, их борьба является движущей силой прогресса. Ученый должен

стараться улучшать, а не отвергать идеи, которые, как кажется проигрывают в состязании идей. По Фейерабенду, периодов "нормальной науки" вообще не существует. Разнообразие мнений является неотъемлемым свойством науки (и философии). Умножение теорий выгодно для науки, тогда как единообразие лишает ее критической силы, приводя к застою, поскольку в этом случае возникает вера в уникальность принятой теории, попытки отступничества караются, а факты потенциально опровергающие теорию устраняются.

Он формулирует этот тезис в виде *принципа плюрализма*: открываются и развиваются теории, противоречащие существующему представлению, даже если оно основательно подтверждено и общепризнано. Такие теории и называются Фейерабендом альтернативными данному представлению. Принцип плюрализма означает не только открытие новых альтернатив, но выступает против устранения из науки старых теорий, поскольку опровергнутая теория также вносит вклад в позитивное содержание своей победоносной соперницы. Именно такого рода конкуренция создает возможность развития наших духовных способностей, так как заставляет каждую из них постоянно усиливать свою позицию в борьбе с соперницей.

Альтернативные идеи должны черпаться буквально ото всюду, пишет он: из других теорий, мифов и современных предрассудков, из ухищрений специалистов и маниакальных фантазий. Это значит, что язык новой теории строится не на фабрике определений двухслойной (неопозитивистской) модели, а является результатом новой картины мира, вырабатываемой в обществе совместно философами, экспериментаторами, теоретиками, драматургами и т.д. Сюда вполне подходит лозунг "все пригодится": направления исследований, противоречащие фундаментальным принципам мышления определенной эпохи и даже иррациональные, могут стимулировать у исследователя появление новой вполне разумной идеи и оказаться, в конечном счете, весьма разумным.

Альтернативные идеи могут быть также взяты и из прошлого: не существует идеи, сколь бы древней и абсурдной она ни казалась, которая не могла бы служить совершенствованию наших сегодняшних знаний. Вся история мысли, по Фейерабенду, запечатлена в науке и используется для улучшения отдельно взятой теории, вся история знания должна использоваться для того, чтобы улучшить ее новейшую и самую прогрессивную стадию. Наука, стремящаяся отыскать истину, должна сберегать все идеи человечества для возможного их использования. Иначе говоря, история идей является существенной составной частью научного метода. Прогресс, по мнению Фейерабенда, часто достигается критикой из прошлого (он приводит пример переоценки роли современной "научной" и древней китайской медицины в нашем обществе). История науки таким образом становится неотъемлемой частью самой науки.

Поддержке этого тезиса служат также принципы пролиферации (размножения) и постоянства (упорства). В науке должно быть позволено, с одной стороны, вводить новые идеи, а с другой - удерживать те или иные идеи перед лицом возникающих трудностей. *Пролиферация* означает, что не нужно отбрасывать даже самые странные результаты деятельности человеческого мозга и каждый должен следовать своему собственному мнению, поскольку наука, как критическое предприятие, профитирует от такого рода деятельности. *Принцип постоянства* призывает к поощрению не только следовать собственным новациям, но и далее развивать их, с помощью критики (что происходит за счет сравнения с имеющимися альтернативами) поднять их на более высокий уровень артикуляции, так чтобы защита их осуществлялась на более высокой ступени осознания. Взаимодействие пролиферации и постоянства означает также продолжение на более высокой ступени биологической эволюции видов и возможно даже в тенденции требование необходимых биологических мутаций. По мнению

Фейерабенда, - это может быть единственное средство удержать наш вид от стагнации (застоя).

Анализируя роль психологических и иррациональных факторов в генезисе науки, он полемизирует с Поппером и Лакатосом. Приводя высказывание одного из литературоведов, что как старая, так и новая литература в отличие от строгой науки является открытой системой, где все ее прошлое толпится в настоящем, Фейерабенд утверждает, что противоположность между наукой и литературой (и даже мифом) не столь велика, как иногда кажется.

Не существует ни одной научной идеи, которая не была бы откуда-нибудь "украдена" в прошлом, утверждает он. Одним из таких примеров может быть коперниканская революция. Коперник унаследовал свои идеи, как он и сам утверждал, от старых авторитетов, прежде всего пифагорейца Филолая. В то время как астрономия училась у пифагорейцев, а также платоническому пристрастию к круговому движению, пионеры медицины заимствовали многое в своем ремесле от акушеров, колдуньей, странствующих аптекарей и т.д. Везде в науке мы можем найти следы ненаучных идей и методов, молчаливой процедуры их освоения и присвоения, так что можно считать ее, по мнению Фейерабенда, даже самой сущностью науки. При этом важно не забывать, подчеркивает он, что магия играет важную роль в становлении науки.

### **Интерпретация Коперниканской революции Фейерабендом**

По Фейерабенду коперниканская революция представляет собой пропагандистскую победу, а критика Галилеем повседневного опыта была методом контриндукции. Он следующим образом описывает ту же ситуацию.

Обращаясь к анализу *противоиндуктивного теоретизирования* Галилея, он строит модель генезиса науки. В противоположность распространенному мнению, что Галилей победил благодаря опытному подтверждению теории Коперника, Фейерабенд показывает, что при защите своих любимых идей Галилей был вынужден вступать в противоречие с опытом и обоснованными предположениями, а теория Коперника была не лучше, а хуже подтверждена, чем теория Птолемея. Любимое детище Галилея телескоп был в те времена не лучшим, а худшим средством наблюдения, а для его противников настолько же надежным, насколько для нас сегодня летающая тарелка. Галилей победил потому, что он писал по-итальянски, а не по-латыни, благодаря стилю диалога и умным приемам убеждения. *Коперниканская революция* поэтому *была скорее пропагандистской победой*.

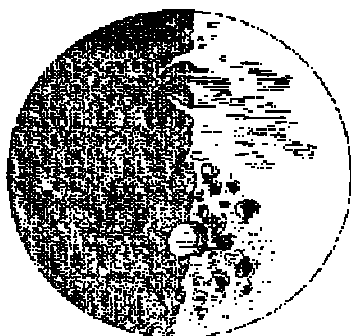
Были введены новая идея движения и новый закон инерции. Обе эти идеи находятся в противоречии с обыденным опытом, однако после изменения понятийных компонентов этого опыта они были к нему, по крайней мере, частично приспособлены. Мотивом для их введения, по мнению Фейерабенда, была вера в правильность коперниканской системы в силу ее простоты и красоты. Способ введения этих идей Фейерабенд называет анамнестическим методом - заранее предполагается, что речь идет о широко известных каждому вещах, которые кратковременно исчезли из памяти. Галилей, с точки зрения Фейерабенда, в своих Диалогах всего лишь показал, что критика и изменение опыта приводит к устранению этого противоречия. Таким образом, не теория была приспособлена к опыту, а совсем наоборот, - опыт к теории. Эта задача - замены обыденного опыта - была осуществлена двояким путем: во-первых, путем понятийной ревизии этого опыта и, во-вторых, через изменение чувственных элементов опыта. Галилей много раз подчеркивал, что обыденный опыт, на котором покоилась аристотелевская теория, не годится в качестве основания астрономических исследований. Наши чувства являются слишком слабыми, чтобы открыть спутники Юпитера, звездную природу туманностей, небольшие пятна на Солнце, детали лунной поверхности (см. рис. 18), фазы Венеры и многое другое. Несчетное количество звезд на небе остается навсегда скрытым для человеческого глаза.

Поэтому необходима троичная критика обыденного опыта. Во-первых, он является недостаточно подробным, чтобы показать нам действительное строение мира. Во-вторых, он обманывает нас в виду идеосинкрузии чувств, которые ставят на пути восприятия собственные



препятствия. В-третьих, он отнюдь не является „чистым опытом“, поскольку не свободен от теоретических предположений и его выдвижение в качестве аргумента часто тесно связано с теми идеями, которые сами требуют исследования.

## Горы на Луне, которые увидел Галилей через телескоп



Вид лунных гор и морей по Галилею ("Звездный вестник").

Луна на седьмой день после новолуния (первая четверть)



*П. Фейерабенд. Избранные труды по методологии науки. М., 1986*

Рис. 20

Телескоп Галилея - „высшее чувство“, которое „приближает небеса“ и „светлее любого обычного факела“, - и идея, что подзорная труба показывает мир лучше, чем невооруженный глаз, были для его противников (а они вовсе не были так глупы, как нам сегодня кажется) настолько же надежными, насколько для нас надежным научным аргументом считаются летающие тарелки. Телескоп Галилея был лучшим, что тогда было, однако он был все еще неудобным инструментом без крепления и с таким малым полем зрения, что один современный Галилею писатель отметил, что не столько удивительно, что Галилей увидел сквозь него „луны“ Юпитера, сколько, что он вообще нашел с его помощью сам Юпитер. К этому следует добавить „небольшую световую корону“ (ореол, иррадиацию) и то, что увеличение и внутренняя структура изображения полностью зависят от телескопа и от глаза наблюдателя. Требуется навык и множество теоретических допущений, чтобы выделить вклад источника восприятия в конечном счете воспринятую картинку и подготовить его для проверки.

Это, однако, означает, что неаристотелевские космологии можно проверить лишь после того, продолжает Фейерабенд свой анализ, как наблюдения и законы связаны между собой с помощью вспомогательных наук, описывающих сложные процессы, происходящие между глазом и предметом восприятия и описывающих еще более сложные процессы между роговой оболочкой глаза и мозгом. В случае с коперниканской теорией были еще необходимы новая метеорология, физиологическая оптика, новая динамика и т.д. Наблюдения становятся релевантными лишь после того, как к ним подсоединены описанные этими науками процессы, происходящие между глазом и миром. Кроме того, должен быть подробно исследован язык, с помощью которого мы описываем наши наблюдения. Таким образом, заключает Фейерабенд, проверка коперниканского учения предполагает совершенно новую картину мира с новым представлением о человеке и о его способности познавать. При этом контриндукция и

плюрализм, по его мнению, не вводятся в качестве нового метода, замещающего индукцию и фальсификацию, а лишь для того, чтобы обозначить их границы.

Для Фейерабенда и система Птолея, и система Коперника основываются на вере. Приверженцы и той и другой продолжают делать свое дело, но, в конце концов, побеждают коперниканцы. Следует добавить, что принятие Коперником, Кеплером и Галилеем гелиоцентрической системы и их победа не могут быть объяснены рационально. Это было скорее делом вкуса, изменением образа или пропагандистской победой. Лакатос, однако, возражает ему: если сослаться на неразумность работать с теорией, преимущество которой еще не установлено, то тогда вообще вся история науки не может быть истолкована разумно. По Фейерабенду же, сопротивление Копернику по большей части происходило из-за трудностей согласования его представлений с предложенной отцами церкви интерпретацией Святого Писания. Кардинал Белармин пишет в своем письме от 12.04.1615 г. отцу Фоскарине: „Если бы действительно существовало доказательство того, что Солнце находится в центре универсума, а Земля располагается на третьем небе и что не Солнце вращается вокруг Земли, а Земля вокруг Солнца, тогда мы были бы должны относиться с осторожностью при интерпретации произведений тех авторов, которые учат о противоположном ... Однако, что касается меня самого, то я не верю в существование такого доказательства ...”<sup>29</sup>. Фейерабэнд отмечает далее, что тогда не существовало доказательства коперниканской теории, более того она противоречила имеющимся данным.

Имели место также и более философские соображения. Интересны, например, аргументы Франческо Сицци против открытия спутников Юпитера: „Кроме того, эти спутники Юпитера невидимы простому глазу и поэтому не могут оказывать какого-либо влияния на Землю, они являются, следовательно, бесполезными, а потому вообще не существуют”<sup>30</sup>. С точки зрения Фейерабенда, геоцентрическая гипотеза и аристотелевская теория науки идеально коррелируются друг с другом. Восприятие подтверждает теорию движения, из которой вытекает неподвижность Земли и которая, в свою очередь, является специальным случаем более обобщенного учения о движении, которое связано также и с другими специальными случаями (местным движением, увеличением и уменьшением, качественным изменением, возникновением и уничтожением). В соответствии с этим общим учением движение, а в действительности и вообще любое изменение состоит в переходе формы от причины (движения, изменения) на подвергающееся воздействию тело, приходящее в состояние покоя, как только оно получает точно ту же самую форму, которая характеризовала причину в начале процесса. Также и восприятие является по данной теории процессом, в котором форма воспринимаемого предмета входит через медиум (лежащую между предметом и органом восприятия среду) в орган восприятия. Эта форма в органе восприятия является той же самой формой, что и в воспринимаемом предмете. Таким образом, воспринимающий в известном смысле принимает в себя качества воспринимаемого предмета. Аристотель по этому поводу замечает, что тот, кто видит обладает также в определенном смысле и сам цветом<sup>31</sup>. Эта теория, по характеристике Фейерабенда, является развитой версией наивного реализма и не в состоянии удовлетворительно объяснить, например, движение снаряда и свободно падающего тела.

В соответствии с данной теорией Земля находится в состоянии покоя, т.е. не вращается и не перемещается в пространстве. Об этом говорят нам и простые факты. Птолемей приводит следующее доказательство против движения Земли.

Все тяжелые тела, состоящие из плотно прилегающих друг к другу частичек, движутся, согласно Птоломею, к центру Вселенной. Простейшие наблюдения показывают, что они падают вниз, поскольку мы называем место у нас под ногами „низом“, однако это направление означает движение к центру. Если бы Земля вместе со всеми, находящимися на ней телами, обладала движением, тогда она из-за своей огромной величины должна была бы падать намного быстрее, чем эти тела. Животные и другие отдельные предметы должны в этом случае отставать в своем падении и парить в воздухе, в то время как Земля с ее огромной скоростью

<sup>29</sup> de Santilliana. *The Crime of Galilei*. Univ. of Chicago Press, 1965, p. 99

<sup>30</sup> J.J. Fahie. *Galilei, His Life and Work*. L., 1903. Reprint, Dubuque, Iowa, 1963, p. 103

<sup>31</sup> Аристотель. О частях животных. 425b24

должна была бы сама полностью вылететь за пределы Вселенной. Достаточно представить себе лишь этот факт, пишет он, чтобы понять насколько смешным является такое представление.

Эта теория запрещает также применение инструментов, поскольку такие инструменты, как телескоп, микроскоп и т.д., являются лишь помехой процессам, происходящим в медиуме, который ответственен за точную передачу форм. В случае применения инструментов мы получаем формы, более не соответствующие воспринимаемому предмету, так называемые иллюзии. И действительно, в зеркале телескопа или в стакане гладкой цилиндрической формы можно наблюдать картинку с цветными краями, искаженными контурами, расплывчатыми деталями, неверно локализованными. Поэтому, по мнению Фейерабенда, коперниканская революция привела не только к изменениям в астрономии. Она покоилась на реалистическом объяснении новой теории движения планет, т.е. на новой гипотезе о небесах и Земле, и тем самым затрагивала также физику, космологию, теорию познания, теологию, расчетные таблицы движения планет и философию.

Полемизуя с Лакатосом, Фейерабенд подчеркивает, что невозможно „рационально объяснить“ коперниканскую революцию, исходя лишь из теории планетных движений и представления, будто все шли одной дорогой, т.е. все хорошие астрономы имели одинаковые установки по отношению к Копернику, основанные на определенных теоретико-познавательных принципах. Дело обстояло совершенно не так. Прекрасные астрономы, такие как Тихо де Браге, выступали против Коперника, другие же, защищали Коперника по всей линии, однако каждый, исходя из различных оснований. Эта смесь разных микропроцессов привела в астрономии к макропроцессу - победе коперниканства. Однако аристотелевская физика сохраняется почти до 18 столетия и не благодаря рафинированной стратегии приспособления, а потому, что ее идеи все еще были полезными для исследования (например, для биологии и до сегодняшнего дня). Сам Коперник приспособлял свои идеи к аристотелевской философии и пытался показать, что они вытекают из этой философии.

Среди противников Аристотеля, отмечает далее Фейерабенд, во времена позднего средневековья и раннего модернизма есть и философы и практики. В 14 столетии ремесленники, художники, мореходы имели значение и почет в обществе. Мореходы открыли западноафриканское побережье, нашли лучшие пути на Восток, увеличили власть испанских и португальских королей, откорректировали географические карты, опровергли античные географические представления. Художники открыли законы центральной перспективы и откорректировали их, чтобы привести в соответствие геометрию и зрение человека. Ремесленники обогатили знания о металлах и минералах, учение о травах - медицину. Очки были известны уже в 13 столетии, а подзорная труба была изобретена голландским ремесленником, задолго до того как были поняты ее научные основы. Эти изобретения, их следствия, их значение для познания возникли за пределами существовавших тогда университетских научных школ и обсуждались вне их, почти без участия тогдашних ученых мужей. Принципы, методы, идеи этих первооткрывателей, изобретателей, мыслителей были отчасти интуитивными. Они не были особым образом описаны. Их нужно было извлекать из деятельности этих изобретателей. Случайно появлялись и точные представления, которые критиковались, развивались и расширялись до целостной философии исследования. Это полностью исключало возможность авторитетов. Авторитеты также подробно изучались, но им не принадлежало последнее слово. Основанием этому было то, что их суждение отодвигалось в сторону апелляцией к опыту. Этот второй и весьма важный источник познания не является ни опытом аристотеликов, который не включает в себе никаких специальных знаний, ни чувственным опытом скептиков и более поздних философов, который очищен ото всех предубеждений. Он является постоянно изменяющейся способностью специалиста, возвращающегося к своей среде, он пользуется опытным глазом, тренированной рукой ремесленника, морехода, художника и он развивается их знаниями.

Фейерабенд подчеркивает, что *для Галилея не было никакой разницы между астрономией и физикой* - двумя дисциплинами, которые для современной ему философии были полностью разделены. По Аристотелю, предоставленный самому себе предмет остается в состоянии покоя. По Ньютону же (и Галилею), он движется с постоянной прямолинейной скоростью. Он устанавливает законы для известных движений, которые выполняются только в идеальном медиуме, в вакууме.

Койре по праву, считает Фейерабенд, называет книгу Галилея полемической педагогической и пропагандистской книгой. Однако нужно признать, замечает он, что в той особой исторической ситуации, в которой находился Галилей, такая пропаганда была необходимой для прогресса познания. Результатом галилеевой пропаганды был переход от аристотелевской теории познания к теории познания классического эмпиризма. Необходимо, однако, отметить, пишет Фейерабенд, что принятие асимметрического отношения между опытом и теорией (опыт контролирует теорию, но сам теорией не контролируется) в случае Галилея не соответствует действительности. Коперниканская революция раз и навсегда покончила с такой асимметрией. В этом случае подлежат изменению и теория и опыт, и последний изменяется, чтобы освободить пространство теории, которая кажется более единообразной, более удовлетворительной, более рациональной, так что в ней целое самым простым способом приходит в удивительную гармонию с ее частями. Решающим является, во-первых, то, что эта теория обладает определенными преимуществами, ради которых она и принимается, и, во-вторых, что измененная теория и измененный опыт становятся также в гармоничные отношения друг с другом.<sup>32</sup>

Фейерабенд фактически апеллирует к предыстории научных дисциплин и их внешним связям с культурой в целом. Именно поэтому он акцентирует внимание на том, что интересы ученого, насилие, пропаганда, промывание мозгов играют в прогрессе научного знания гораздо большую роль, чем это обычно принято думать. Отрицание жестких правил и норм, оценок и критериев в науке, составляющее суть методологического анархизма Фейерабенда, характерно именно для периода становления любой научной дисциплины. Определенный консерватизм развитой теории, критикуемый Фейерабендом, неизбежен и даже необходим для прогресса науки, не менее чем критика ее оснований в период становления научной дисциплины или научной революции.

Таким образом при анализе генезиса новых теорий Фейерабенд выделяет роль главным образом внешних (хотя и весьма важных факторов), а не внутренних механизмов формирования научного знания (рис. 21).

---

<sup>32</sup> P. Feyerabend. Der Wissenschaftstheoretische Realismus und die Autorität der Wissenschaften. Ausgewählte Schriften. Bd. 1. Braunschweig, Wiesbaden: Vieweg, 1978; P. Feyerabend. Probleme des Empirismus: Schriften zur Theorie der Erklärung d. Quantentheorie u.d. Wissenschaftsgeschichte. Ausgewählte Schriften. Bd. 2. Braunschweig, Wiesbaden: Vieweg, 1981



Рис. 21

### 3.2. Исследование внутреннего генезиса науки в работах А. Койре.

То, что с точки зрения неопозитивистов представляет сферу иррационального, для Александра Койре<sup>33</sup> является элементом имманентного развития научной мысли и тем самым предметом рационального объяснения. Для него особенно важно проанализировать, как влияние экстранаучных факторов - общего духовного климата эпохи, философии, религии и т.д. - воплощается в процессе генезиса науки в ее внутренней понятийной структуре. Этой цели служит *историко-критический анализ генезиса концептуальных структур науки*. В чем же суть этого метода.

Главным предметом исследования Койре являются работы ученых, сыгравших решающую роль в становлении экспериментального математизированного естествознания - Декарта, Галилея, Коперника, Кеплера, Ньютона и т.д. Однако и философская рефлексия, с одной стороны, и инструментально-экспериментальная база (техника науки) - с другой, находят отражение в понятийных структурах научных теорий, а не только влияют на их развитие извне. Поэтому в своем анализе

<sup>33</sup> Александр Койре родился 29.08.1882 г. в России, в Таганроге. Учился в Гимназии в Тифлисе и Ростов на Дону классическим и современным языкам (русскому, английскому, немецкому и французскому). С 1908 года учился три года в Геттингенском университете, слушал лекции Гуссерля по философии и Давида Гильберта по математике, затем в Париже. В 1914 -1917 гг. сражается добровольцем во Французской армии и затем остается во Франции. В 1922 - 23 гг. он публикует первые две работы по истории религиозной философии и защищает свою первую диссертацию. Вторая его диссертация (1929 г.) была посвящена немецкому философу Якобу Бёме. С 1924 года Койре читает лекции в Практической школе высших исследований в качестве доцента и становится в 1930 г. "директором исследований". В 1934 -1940 гг. несколько раз приглашался гостевым профессором в Каирский университет. После второй мировой войны он становится директором французского Центра исследований по истории науки и техники, а в 1956 г. также профессором Принстонского университета (США). С 1956 года он становится секретарем Международной академии истории науки, членом-корреспондентом которой он был с 1950 г., а действительным членом - с 1955 г. Умер А. Койре 28.04.1964 г.

концептуальных схем экспериментального естествознания он постоянно обращается к предыстории, сравнивая концептуальные схемы, например, физики Аристотеля, средневековой и галилеевой физики, апеллирует к Платону и Архимеду в поиске их влияний на научные теории Нового времени. Создание точной экспериментальной техники также включается им в общую структуру естествознания в качестве нового научного метода преобразования, подведения природных ситуаций под теоретически спроектированные условия с помощью технически организованного эксперимента. Такой подход к исследованию природных явлений в искусственных условиях, в свою очередь, стал возможным благодаря выработке философами и учеными новой научной картины мира и новых идеалов и норм научного исследования.

В центре внимания Койре находится научная революция XVII века. Он ставил перед собой задачу проследить основные направления научно-философской мысли вплоть до современности, но так и не успел решить эту задачу. «Главным его свершением явилось исследование идейных предпосылок и хода научной революции XVI- XVII вв. до Ньютона включительно»<sup>34</sup>. Кроме того, сама его концепция науки была ориентирована на анализ внутреннего генезиса научного знания, что особенно хорошо видно на примере классически проведенного им историко-критического исследования концептуальных схем ньютоновской физики.

В своих работах, написанных в разное время, Койре анализирует источники возникновения основных понятий и представлений развитых Исааком Ньютоном в его физической теории, которая на долгие годы стала образцом построения не только физической науки, но вообще любой научной теории. Койре интересуется в данном случае в большей степени как формировалась научная картина мира Ньютона, что он понимал сам под основополагающими физическими понятиями (например, под понятиями гравитации, действия на расстоянии, пустого пространства и т.д.), что и кто повлияли на такое их понимание и т.д., в значительно большей степени, чем эволюция и совершенствование ньютоновских концептуальных схем и представлений. Поэтому он постоянно проводит сравнения Ньютона с Декартом, Галилеем, Беркли, Лейбницем или Платоном, показывает религиозные корни его воззрений.

Метод историко-критического анализа концептуальных схем науки Александра Койре основывается прежде всего на анализе исходных историко-научных текстов, чтобы обнаружить точный смысл понятий, который вкладывал в них тот или иной ученый. Для этого он обращается к сравнительному анализу различных изданий, например, «Начал» Ньютона, корректности их переводов, эволюции взглядов ученого в процессе отработки этих текстов, ранним, неопубликованным и не канонизированным работам, интерпретации тех или иных понятий учениками ученого, их многозначности у него самого, понимания данного понятия в философской и научной традиции. Он резко противопоставляет свой метод довольно распространенному в науке методу простой подборки цитат (без достаточного обоснования) под те или иные априорные положения, выдвигаемые философами или историками науки по поводу конкретных историко-научных фактов.

Многими, особенно неопозитивистами, философские воззрения ученых рассматриваются как строительные леса, которые впоследствии были и должны быть отброшены. Койре же считает, что поскольку эти леса совершенно необходимы для постройки научной теории, обеспечивая саму возможность таковой, то без их изучения невозможно понять генезиса научных теорий вообще. Изучая в школе или даже университете ньютоновскую теорию тяготения, нам открывается лишь ее логический каркас в свете современных научных представлений. Размышления и идейные битвы тех времен, когда она строилась, исчезают из учебников как грамматические правила,

<sup>34</sup> А. Койре. Очерки истории философской мысли. О влиянии философских концепций на развитие научных теорий. М.: Прогресс, 1985, с. 10

которые уходят в подсознание по мере освоения языка. Их место часто занимают историко-научные мифы ничего не имеющие общего с исторической реальностью.

В истории науки ньютоновская и декартовская программы, например, обычно рассматриваются как конкурирующие: первая - как воплощение новой прогрессивной науки, основанной на эксперименте и точном расчете, вторая - как символ преодоленной тенденции подчинить науку метафизике, пренебрегающей опытом. Сравнивая Ньютона и Декарта, Койре показывает, что - вопреки такому представлению этих программ - в плане, например, первого закона Ньютона, закона инерции “как в отношении концепции, так и в отношении содержащейся в “Математических началах натуральной философии“ формулировки Ньютон испытал прямое влияние Декарта”<sup>35</sup>.

В то же время Койре подчеркивает, что ньютоновская научная картина мира в отличие от декартовской состоит не из двух - протяжение и движение, а из трех компонентов - материи, движения и пространства. Материя - это бесконечное число отдельных и изолированных друг от друга, твердых и неизменных (но не идентичных) частиц. Движение - это лишь транспортиция данных частиц в разных направлениях в бесконечной, гомогенной пустоте. Само же пространство представляет собой бесконечную и гомогенную пустоту, в которой и двигаются корпускулы. Койре подчеркивает, что в отличие от своих последователей, сам Ньютон никогда не рассматривал тяготение как “физическую силу“. Он все время повторял, что это - “математическая сила“, поскольку не только для материи, но и для самого Господа невозможно действовать на расстоянии.

В то же время для Ньютона в отличие от, например, Лапласа (Лаплас заявил Наполеону, спросившего его, каково место в его теории отводится Богу, что он не нуждается в этой гипотезе) Бог является весьма активным и постоянно наличествующим существом. Он присутствует всегда и везде, он не только снабдил мировую машину (универсум) динамической силой, но и запустил ее в соответствии с данными им самим миру законами. Таким образом, Койре реконструирует в качестве заднего плана экспериментальной математизированной науки Ньютона веру в творение, что совершенно ускользает от современного, воспитанного на идеалах ньютоновской классической науки, ученого обывателя. Для Койре, как историка и философа науки, история поисков истины в исследовании природы даже важнее и увлекательнее, чем проникновение в саму природу вещей, чем представление этой природы в актуальных научных концепциях.

Сам Ньютон был не философом, а специалистом-ученым. (Впрочем такого разграничения философии и естествознания, какое мы имеем сегодня, в то время провести было невозможно. Физика все еще обозначалась тогда как “натурфилософия“ - замечает Койре). Поэтому для реконструкции философских оснований ньютоновской натурфилософии Койре обращается к его письмам и рассуждениям философов, современников Ньютона, оказавших на него, если не прямое, то опосредованное влияние. В одном из таких писем, Ньютон пишет, например, что такую совершенную систему мира со всеми происходящими в ней движениями мог создать только Творец, весьма искушенный в механике и геометрии. Его адресат, доктор теологии Ричард Бентли, был недостаточно искушен в физике, но перенял у Ньютона, что гравитация не является атрибутом материи и оценил этот факт следующим образом: это доказывает неприродный характер гравитации и является доказательством существования божественного существа, которое обладает силой гравитации. Именно разумная действующая сила, а не естественная причина наделила планеты обретенными ими движениями, придала им определенные степени скорости пропорциональные их расстояниям до Солнца, чтобы заставить планеты вращаться по определенным

<sup>35</sup> А. Койре. Очерки истории философской мысли. О влиянии философских концепций на развитие научных теорий. М.: Прогресс, 1985, с. 219

концентрическим орбитам вокруг этих тел. Универсум понимается ортодоксальным Ричардом Бентли, будущим бишопом (первым епископом) Ворчестерским и ректором Тринити-колледжа, как безгранично простирающийся и заселенный мир, уложенный в бесконечное пространство и управляемый всемогущим и вездесущим Богом, который приводит его в движение своей собственной силой. Именно такое представление универсума разделяет без сомнения и еретичный профессор математики Исаак Ньютон, член Королевского общества и того же самого Тринити-колледжа, - заключает свой анализ Койре<sup>36</sup>.

Бог Ньютона - это ни в коей мере не “философский“ бог, не безличная и незаинтересованная первопричина Аристотеля и не полностью индифферентный и отрешенный от мира бог Декарта, а - библейский Бог эффективно действующий Господин и Мастер созданного им мира, творец всех вещей, конституирующий протяженность и пространство. Мир, по Ньютону, есть Бог и мы находимся, так сказать, в божественном времени и в божественном пространстве, в котором содержатся все вещи и происходят все движения. При этом Ньютон объясняет, что он ограничивает свое исследование лишь видимыми феноменами, а не скрытыми свойствами и магическими причинами. Для него Бог является необходимой достоверностью, благодаря которой должны быть объяснены все явления.

Лейбниц обвинял Ньютона, что его Бог как плохой часовщик, создавший несовершенную машину, должен время от времени чистить ее и корректировать движение частей этой машины. Ньютон, по свидетельству Койре, ненавидел открытую дискуссию и передал эту задачу своему верному ученику Самуэлю Кларку, который пояснял, что, согласно Ньютону, бесконечное мировое пространство - это *сенсориум* вездесущего Бога. Если по Лейбницу ньютоновское предположение о заводящем и чинящем мировые часы Боге умаляет его могущество и мудрость, то несколько не лучше представление Лейбница и Декарта о Боге, который заботится лишь о том, чтобы сохранить однажды созданный им совершенный механизм, функционирующий без вмешательства Бога и снабженный им раз и навсегда постоянным запасом энергии. Напротив, именно через свое постоянное влияние Господь передает миру новую энергию, предотвращающую его разложение в хаотический беспорядок и остановку движения. Этому Лейбниц возражает следующим образом. Если Господь вынужден постоянно корректировать естественное развитие мира, то он должен это делать или с помощью сверхъестественных, или же с помощью естественных средств. Однако было бы абсурдным объяснять природные вещи и процессы через чудо, т.е. сверхъестественное. Если же Бог действует естественным образом, он растворяется в Природе.

Для Ньютона и его учеников и коллег механические гипотезы строения мира являются безбожными и ведут к изъятию Бога из Вселенной. Таким образом, кажущийся нам сегодня научно значимым чисто физический спор о пустом пространстве, твердых атомах и абсолютном движении для доктора Кларка (и самого Ньютона) играет гораздо более важную роль как борьба за истинное господство Бога в созданном им мире<sup>37</sup>. Для Койре это означает реконструкцию оснований и механизмов реального генезиса концептуальных структур ньютоновской физики и, в конечном счете, современной науки в целом. Для нас же - это наглядная демонстрация того, что Койре действительно анализировал именно генезис научной теории, а не ее эволюцию и развитие (Рис. 22).

<sup>36</sup> A. Koire. Absoluter Raum, Absolute Zeit und ihre Beziehungen zu Gott. Malebranche, Newton und Bentley. In: Von der geschlossenen Welt zum unendlichen Universum. Frankfurt a.M.: Suhrkamp, 1980

<sup>37</sup> A. Koire. Der Gott des Werktages und der Gott des Sabbat. Newton und Leibniz. In: Von der geschlossenen Welt zum unendlichen Universum. Frankfurt a.M.: Suhrkamp, 1980





Рис. 22.

### Коперниканская революция по А. Койре

Разработанный Койре историко-критический анализ генезиса концептуальных структур науки применяется им для исследования прежде всего генезиса науки, а именно внутренней понятийной структуры экспериментальной математизированной физики Нового времени, начало которой положили работы Галилея, а конец - труды Эйнштейна. Поэтому анализ работ Галилея занимает в концепции А. Койре особое место.

В физике Нового времени, подчеркивает Койре, принцип инерции или равномерного прямолинейного движения рассматривается в качестве основополагающего. Этот принцип весьма прост: предоставленное самому себе тело находится в состоянии покоя или движения до тех пор, пока к нему не будет приложена внешняя сила. Иначе говоря, какое-либо покоящееся тело будет оставаться вечно в состоянии покоя, если оно не будет приведено в движение, а движущееся тело вечно продолжает равномерно перемещаться по прямолинейной траектории, пока ему в этом не помешает внешняя сила. Тем не менее движение и покой должны быть различными и абсолютно противоположными состояниями. При этом, как известно, наука Нового времени рассматривает движение в качестве простого геометрического перемещения от одного пункта к другому.

Чтобы принцип инерции проявился в наиболее явной форме, необходимо выполнение трех предпосылок, а именно:

- возможность изолировать тело от его физического окружения;
- такое представление пространства, которое может быть приравнено гомогенному, бесконечно продолжающемуся континууму евклидовой геометрии;
- представление движения и покоя, рассматривающее их в качестве состояний и помещающее их на один и тот же уровень онтологического бытия.

Нет ничего удивительного, пишет Койре, что эти представления оказались современникам Галилея не только неприемлемыми, но и вообще весьма непонятными. Противники Галилея, исходящие из аристотелевских представлений, нашли понятие движения как относительного, постоянного и материального состояния настолько же абсурдным и противоречивым, насколько мы сегодня считаем таковыми знаменитые субстанциальные формы средневековых схоластов.

Аристотелевское представление, из которого они исходили, включало в себя

- концепцию естественных мест, естественного и насильственного движения;

- понятие абсолютного покоя, согласно которому движение как процесс, поток, становление неизбежно и без каких-либо особых оснований для движения придет в состояние покоя как цели этого движения просто потому, что земля по своей природе покоится в центре вселенной;
- для любого движения требуется двигатель, а само оно представляет собой изменение - либо самоизменение, либо изменение в связи с чем-то другим;
- резкое разграничение и даже противопоставление преходящего и изменчивого движения земных, подлунных тел и постоянное, равномерное и вечное движение небесных сфер.

Следовательно, любое движение соответствует определенному роду беспорядка, помехи в мировом равновесии и является либо непосредственным результатом насилия над сущим или уже реакцией на такое насилие, т.е. попыткой в противовес насилию снова найти покой в своем естественном месте. То, что обозначается у Аристотеля как естественное движение, отмечает Койре, и состоит как раз в этом возвращении к установленному в природе порядку. При этом Аристотель разясняет мнимое безмоторное движение метательного снаряда реакцией среды-посредника, т.е. воздуха или воды. Для него вакуум - это нонсенс, абсурд, поскольку в нем (подобно пространству евклидовой геометрии) отсутствует обозначение места или направления. По Аристотелю, физик исследует действительность, а геометр размышляет об абстракциях, поэтому он настаивает на том, что нет ничего опаснее, чем смешивать геометрию и физику и чисто геометрический метод применять для изучения природы. В основе аристотелевской физики лежит чувственное восприятие и поэтому она является строго нематематической, отрицает саму возможность математической физики, поскольку

- математические понятия несогласуемы с данными чувственного опыта и
- математика не в состоянии объяснять качество и дедуцировать движение (в мире абстрактных фигур и цифр нет места ни качеству, ни движению).

Анализируя далее аристотелевскую физику Койре подчеркивает, что Аристотель рассматривает местное движение как *процесс* перемещения, противоположный покою, который понимается как конечная цель всякого движения и тем самым как *состояние*. Кроме того, для Аристотеля исключается не только правомерность, но и сама возможность отождествления его тщательно организованного и конечного космоса с геометрическим пространством и в еще меньшей степени возможность изолировать определенное тело от его физического и космического окружения. Из этого уже следует, что движение, которое представляет собой не *состояние*, а *процесс изменения* происходит не спонтанно или автоматически, а на основе постоянно действующей причины или постоянно действующего двигателя. Из этого в свою очередь с абсолютной необходимостью следует, что постулируемое с помощью принципа инерции движение является само в себе противоречивым и полностью невозможным.

Следовательно, продолжает Койре, в царстве чисел действительно нет места качеству и поэтому Галилей вынужден отбросить декартов пестрый, качественный мир чувственных восприятий и заменить его бесцветным, абстрактным, архимедовым миром. По словам Галилея, природа написана геометрическими знаками и точно также, как физика его истинного учителя Архимеда была геометрией покоя, галилеева физика является геометрией движения. Согласно новой физике, тело, однажды пришедшее в движение, сохраняет навечно его направление и скорость, пока его не выведет из этого состояния внешняя сила. Другими словами, это тело, прямолинейно движущееся через бесконечное, пустое пространство, не является действительным телом, находящимся в действительном пространстве, а математическим телом, которое перемещается в математическом пространстве.

Таким образом, как видно из проведенного А. Койре концептуального анализа, физика Галилея и догалилеевская физика представляют собой две различных картины мира, построенной исходя из совершенно других принципов, что выразилось не только в онтологических представлениях, но и в иной внутренней понятийной структуре физической теории. Новая наука заменила расплывчатые и полукачественные понятия аристотелевской физики системой жестких и строго количественных понятий. Решающую роль, по Койре, в становлении новой математической экспериментальной физики сыграла философия, поэтому он специально рассматривает *роль философской рефлексии* во внутреннем генезиса науки.

В традиционном для философии науки вопросе соотношения философии и науки, Койре исходит из резкой критики любой формы позитивизма, утверждая, что

- научная мысль никогда не была отделена от философской,
- великие научные революции всегда определялись изменениями философских концепций и
- научная мысль никогда не развивается в вакууме, а в рамках идей и фундаментальных принципов, принадлежащих собственно к сфере философии.

Многие исследователи (и позитивисты прежде всего) выдвигают на первый план борьбу Галилея против авторитетов, в первую очередь против Аристотеля, т.е. против научной и философской традиции, которая была освящена церковью и преподавалась в университетах. При этом особое значение придается важной роли, которую играет в новой науке наблюдение и опыт. Естественно, отмечает Койре, наблюдение и эксперимент имеют большое значение и можно найти в работах Галилея многочисленные ссылки на них и иронические высказывания против всякого, кто не доверяет своим глазам, потому что увиденное противоречит каноническому учению. Например, сеньор Кремонини вообще не хотел смотреть через галилеев телескоп из-за боязни увидеть нечто противоречащее принятой теории. И действительно, Галилей именно потому нанес удар общепринятой в то время астрономии и космологии, что построил телескоп и, наблюдая через него луну и другие планеты, открыл спутники Юпитера. Однако, все же спонтанное наблюдение и рассудочный опыт не играли, с точки зрения Койре, той решающей роли в становлении и обосновании новой науки, которую ему зачастую приписывают. Напротив, они были для нее помехой, поскольку основывались на аристотелевской физике, гораздо более соответствующей здравому смыслу, чем рассуждения Галилея.

Не спонтанный, непосредственный опыт, а точно планируемый эксперимент сыграл значительную познавательную роль в формировании науки Нового времени. Экспериментирование же представляет собой методическое средство задавать природе вопросы, необходимым условием чего было использование языка математики, чтобы сделать ответы понятными и интерпретируемыми. Для Галилея это был язык геометрии, язык кривых, кругов и треугольников. Но выбор языка науки, подчеркивает Койре, не определяется опытом, он восходит к иному философскому источнику.

Анализируя философские корни галилеевской науки, Койре выделяет три ступени или эпохи, которым соответствует различные типы мышления:

- аристотелевская физика,
- физика импетуса, возникшая в эпоху античности и развитая в четырнадцатом веке парижскими номиналистами и
- современная математическая архимедова или галилеева физика.

Койре считает, что эта последняя физика ни в коей мере не вдохновлена парижскими предшественниками, поскольку физика импетуса не поддается математической обработке и представляет собой тупик в развитии физики: истинным прородителем физики нового времени является не Николай Буридан или Николай из Орезма, а Архимед. А чтобы следуя архимедовой статике, построить математическую физику, нужно было полностью отбросить представление об импетусе (импульсе) и развить новое оригинальное понятие движения, чему мы и обязаны Галилею, который скорее осуществил важную методологическую работу, чем научную работу в современном смысле этого слова. Такой выход в сферу философско-методологической рефлексии был необходим, поскольку решение астрономических проблем зависело от обоснования новой физики и, прежде всего, от ответа на философский вопрос о роли математики в науке о природе.

То, что создал Галилей, - это математическая философия природы, или геометрическая математизация природы, т.е. замещение конкретного пространства догалилеевской физики абстрактным и однородным пространством евклидовой геометрии. Наука нового времени исходит из того, чтобы объяснить все явления природы на основе чисел, фигур и движения, поскольку книга природы написана языком математики. Смелость Галилея заключается в том, что он впервые попытался заместить действительный мир каждодневного опыта представлениями геометрии и объяснить действительное через невозможное, поскольку в природе не существует кругов, треугольников или прямых. По мнению Койре, для Галилея, его учеников и современников это означало ясный выбор между двумя различными философскими школами, аристотелизмом и платонизмом, по разному оценивающими математику как науку и ее роль для обоснования естествознания.

Для последователей Аристотеля физику нельзя рассматривать в качестве прикладной геометрии, поскольку математика - это вспомогательная наука, работающая с абстракциями, а физика - реальная наука, основывающаяся опыте и чувственном восприятии. Для платоников же, напротив, математика занимает приоритетное место в исследовании природных вещей. Именно как возвращение к Платону, как победа Платона над Аристотелем, подчеркивает Койре, воспринималась современниками и учениками Галилея, да и им самим его наука и философия природы. Галилей, вероятно, был первым, кто поверил в действительную реализацию математических форм в реальном мире: все существующее в этом мире подчинено геометрическим формам, все движения и формы (не только регулярные и возможно вообще не имеющие места в природе, но и нерегулярные, являющиеся также геометрическими и точными, хотя и более сложными) подчинены математическим законам.<sup>38</sup>

Важное место в своих исследованиях генезиса науки Койре уделяет проблеме соотношения науки и техники, в особенности анализируя роль технически организованного и математизированного эксперимента в науке Нового времени. Критикуя довольно распространенную точку зрения, что наука нового времени является ничем иным, как продуктом ремесленников или инженеров, он утверждает, что порожденная Галилеем и Декартом наука - плод глубокой теоретической работы и все что они построили - это лишь мыслительные конструкции. Галилей и Декарт никогда не были людьми ремесленных или механических искусств и ничего не создали, кроме мыслительных конструкций. Не Галилей учился у ремесленников на венецианских верфях, напротив, он научил их многому. Галилей был первым, кто создал первые действительно точные научные инструменты - телескоп и маятник, бывшие результатом теории. При создании своего телескопа он не просто усовершенствовал голландскую подзорную трубу, а исходил из оптической теории, стремясь сделать наблюдаемым невидимое, и математического расчета, стремясь достичь точности в наблюдениях и измерениях. Измерительные инструменты его предшественников были по сравнению с ними еще ремесленными орудиями. Новая наука заменила расплывчатые и качественные понятия аристотелевской физики системой твердых и строго количественных понятий. Галилей заменил обыкновенный опыт основанным на математике и технически организованным экспериментом. Декартовская и галилеевская наука имела огромное значение для техников и инженеров. То, что на смену миру "приблизительности" и "почти" в создании различных технических сооружений и машин ремесленниками приходит мир точности и расчета новой науки, заслуга не инженеров и техников, а теоретиков и философов. Для Койре создание научных инструментов также принадлежит внутренней истории науки, так как они являются продуктом не столько практического ремесла, сколько результатом точных математических расчетов. Таким образом, казалось бы внешние для науки влияния преломляются им в специфически внутренние моменты генезиса науки<sup>39</sup>.

#### Глава 4. Модели развития науки

Рассмотрев все вышеописанные модели динамики науки, можно констатировать, что они, ориентируясь на исследование ее развития, фактически отображают лишь различные иные аспекты динамики научного знания, а именно (внешнее и внутреннее) функционирование и генезис, но не само развитие. Обратимся теперь к собственно моделям *развития*, которые могут быть разделены на модель внешнего развития, или модель научных революций, и модель внутреннего развития, или эволюционную модель науки. В.И. Ленин, будучи крупнейшим не только практиком, но и теоретиком в области социальной революции, обсуждая эти два типа методологических моделей в работе "К вопросу о диалектике", подчеркивает, что рассмотрение лишь постепенной эволюции предмета исследования еще не дает полного представления о его развитии, что только анализ революционного способа развития дает ключ к скачкам, перерыву постепенности, к превращению в противоположность, к уничтожению старого и

<sup>38</sup> См.: А. Koyre. Galilei. Die Anfänge der Neuzeitlichen Wissenschaft. Berlin: Verlag Klaus Wagenbach, 1988

<sup>39</sup> там же, SS. 29, 89, 93-94

возникновению нового. Революционный способ развития научной дисциплины связан с ее переходом в новое семейство дисциплин, ориентацией на принципиально иную картину исследуемой реальности, новую парадигму, вызывает коренные изменения в самой структуре этой дисциплины. Однако не менее важное значение имеет и анализ эволюции научной дисциплины, постепенного усовершенствования и развития ее внутренней структуры. Необходимо "не забывать основной исторической связи, смотреть на каждый вопрос с точки зрения того, как известное явление в истории возникло, какие главные этапы в своем развитии это явление проходило, и с точки зрения этого его развития смотреть, чем данная вещь стала теперь"<sup>40</sup>.

#### 4.1. Модель внешнего развития в концепции научных революций Т. Куна.

Основное понятие концепции Томаса Куна<sup>41</sup> - *парадигма*, т.е. господствующая теория, задающая норму, образец научного исследования в какой-либо области науки, определенное видение мира учеными. Парадигма основана на вере. В ответ на критику<sup>42</sup> Кун уточняет это весьма многозначное понятие, выделяя два его основных значения:

- 1) как полной совокупности верований, ценностей, фактов, которых придерживаются члены данного научного сообщества (социологический смысл) и
- 2) как образцового примера прошлых достижений науки, заменяющих собой правила решения задач в нормальной науке (методологический смысл).

Важным для концепции Куна является также понятие *научного сообщества*, состоящего из практикующих специалистов, работающих в определенной научной области.

Члены данного сообщества имеют следующие общие черты:

- аналогичное образование,
- одинаковый процесс посвящения (введения в научное сообщество), после чего все они
- принимают одну и ту же специальную литературу и
- во многих пунктах извлекают из нее аналогичные знания, а
- границы этой стандартной литературы маркируют обычно границы данной научно-исследовательской области.

Члены научного сообщества в период научных революций могут образовывать *конкурирующие* между собой *научные школы*, в результате победы одной из которых возникает бесконкурентное, или нормальное сообщество, характеризуемое тем, что

- члены его рассматривают себя как единственно ответственных за достижение известных общих целей, к которым среди прочего принадлежит обучение молодого научного поколения;
- между его членами осуществляется относительно интенсивная научная коммуникация,
- его члены придерживаются относительно единого мнения по поводу профессиональных вопросов

<sup>40</sup> В.И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 39, с. 67

<sup>41</sup> Томас Кун (1922-1996) - американский историк и философ науки, один из лидеров исторической школы в философии науки, профессор Чикагского университета. Особую известность ему принесла публикация в 1962 году книги "Структура научных революций", выдержавшей большое количество переизданий и изданной в том числе на русском языке в 1975 году. В этой книге содержится острая критика не только неопозитивистской, но попперовской философии и провозглашается необходимость и приоритетность историко-научного анализа. Классический образец такого рода анализа был дан самим Куном в его более ранней работе "Коперниканская революция" (Т. Kuhn. The Copernican Revolution. Planetary Astronomy in the Development of Western Thought. Harvard University Press, 1957)

<sup>42</sup> см., например, статью Маргарет Мастерман "Природа парадигмы" в „I. Lakatos/A. Musgrave. Criticism and the Growth of Knowledge. Cambridge, 1970

Модель научного развития Куна включает в себя следующие фазы: предпарадигматический период - нормальную науку - экстраординарную науку (научную революцию) - снова фазу нормальной науки и т.д. (см. рис. 23).

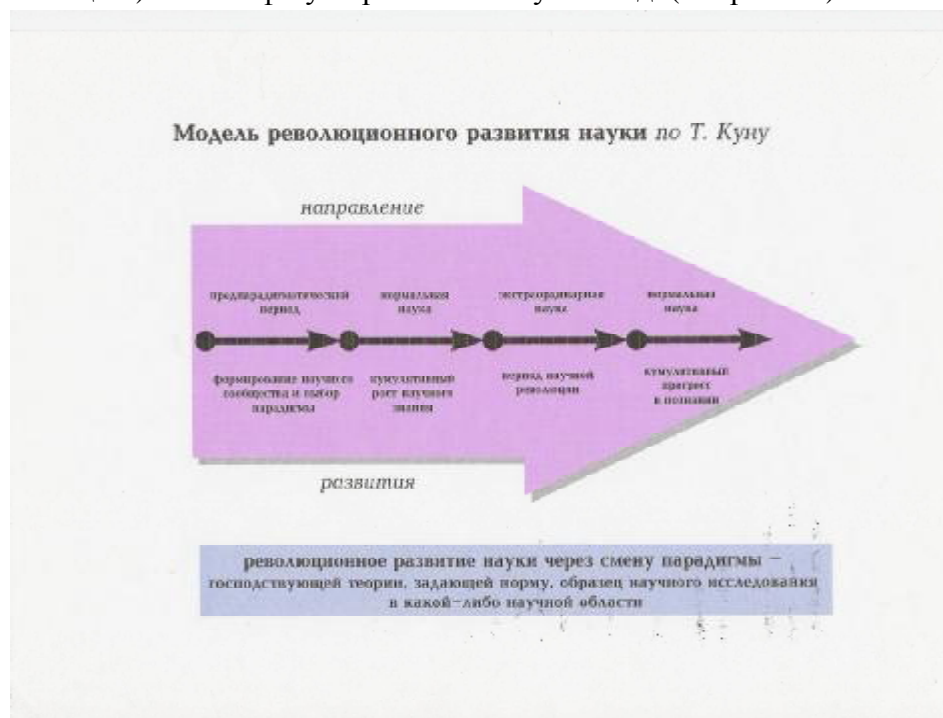


Рис. 23

*Предпарадигматический период* характерен лишь для ранних стадий еще незрелой науки, когда происходит конкуренция различных точек зрения - кандидатов на парадигму. Он характеризуется частыми и глубокими обсуждениями законности методов, проблем и стандартных решений науки, конкуренцией между различными научными школами, претендующими на господствующее положение в данной научной дисциплине. Этот период, относящийся фактически к генезису науки, находится практически за пределами рассмотрения куновской модели развития, поскольку отличительной особенностью развитой науки является как раз наличие в ней парадигмы.

В *период нормальной науки*, которая является весьма детерминированной деятельностью (парадигма и есть образец нормального исследования), основания науки не подвергаются сомнению, происходит обычное функционирование науки - рутинное решение стандартных научных задач. В нормальной науке предусмотрены правила, очерчивающие природу допустимых решений и шаги, посредством которых они достигаются. В период нормальной науки возникает три типа проблем:

- хорошо известные в данной парадигме,
- природа которых указана существующей парадигмой, но их решение может быть осуществлено только при дальнейшем разворачивании теории,
- осознанные аномалии, характерной чертой которых является упорное нежелание быть ассимилированными существующей парадигмой. Этот период характеризуется кумулятивным ростом научного знания, т.е. при неизменности внутренней структуры научной дисциплины, которая в принципе не меняется в процессе нормального функционирования науки. Научное сообщество знает как устроен мир и значительная часть успешности нормального научного предприятия покоится на том, что члены данного научного сообщества готовы защищать свои связанные традицией представления, если это потребуется, любой ценой.

Главное звено модели развития науки Куна - *экстраординарные исследования*, которые наступают, когда профессионалы больше не могут избежать аномалий, разрушающих существующую в науке традицию. Происходит смена парадигм, так как ни одно нормальное научное исследование в развитой науке невозможно при отсутствии парадигмы. Именно такую замену одной парадигмы другой Кун и называет *научной революцией*, приводящей к ломке существующих в науке социальных институтов, конфликту между конкурирующими школами научной мысли, поддерживающими различные парадигмы. Научная революция начинается с кризиса - возникновения нового кандидата на парадигму и борьбы за его признание. Она приводит к изменению взгляда на мир, картины исследуемой реальности для целого ряда дисциплин. И хотя такие изменения влекут за собой существенную перестройку каждой отдельно взятой дисциплины, источник ее расположен вне дисциплины, в наддисциплинарных образованиях. Об этом свидетельствует тот, подчеркиваемый Куном факт, что именно в период осознания кризисов ученые обращаются за помощью к философии как средству раскрытия загадок в их области исследования. Это - симптом перехода от нормального исследования к экстраординарному. Нормальная же наука, по его мнению, держится от философии на почтительном расстоянии.

Переход от одной парадигмы к другой через научные революции, сопровождающийся сменой картины мира, - обычный образец развития зрелой науки. Понятием, характеризующим одно из важнейших свойств научной революции, является несоизмеримость традиций до и после революционных событий. Революции в науке являются логическим результатом накопившихся в ходе функционирования нормальной науки аномалий, некоторые из которых могут привести не только к необходимости модификации теории, но и к ее замене. Тогда происходит выбор между двумя или более теориями. Кун называет эту фазу развития науки кризисной, или экстраординарной и характеризует ее следующими четырьмя симптомами, которые, однако, необязательно должны присутствовать все вместе.

1. Появляется открыто выражаемая неудовлетворенность теорией, выполняющей роль парадигмы.

2. Регламентирующие правила, до сих пор пригодные для решения научных проблем, продолжают применяться и далее, но чем дольше длится кризисное состояние, тем они все более модифицируются и дополняются. Такая готовность ослабления этих регламентирующих правил означает осознание того, что в науке не все в порядке. Выдвигаются новые спекулятивные теории для объяснения известных аномалий и при этом в научном сообществе отсутствует консенсус как относительно модификаций и дополнений к старой теории, так и относительно предлагаемых новых теорий.

3. В этот период отчетливо выражается готовность опробовать различные вещи, результаты которых можно предсказать или лишь неопределенно или вообще невозможно предсказать. Например, проводятся эксперименты без ожидания ясных результатов, лишь с целью собрать данные, чтобы точнее локализовать источники аномалий, что часто ведет к открытиям, не согласующимся с господствующей теорией.

4. Для данной фазы характерна также склонность к философскому анализу оснований ведущей исследовательской традиции, что связано с попыткой до сих пор неявно сформулированные регламентирующие правила определить и перепроверить явным образом.

Эти симптомы делают фазу экстраординарной науки похожей на предпарадигматический период с добавлением еще одного общего для них момента, а именно - возможности создания различных конкурирующих научных школ. Однако между этими фазами есть и существенные различия, поскольку фазе экстраординарной науки предшествовал период нормальной науки, а значит уже существуют большие

области достаточно развитых специализированных знаний, включая словарь необходимых научных терминов, и многочисленные вспомогательные технические средства. Однако главное отличие от предпарадигматического периода заключается в том, что на фазе экстраординарной науки уже совершенно ясно какие из решаемых проблем являются центральными. Это - те существенные аномалии, которые привели к кризису и находятся в фокусе исследовательской деятельности.

Научные революции, являясь характерной чертой развития современной дисциплинарной науки, не всегда, однако, отчетливо обнаруживаются в периоды нормальной науки, так как при переходе к новой парадигме ее сторонники, стремясь увековечить ее господство, заново переписывают все учебники и содержащуюся в них историю данной дисциплины. Кроме того, научные революции связаны с коренной перестройкой фундаментальных основ той или иной области науки или даже скорее науки в целом, а таких периодов в истории научной мысли можно насчитать не слишком много. В то же время сведение научных революций к локальным изменениям ("микрореволюциям") неоднократно подвергалось критике со стороны методологов науки. Рассматривая, однако, такие изменения в качестве модели внешнего развития научной дисциплины можно выделить характерные революционно подобные периоды в истории практически любой научной дисциплины. При этом следует помнить, что такое рассмотрение высвечивает лишь один из аспектов научного развития, который необходимо дополнить анализом эволюции ее внутренней структуры.

### **Коперниканская революция в модели научных революций Т. Куна**

Свою концепцию развития науки в виде модели научных революций Томас Кун разработал на основе анализа и обобщения истории коперниканской революции. Его книга „Коперниканская революция. Планетарная астрономия в развитии западной мысли“<sup>43</sup> вышла впервые в 1957 году, т.е. значительно раньше, чем сделавшая его знаменитым не только в узком кругу специалистов книга „Структура научных революций“<sup>44</sup>. В этой первой своей книге Т. Кун исследовал огромный конкретный историко-научный материал, но уже с вполне определенных методологических позиций, что позволило ему впоследствии войти в число одного из ведущих представителей, так называемой историко-методологической линии в философии науки. Он, фактически, уже здесь на этом конкретном материале формулирует концепцию именно *развития* науки. По мнению Куна, теория Коперника представляет собой во многих отношениях типичную научную теорию, поэтому ее история может хорошо проиллюстрировать процессы, влияющие на возникновение научных идей и смену теорий. Однако по своим ненаучным внешним влияниям теория Коперника является совсем нетипичной, так как в истории науки можно насчитать не так много научных теорий, которые играли бы сравнимую с ней в этом отношении роль. Среди таких теорий Кун называет эволюционную теорию Дарвина в XIX столетии, а в XX веке - теорию относительности Эйнштейна и психоанализ Фрейда, которые привели к дальнейшим радикальным изменениям западного мышления.

Кун прежде всего подчеркивает, что хотя ядром коперниканской революции, которая представляла собой идейную революцию, был процесс преобразования математической астрономии, его сопровождали также концептуальные изменения в космологии, физике, философии и религии. На ее примере хорошо видно, как из изменения в представлениях многих отдельных областей вырастает новая мыслительная конструкция. Сегодня нам кажется вполне естественным, если мы хотим узнать нечто новое о строении Вселенной, обратится за справкой к ученым - астрономам и физикам, имеющим многочисленные точные данные о земных и небесных явлениях. Таким образом, наши сегодняшние обыденные популярные представления о Космосе самым тесным образом связаны с результатами точных научных наблюдений. Собственно говоря, в любых культурах существовал ответ на вопрос об

<sup>43</sup> T. Kuhn. The Copernican Revolution. Planetary Astronomy in the Development of Western Thought. Harvard University Press, 1957

<sup>44</sup> Кун Т. Структура научных революций. М.: Прогресс, 1975



устройстве универсума, но он был в значительной степени обусловлен имевшимися у древних культур представлениями о земных явлениях. Небо играло роль простого вместилища для Земли (см. рис. 24).

### Представления о Вселенной у египтян:



### и вавилонян:

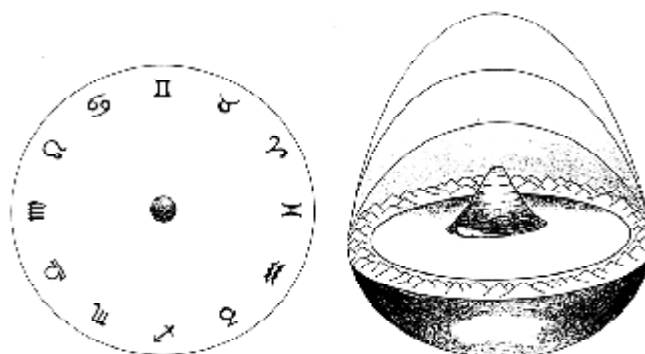


Рис. 24<sup>45</sup>

Лишь западная цивилизация, ведущая свое начало от античной древнегреческой культуры, связала ответ на этот вопрос с изучением небесных явлений.

По мнению Куна, корни научной космологии следует искать в античной Греции. Он отмечает, что многолетние наблюдения за небесными явлениями начинают использоваться античными астрономами для анализа строения Вселенной. Однако эти данные не содержали непосредственной информации о структуре универсума, в них ничего не говорилось о составе небесных тел или расстоянии до них, не давали никаких разъяснений о размере, положении или форме Земли, а также оставляли завуалированным вопрос, движутся ли вообще в действительности небесные тела. Традицию, характерную для западной цивилизации, использовать результаты наблюдения за планетами и звездами в качестве важнейшего источника для космологических построений, Кун выводит из наследия античной древнегреческой культуры. Он ссылается на Анаксимандра, одним из первых давшего рациональное механистическое описание Космоса.

<sup>45</sup> Рисунки взяты из: А. Weiß, F.-P. Burkard. Geheimnisvoller Kosmos. Wie Menschen sich die Welt erklärten. Freiburg: Herder, 1994, S. 14, 16

*Анаксимандр* привлекает технику и технические знания и аналогии для рационального объяснения "устройства" природы.

Это один из первых примеров использования технических аналогий для рационального объяснения функционирования Космоса (глобальных природных процессов) - *Аэций*:

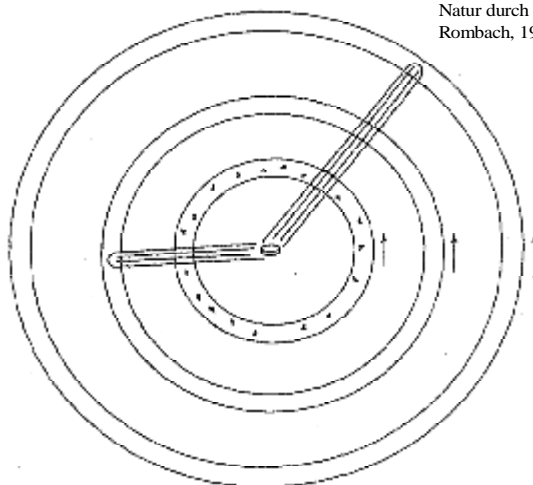
«По Анаксимандру, кольцо солнца в 28 раз больше земли. оно подобно колесу колесницы, имеющему обод, наполненный огнем. Этот огонь обнаруживается сквозь отверстие в некоторой части обода как бы разрядами молнии ... Это и есть солнце ... лунное кольцо в 19 раз больше земли. Оно подобно колесу колесницы, имеющему обод, наполненный, как и кольцо солнца, огнем. Оно также лежит наискось и имеет одно испускание, и это как бы разряды молнии ... лунное затмение бывает, когда отверстие на поверхности лунного кольца закрывается».

В. Шадевальд отмечает: «это несколько примитивно, но интересно, как теперь разумно технически объясняются небесные явления, которые прежде понимались мистически».

W. Schadewald. Die Anfänge der Philosophie bei den Griechen. Band 1. Frankfurt a.M.: Suhrkamp, 1978, с. 214

### Схематическая реконструкция представления Космоса Анаксимандром

F. Kraft. Geschichte der Naturwissenschaft I. Die Begründung einer Wissenschaft von der Natur durch die Griechen. Freiburg & Verlag Rombach, 1971, S. 115



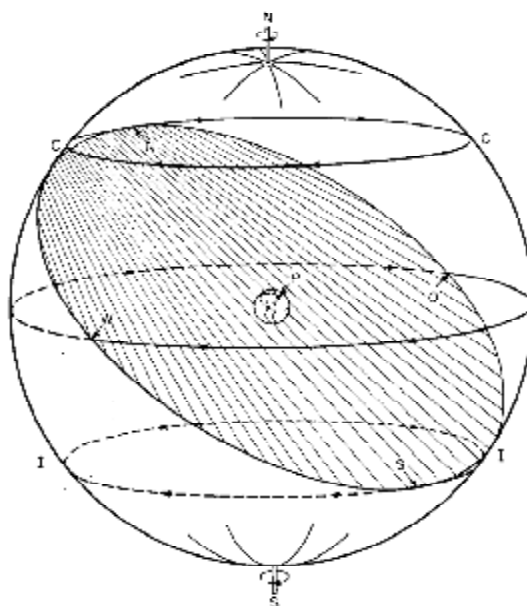
**В отличие от древних вавилонян Анаксимандр осуществил переход от арифметических расчетов к геометрическим представлениям. Он представлял себе Землю в качестве покоящегося в центре Вселенной цилиндра. Ему приписывают и составление первой карты Земли. "С Анаксимандра начинается тот процесс, который привел на место простой арифметической астрономии древних восточных культур геометризацию этой науки. Оказывается, что также более поздняя традиция греков осознавала, что Анаксимандру принадлежит первенство в геометризации картины мира".** А. Szabo. Das geozentrische Weltbild. Muenchen: Deutscher Taschenbuch Verlag, 1992, S. 96

Рис. 25

Эти представления Анаксимандра о Вселенной были еще наивными, не соответствуют нашим сегодняшним знаниям, да и не все древнегреческие астрономы и философы, его современники и последователи, были с ним согласны. Однако, все они используют тот же метод рационального рассуждения о небесных явлениях. Для большинства из них Земля

представляет собой малый шар, находящийся в середине существенно большего вращающегося шара, несущего на себе звезды. Солнце движется между этими двумя шарами, а за пределами большого шара нет ничего - ни материи, ни пространства. Это, конечно, не было тогда единственной теорией строения универсума, но она имела наибольшее число сторонников. Несколько усовершенствованная версия этой теории была унаследована учеными Средних веков и Нового времени. Такого рода космологическое представление Кун называет „двухшаровый универсум“ (см. рис. 26).

### Двухшаровый универсум по Т. Куну: в центре - Земля



Геоцентрическая система мира по Т. Куну

Рис. 26

Без помощи телескопа и специальных расчетов обнаружить движение Земли было просто невозможно, поэтому для астрономии невооруженного глаза двухшаровый универсум (добавим навигаторов и картографов) оказывается удобным и очевидным.

Таким образом, по Куну, Коперник не выступает против двухшарового универсума, хотя его труд полностью уничтожает эту картину мира. Он не отвергает также эпициклов и эксцентриков, хотя его последователи выбрасывают их за борт. В чем же тогда состоит его революционность? То, что действительно оказало революционное воздействие, было математическими деталями, типа отвергнутых им эквантов, продолжавших оставаться в сложной математической системе Птолемея и у его последователей. Значит, первоначально спор между Коперником и античными астрономами развернулся лишь вокруг технических деталей. Именно промахи в расчетах, в этих деталях и необычайная сложность системы Птолемея привели, в конечном счете, к коперниканской революции. Но несмотря на все эти минусы система Птолемея просуществовала достаточно долго. Полемизируя со сторонниками логического анализа научного развития, Томас Кун, подчеркивает, что исторический революционный процесс, никогда не идет в соответствии с его чисто логическими предначертаниями и объяснениями. Именно поэтому в центре его концепции находится скрупулезный анализ конкретного исторического материала, выведение логических схем из его обобщения. Он еще и еще раз показывает, что наблюдения никогда не идут абсолютно вразрез с картиной мира. И эти несоответствия в системе Птолемея не могли еще служить основанием

ее опровержения. Однако, история коперниканской революции - это не просто история об астрономах и небесных телах. Она затрагивала серьезные мировоззренческие проблемы, выходящие за пределы самой науки. Европейские астрономы такие, как Тихо де Браге и Кеплер, именно потому были поддержаны в своих исследованиях, что от них ожидали лучших гороскопов, поскольку астрология в то время имела необычайно огромное влияние на мышление большинства образованных людей Западной Европы.

Как известно, в античности и Средние века господствует аристотелевская картина мира, согласно которой Вселенная ограничена звездным шаром. Еще одна особенность аристотелевского представления о Вселенной - это принимаемый за истину контраст между стабильностью на небесах и переменчивостью земной жизни, абсолютное различие надлунного и подлунного миров. Аристотелевская система мира покоилась на чувственных восприятия и здравом смысле. Законы Галилея и его эксперименты были важнее для науки, чем аристотелевские представления. Они не лучше описывают повседневный опыт, но вскрывают лежащие за пределами этого чувственного опыта регулярности. Галилей обосновывает свой закон свободного падения, не наблюдениями, а цепью логических аргументов. И хотя любой школьник, воспитанный с детства на научных представлениях, без заминки ответит, что тяжелые и легкие тела согласно закону Галилея падают с одинаковой скоростью, в повседневной жизни тяжелые тела падают быстрее, чем легкие, что соответствует аристотелевским представлениям. Простое чувственное восприятие не подтверждает галилеева закона. Чтобы его проверить наблюдением, требуется специальное оборудование. Кроме того, возможно по случайному совпадению, отмечает Кун, представление о пространстве в общей теории относительности Эйнштейна во многих чертах ближе аристотелевскому, нежели ньютоновскому. Вселенная Эйнштейна аналогична аристотелевской Вселенной, но, в противоположность ньютоновским представлениям, может быть конечной.

Было бы неверным полагать, продолжает Кун, что между Аристотелем и Птолемеем, с одной стороны, и Коперником, с другой, лежит пустое историческое пространство. Именно в Средние века была подготовлена почва для коперниканской революции. К началу 16 столетия люди продолжали верить в античное описание Вселенной, но тем не менее они представляли его совершенно иначе. В возникающих повсеместно в Западной Европе в 12-13 вв. университетах начинается возрождение научного античного наследия, его перевод на латинский язык, реконструкция и комментирование античных представлений и понятий, уточнение переводов и их интерпретация. Многие античные источники стали известны в Западной Европе через арабский мир (о чем свидетельствует и само арабское название труда Птолемея).

Что касается роли церкви, то Кун призывает с осторожностью к этому вопросу, подходя к нему исторически, поскольку церковь в разное время играла по отношению к науке различную роль. В 13 веке, например, она начинает активно поддерживать науку. Да и сам Коперник был священником и племянником епископа. Кроме того, в критике аристотелевской системы огромную роль сыграли средневековые ученые, такие как Иоанн Буридан, Николай Орезм, ученые разрабатывающие теорию импетуса и многие другие.

Правда, сам Коперник, дав новое математическое описание планетного движения, не мог объяснить, почему это движение именно так происходит. Это удалось, в конечном счете, лишь Ньютону, динамика которого завершила коперниканскую революцию. Но и Ньютон, по мнению Куна, не в меньшей, а может быть и в большей степени зависел от проведенных ранее средневековыми схоластами исследований.

Коперника часто называют первым современным астрономом, пишет Кун, но с таким же успехом он заслуживает звания последнего великого птолемеевского астронома. Его основополагающая книга *De Revolutionibus* несмотря на вызванные ей революционные следствия не была революционной, а он сам был и античным и современным, консервативным и радикальным одновременно, вполне соответствующим эпохе Ренессанса, в которой встретились обе эти традиции. Более того, если бы его книга вышла в одиночестве, то коперниканская революция получила бы другое имя.

Другим примером ученого этого времени, говорит Кун, является Тихо де Браге, бывший защитником птолемеевой и противником коперниканской системы и принадлежащий несомненно к консерваторам. Однако, влияние его произведений никак нельзя назвать консервативным. Тихо де Браге существенно развил технику астрономических наблюдений и

довел точность астрономических данных и расчетов до невозможной при наблюдении небесных явлений невооруженным глазом. Он разработал и построил многочисленные новые астрономические инструменты, более стабильные и точные, чем до сих пор, и развил новую технику расчетов и наблюдений. Но самое главное его достижение заключалось в регулярном наблюдении за движениями планет, которые до него наблюдались лишь в наиболее удобных позициях планет. На основе проведенных Тихо де Браге систематических наблюдений за кометами, он полностью отвергает аристотелевское представление о кристаллических планетных сферах, которого продолжал придерживаться даже сам Коперник, хотя они и были помехой на его пути к успеху. Именно эти наблюдения создали предпосылки для решения данной проблемы и, в конечном счете, вопреки его намерениям, ускорили окончательное поражение птолемеевой и победу коперниканской системы. Впрочем, предложенная им модель Вселенной была с математической точки зрения полностью эквивалентной системе Коперника (см. рис. 27).

### Гелиоцентрическая система мира Николая Коперника

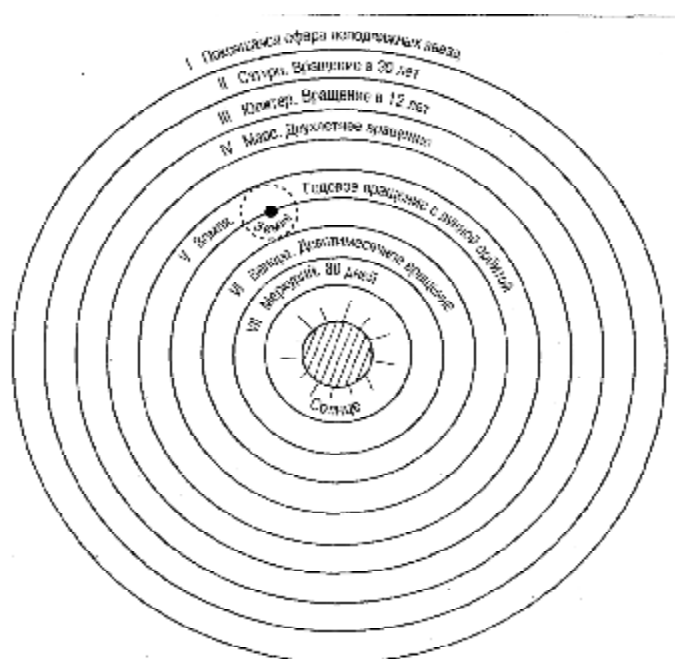


Рис. 27

Таким образом коперниканская революция по Куну - это не одномоментный, а длительный процесс, истоки которого следует искать в античности и средневековье, а окончание - у Ньютона. Кун называет ее поэтапной революцией, в центре которой находится фигура Галилея.

Галилео Галилей был первым, кто направил им созданный телескоп на небо в 1609 году и таким способом смог получить совершенно новые данные, доставившие многочисленные доказательства в пользу коперниканского учения. Однако к этому времени исход спора двух систем мира в пользу коперниканского учения был почти разрешен, особенно после работ Кеплера и публикации им в 1627 году *Рудольфианских таблиц*. Если бы он это сделал несколько раньше, отмечает Кун, то история коперниканской революции, вероятно, протекала бы совершенно иначе. Галилей, фактически, выполнил работу по расчистке, наведению порядка в данной области в тот момент, когда победа была уже почти предрешена.

Телескоп Галилея был совершенно новым для астрономии инструментом. Однако его первое изобретение и использования в целях увеличения изображения удаленных предметов было осуществлено еще до Галилея голландским шлифовальщиком линз. Галилей сам рассчитал и изготовил телескоп, который давал лишь незначительное увеличение, и проделал впервые то, что никому до него не приходило в голову - направил телескоп на небо. Результат оказался поразительным: каждое новое наблюдение открывало новые неожиданные объекты. Даже наблюдение уже хорошо известных небесных тел таких, как солнце, луна, другие известные планеты, через телескоп приносило новые знания, которые он интерпретировал как аргументы в пользу коперниканского учения. Галилей, например, обнаружил на лике Луны горы и впадины и установил, что ее поверхность не отличается сильно от поверхности Земли. Сомнение в совершенности небесных тел, возникшее при этом, было еще более усилено обнаружением темных пятен на Солнце, а изменение положения этих пятен отчетливо показало, что и Солнце вращается вокруг своей оси. Это полностью разрушало представление о совершенности и неизменности небесной сферы. Млечный путь, который выглядит для простого глаза слабым туманным пятном, часто интерпретируемым как отраженный солнечный или лунный свет, предстал Галилею в виде гигантского скопления звезд. Это расширение кругозора означало расширение самой Вселенной. И уже даже постулируемая некоторыми коперниканцами бесконечность Вселенной перестала казаться такой уж абсурдной.

Однако, наиболее сильный аргумент в пользу коперниканской системы принесло Галилею открытие „лун“ Юпитера. Именно они стали видимой моделью коперниканской солнечной системы. Количество аргументов за теорию Коперника возрастало с введением телескопа также быстро как и количество вновь открытых с его помощью небесных объектов. Например, обнаруженные Галилеем фазы Венеры, которые не могли быть обнаружены невооруженным глазом, разрушило представление о существовании дифферентов и эпициклов, достаточно убедительно доказало, что Венера обращается вокруг Солнца (см. рис. 28).



**Рис. 28.** На рис. *внизу* изображены спутники Юпитера и видимое в телескоп Галилея изменение их положения<sup>46</sup>, на рис. *вверху* показаны наблюдаемые через слабый телескоп фазы Венеры, а также сам телескоп Галилея<sup>47</sup>.

<sup>46</sup> Рисунок взят из: Т. Kuhn. Die kopernikanische Revolution. Braunschweig/Wiesbaden: Friedr. Vieweg & Sohn, 1980, S. 225

<sup>47</sup> Рисунки взяты из: А. Weiß, F.-P. Burkard. Geheimnisvoller Kosmos. Wie Menschen sich die Welt erklärten. Freiburg: Herder, 1994, S. 29

Кун отмечает, однако, что телескоп, конечно, сам по себе не мог служить доказательством коперниканских представлений, но он оказался весьма результативным оружием для пропагандистской борьбы ее защитников. И это влияние вышло за пределы узкого научного круга. После 1609 года люди, которые не имели раньше почти никакого представления об астрономии, сами посмотрев через телескоп, могли убедиться, что Вселенная совсем не соответствует наивным предрассудкам так называемого здравого смысла. В семнадцатом столетии телескоп становится популярной игрушкой. Именно в этом, считает Кун, и заключается главное значение астрономического труда Галилея - он сделал астрономию всеобщим достоянием и эта популярная астрономия была коперниканской. С изобретением телескопа коперниканское учение перестает быть важным только для специалистов. Оно перестает быть лишь математической гипотезой, математическим приемом для астрономических вычислений, а приобретает физическое значение. Именно в этом и состоит, по Куну, главная особенность научной *революции* - она представляет собой переворот в мировоззрении не только ученых, но и всего общества, кардинальное изменение картины мира.

Однако введение в обиход телескопа вызвало и новую волну оппозиции против коперниканского учения. Одни вообще отказывались смотреть в телескоп на небо на том основании, что если бы Господь желал применения телескопа, он бы оснастил самого человека телескопическими глазами. Другие, посмотрев в телескоп на небо, утверждали, что видимые в нем объекты все же не существуют на небе, а в нем самом. Но большинство противников рассуждали более рационально. Они соглашались, что открытые Галилеем явления находятся на небе, но что это само по себе еще не доказывало выдвигаемых им утверждений. И в этом они были правы, считает Кун, поскольку телескоп давал указание, но не мог служить доказательством. В течение еще 150 лет после смерти Галилея происходит постепенный переход всех астрономов под флаг коперниканства.

В середине 17 столетия уже почти не было астрономов некоперниканцев, а к концу этого столетия не быть коперниканцем для астронома стало просто невозможным.

Правда в протестантских университетах, сообщает Кун, и в конце семнадцатого века изучали все три системы мира - птолемею, коперниканскую и Тихо де Браге (комбинированная система – см. рис. 29).

Система мира, предложенная Тихо де Браге

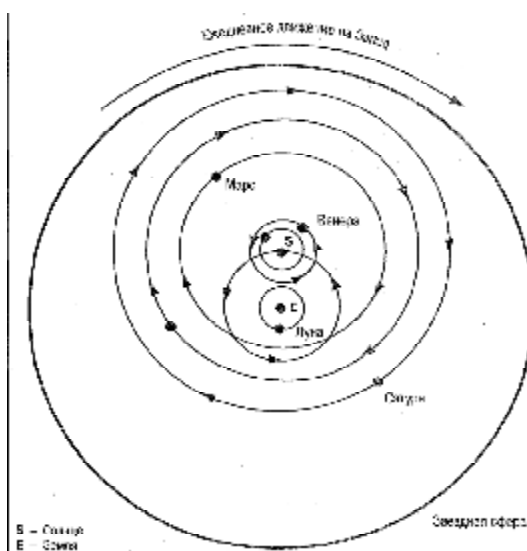


Рис. 29

Но в 18 столетии уже господствует коперниканское учение. Однако то, что изучали в это время в университетах Западной Европы было уже не учение Коперника, Галилея и

Кеплера, а представление Вселенной в виде ньютоновской мировой машины. Именно в гравитационной теории Ньютона коперниканская астрономическая революция получила завершение. Подлинным ее триумфом было теоретическое предсказание на основе математических расчетов в 1846 году Лаверье и Адамсом существования неизвестной планеты (Плутон), которая была причиной нерегулярности движения планеты Уран по своей орбите, и ее обнаружение с помощью телескопа астрономом Галле.

#### 4.2. Эволюционная модель внутреннего развития науки в концепции С. Тулмина.

Концепция Стивена Тулмина<sup>48</sup>, выбравшего в качестве образца исторической динамики концептуальных изменений представление о "естественном отборе", является наиболее разработанным примером эволюционной модели развития науки, хотя в философии науки существуют и другие примеры<sup>49</sup>.

Рассматривая науку как исторически развивающееся рациональное предприятие, Тулмин применяет для исследования развития научных идей *общую* теорию эволюции, понимаемую им как обобщение дарвиновской теории популяций, которая в свою очередь является лишь ее частным случаем - зоологической теорией эволюции. Тогда историческое развитие интеллектуальной дисциплины (т.е. научной дисциплины, выбираемой им в качестве единицы методологического анализа, как исторически развивающегося интеллектуального предприятия) будет представлять собой популяционный процесс, но не в специфически биологическом смысле, а в виде общей формы развития через инновации и отбор. То есть в этом случае мы имеем иную реализацию некоей гипотетической общей теории эволюции, чем теория естественного отбора Чарльза Дарвина.

По мнению Тулмина, при изучении концептуального развития определенной научной традиции мы сталкиваемся с процессом избирательного закрепления предложенных научным сообществом интеллектуальных вариантов. Поэтому важно иметь в виду два различных аспекта эволюционного анализа развития идей, с одной стороны, взаимосвязь и непрерывность, дающие возможность выделить определенную научную дисциплину со своей собственной системой понятий, методов и основополагающих целей, а с другой - продолжительные преобразования (изменчивость), ведущие к ее радикальной перестройке или распаду.

Рассматривая концептуальные изменения в рамках какой-либо концептуальной традиции, он различает:

- а) единицы отклонения, или концептуальные варианты (новые понятия, идеи и методы), циркулирующие в данной дисциплине в некоторый период времени, и
- б) единицы эффективной модификации, т.е. те немногие варианты, которые включаются в интеллектуальную традицию данной дисциплины на основе их постоянного критического отбора.

Таким образом, он выделяет,

во-первых, *нововведения* - возможные способы развития существующей традиции, предлагаемые ее сторонниками и удерживаемые лишь с целью

<sup>48</sup> Стивен Тулмин родился в 1922 году в Лондоне, изучал математику, физику и философию в Кэмбриджском университете, где также защитил диссертацию. В 1955-59 гг. - профессор в Лидсе, а в 1960-64 гг. - руководитель подразделения фонда Нуффилда по истории идей в Лондоне. В 1965-69 гг. он становится профессором по истории идей и философии университета г. Брандес, а в 1969 г. - профессором Мичиганского государственного университета. С 1972-73 гг. Тулмин руководит Кроун колледжем Калифорнийского университета.

<sup>49</sup> См., например, эволюционные представления развития науки у Поппера: К. Поппер. Эволюционная эпистемология. В кн.: Эволюционная эпистемология и логика социальных наук: Карл Поппер и его критики. М.: Эдиториал УРСС, 2000



последующего доказательства их пригодности для возможного решения стоящей проблемы, но еще не принятые и не отклоненные, и,

во-вторых, *отбор* - решение ученых выбрать некоторые из предлагаемых нововведений и посредством них модифицировать традицию, включая вопросы относительно способов выбора, с помощью которых одни варианты признаются, а другие отклоняются. Наконец, эволюционно-теоретический анализ интеллектуального развития основывается на целостной системе взаимосвязанных понятий, определяющей "интеллектуальную экологию" определенной историко-культурной ситуации. Тулмин называет ее также локальной "интеллектуальной окружающей средой", требованиям которой должны наилучшим образом соответствовать выбираемые для признания в данной дисциплине нововведения. С этой точки зрения, попперовский метод "предположения" и "опровержения" определяет необходимые "экологические" (т.е. внешние) условия того, что изменение и выбор действительно ведут к существенным научным переменам.

Далее Тулмин демонстрирует популяцию идей определенной исторически развивающейся дисциплины в трех основных аспектах (см. рис. 30):

- во временном срезе, связанном с отношениями между одновременно существующими идеями

- в генеалогическом представлении, т.е. с точки зрения интеллектуальной преемственности, когда прослеживается линия жизни отдельной идеи или понятия, ее ветвление или прекращение существования, и

- в эволюционной модели, комбинирующей оба предыдущих случая и различающей, с одной стороны, введение интеллектуального варианта в ходе происходящей дискуссии, преимущества которого еще не установлены, а с другой - принятие избранных вариантов в состав признанного круга идей. Эта модель показывает также, что каждое разветвление или прекращение генеалогической линии идейного развития никогда не происходит одним ударом, а представляет собой весьма сложный процесс проб и ошибок. В рамках эволюционной модели показывается, при каких условиях приводит равновесие между варьированием и выбором в длительной перспективе к сохранению преемственности в рамках отдельно взятой замкнутой дисциплины или при каких обстоятельствах вместо этого либо произойдет ее гибель, либо она распадется на две или несколько дисциплин-преемниц.

### С. Тулмин. Основные представления популяции идей

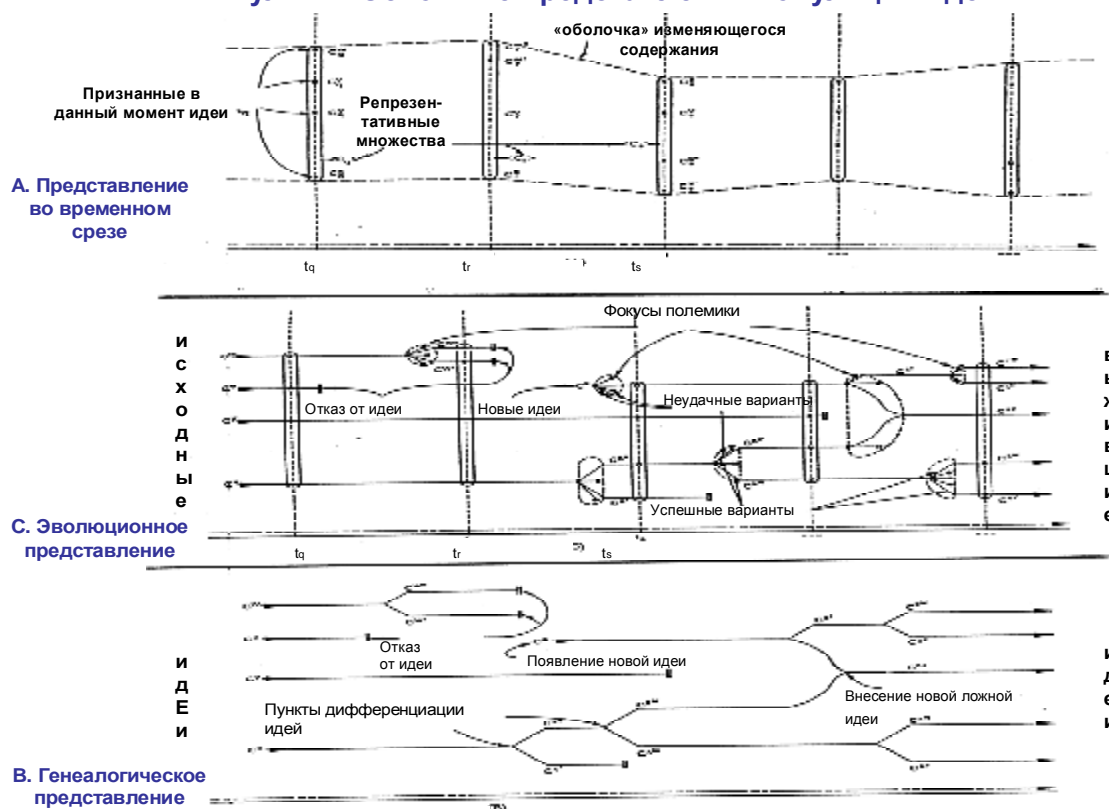


Рис. 30

Тулмин подчеркивает, что если к открытию новой истины может привести инициатива отдельных ученых, то развитие новых идей - дело научного сообщества. В то же время не только выдвижение и модификация новых идей, но вообще возможность их появления определяются социокультурными факторами. В древнем Китае, например, накопившем достаточно много данных астрономических наблюдений и имевшем достаточно продвинутую по тем временам технику, в принципе не могла появиться фигура китайского Галилея, а астрофизика как самостоятельная дисциплина. Западная астрономия покоилась на рациональном, абстрактном понимании геометрии как чисто теоретической дисциплины. В Китае, напротив, геометрия никогда не занимала того независимого теоретического положения, какое она имела в классической Греции, она остается прагматической наукой, собранием формул и искусственных приемов для измерения земельных участков, не образующем логической сети абстрактных утверждений. Однако этого еще недостаточно для прояснения поставленного вопроса. Здесь необходимо привлечь социологическую аргументацию, поскольку это было обусловлено культурно-историческими условиями развития древнекитайской цивилизации, где господствующий слой был озабочен прежде всего сохранением морального порядка на Земле, но никак ни интеллектуальными нововведениями или тем более космологией или натурфилософией. А для этого математическая астрономия вообще была не нужна. Общественный консерватизм вел к методологическому консерватизму. Таким образом, не только без развития в древней Греции теоретических традиций логики, философии, математики и основ естествознания, но прежде всего без существования там соответствующих институциональных традиций эта дисциплина также не могла бы возникнуть.

Возникновение самих научных дисциплин и нововведений в них возможно лишь при условии существования коллективной научной профессии, представители которой придерживаются общих идеалов и являются институционально организованными. Поэтому наряду с понятием интеллектуальной дисциплины Тулмин использует также понятие интеллектуальной профессии, которая представляет собой институализированную дисциплину как популяцию уже не научных идей, а самих ученых, выдвигающих эти идеи. Причем институциональное развитие протекает параллельно эволюции идей, т.е. теоретическому развитию. В конечном счете, теоретическая история какой-либо конкретной научной дисциплины, институциональная история соответствующей ей научной профессии и индивидуальные биографии участвующих в ней ученых являются тесно взаимосвязанными, оказывают влияние друг на друга и поэтому должны анализироваться вместе независимо от того, какой из сторон отдается приоритет в данном конкретном исследовании.

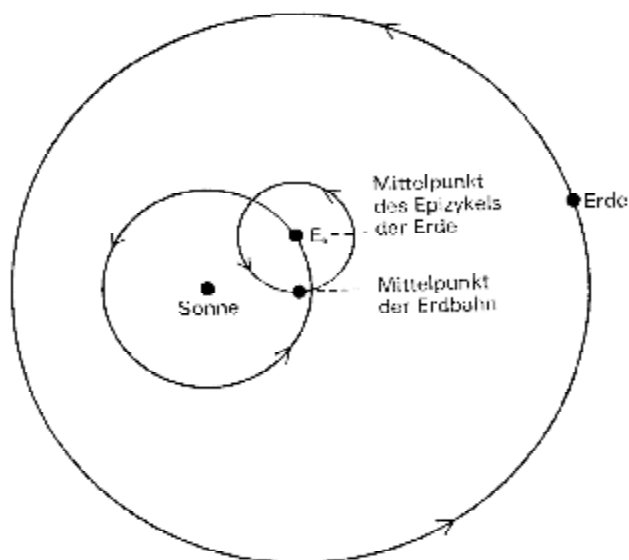
По мнению Тулмина, в то время как значительная часть концептуальных нововведений и скорость интеллектуальных перемен обусловлены внешними по отношению к науке факторами (т.е. влиянием социокультурных отношений на дисциплинарное развитие), критерии отбора, на основе которых они оцениваются, являются в значительной степени профессиональными и потому внутренними. Он делает акцент на анализе эволюции именно внутридисциплинарных концептуальных изменений. Вместо революционного объяснения (внешнего развития дисциплины), которое призвано показать как целостные концептуальные системы следуют одна за другой, Тулмин выдвигает эволюционное объяснение (ее внутреннего развития), которое должно показать как прогрессивно трансформируются концептуальные популяции.

### **Эволюционное представление Коперниканской революции у Тулмина**

С. Тулмин излагает представления о коперниканской „революции“ в свете своей концепции эволюционного развития науки в книге „Модели космоса“ (написанной совместно с Гудфильдом)<sup>50</sup>. Он считает, что обозначение перехода от птолемеевой к коперниканской модели космоса, в качестве „революционного“ изменения может привести к ошибочному представлению реальной истории науки. Самого Коперника во многих случаях можно было бы оценить как „консервативную“ или даже „реакционную“ фигуру. В конечном счете, он не сделал никакого грандиозного открытия в астрономии по сравнению, например, с Тихо де Браге. Он лично провел не более десятка астрономических измерений и то только те, которые ему были необходимы для сравнения собственных расчетов с огромным объемом материала наблюдений, содержащихся у Птолемея. В общем и целом он опирался на часто неверные данные, списанные им у Птолемея. Кроме того, методы расчета, используемые Коперником, не были точнее расчетов Птолемея, а иногда даже наоборот. Да и сами расчеты не стали проще. Даже наибольшее достижение системы Коперника - исключение обратного движения планет, как ошибки наблюдения находящегося на Земле наблюдателя, - после полной разработки теории отошло на задний план, поскольку для расчета действительных планетных орбит необходимо было строить конструкции, покоящиеся на дополнительной гипотезе о собственном движении Земли вокруг фиктивного пункта, в свою очередь двигающегося вокруг Солнца (рис. 31).

<sup>50</sup> S. Toulmen, J. Goodfield. Modelle des Kosmos. München: Wilhelm Goldmann Verlag, 1970

## Движение земли по Копернику (С. Тулмин)



**Земля движется по кругу.  
Но центр его смещен по отношению к Солнцу.**

**Рис. 31.**  $E_e$  - центр земного эпицикла,  $E_x$  - фиктивный пункт, находящийся в стороне от Солнца (S) вокруг которого вращается Земля (E).<sup>51</sup>

Почему же тогда вообще говорят о какой-то коперниканской революции, несмотря на все вышеприведенные историко-научные факты? - задается вопросом Тулмин. И сам же отвечает: теория Коперника попала на благотворную культурную почву и в удачное время. Сам же Коперник был скорее, по мнению Тулмина, античным астрономом, чем астрономом Нового времени. Ход его мыслей имеет больше общего с аристотелевским или птолемеевым, нежели с представлениями Кеплера и Ньютона. Если же говорить о состоянии физики или естествознания в целом во времена Коперника, то во многих их областях или вообще не было никаких следов так называемой „научной революции“ или же наблюдалось лишь незначительное ускорение прогресса науки, которое, впрочем, можно с таким же успехом заметить уже во времена позднего Средневековья. Все же прогресс в естествознании в период между 1550 и 1700 годами, пишет Тулмин, никак нельзя умалять, хотя он ограничивался главным образом только несколькими областями естественнонаучного исследования, к которым несомненно следует отнести астрономию и динамику.

Тулмин критикует также широко распространенное представление о „реакционной“ роли церкви и схоластики в этом процессе, ссылаясь, на инквизицию и, в частности, процесс Галилея. Напротив, утверждает он, они играли решающую роль в обновлении естествознания в Средние века. Именно в этот период можно отметить растущее самосознание ученых и формирование академической традиции: без создания теоретической научной традиции в Средние века возрождение естествознания в Новое время в Западной Европе вообще было бы невозможно. Были, конечно, и неудачи и возвратные движения в истории науки. „Физика“ и „Метафизика“ Аристотеля попали в Европу через исламский мир, а именно через Аверроэса, комментарии которого создавали трудности в гармонизации аристотелевского учения с

<sup>51</sup> Рисунок взят из: S. Toulmen, J. Goodfield. Modelle des Kosmos. München: Wilhelm Goldmann Verlag, 1970, S. 183

ортодоксальной христианской теологией, поэтому аристотелевское учение было на долгие годы вычеркнуто из учебных планов средневековых школ. Однако, после того, как Фома Аквинский показал, что нет ни одной части в учении Аристотеля, которая противоречила бы официальной теологической доктрине, аристотелевская теоретическая система легла в основу западноевропейской естественной науки. Только учитывая это почти пятисотлетнее „переваривание“ античного наследия, можно верно понять и оценить те духовные задачи, которые стояли перед Коперником и его последователями.

Средневековье оставило астрономам XVII столетия двойное наследие: с одной стороны, целый ряд расчетов и методик расчетов, которые со времен Птолемея почти не изменились и, с другой стороны, сложную космологическую картину мира, представлявшую собой весьма несовершенный синтез аристотелевской физики с моделью эпициклов Птолемея. Во многих современных научно-популярных брошюрах Николай Коперник представляется как человек, который вполне сознательно предпринял попытку свергнуть это представление и указал естествознанию новую прямую дорогу, приведшую через Галилея и Ньютона к современной естественной науке. Причем его современники с удивительной предубежденностью и научной слепотой не только ничего не замечали, но и не хотели вообще видеть то, что для Коперника и для нас сегодня является очевидным. С этой точки зрения, его главный труд представляет собой первоначало современного естествознания и революционизировал все науки. Эта „историческая“ картина является, по мнению Тулмина, лишь карикатурой на реальную историю науки. Он подчеркивает, что слово „революция“, будь то в науке или в политике, связано с внезапным радикальным изменением системы в целом. Однако такое представление неизбежно ведет к ошибкам, поскольку, по крайней мере, в области науки революции в этом смысле вообще невозможны. Тулмин, фактически, заменяет это представление разработанной им ранее эволюционной моделью развития науки.

Процесс переключения на новые представления, по Тулмину - это длительный процесс. Сначала новые идеи возникают лишь там, где ведется поиск специальных ответов на частные вопросы. После первых проверок появляется более глубокая критика в рамках все той же специальной научной области. Наконец, выведенные из этой критики следствия и новые возможности постепенно становятся все более и более отчетливыми для научного сообщества и распространяются на другие научные области в качестве оснований планируемых исследований. В конечном счете, это приводит к переосмыслению имеющегося опыта и включению этих новых представлений на основе построения системной теоретической модели в измененную картину реальности. Именно таким образом, в соответствии с моделью эволюционных изменений, из первоначально незначительных и едва заметных начинаний постепенно вырастают обширные изменения в науке.

Коперник, по мнению Тулмина, отталкивался не от каких-то бунтарских намерений перевернуть мир, а от того простого факта, что он считал многие конструкции Птолемея противоречивыми и пытался заменить их логически удовлетворительно построенной системой планетных движений. И должно было пройти более ста лет, чтобы эта новая система получила всеобщее признание. Во времена же Коперника и некоторое время после того, было совсем неочевидно, что коперниканская система превосходит существовавшие до него учение о движении планет. Однако Копернику повезло больше, чем его древнегреческому предшественнику Аристарху, поскольку его идеи были подхвачены и развиты последующими поколениями исследователей, например, Кеплером и Ньютоном, развившим на этой основе собственные теории. Таким образом, отклонив из чисто эстетических соображений птолемеевы методы, Коперник объединил астрофизику с математической астрономией на новой основе, однако он никак не мог предвидеть применения его теории, которые она получила позже и которые были весьма существенны для становления новой научной картины мира. Его цель заключалась в том, - подчеркивает Тулмин - чтобы восстановить аристотелевскую физику там, где Птолемей не следовал ей. Кроме того, гелиоцентрическое учение Гераклита и Аристарха была известно еще до начала XIV столетия. Ссылки на него можно найти у парижского ученого Николая Орезма, а сто лет позднее - в XV веке - у Николая Кузанского, немецкого кардинала и ученого, которые, правда, не были профессиональными астрономами. Коперник был первым астрономом, выступившим против птолемеевой теории, но и он связывал правильность геометрических конструкций с коррекцией ошибок птолемеевой модели мира.

Теперь рассмотрим, как оценивает Тулмин с точки зрения эволюционной концепции науки роль Галилея в так называемой „коперниканской революции“. Точно также, как и в случае с Коперником, в популярных изданиях рисуют зачастую неверную историко-научную картину. В области развития механики, например, утверждается, что между Аристотелем и Галилеем было время стагнации в науке, связанное с тем, что монахи и философы не покидали сферы формальной логики из любви к схоластической казуистике. Галилей же с помощью введенного им „экспериментального метода“ все время разоблачал ложные выводы и ошибки средневековых ученых. Последние историко-научные исследования показывают, однако, что это дает искаженное представление действительной истории.

**Сравним два поразительно похожих мысленных эксперимента средневекового ученого Николая Орезма и Галилея, хотя второй и не ссылается на первого:**

- *Мысленный эксперимент Орезма* формулируется следующим образом. Тяжелое тело, свободно падающее по трубе, которая проходит через центр Земли, остановилось бы в центре Земли не внезапно само по себе, а стало бы двигаться снова вверх в противоположном направлении. Такое движение в противоположном направлении - именно это и должен прояснить данный мысленный эксперимент - не может быть связано собственно с тяжестью, поскольку движение в обратном направлении не является естественным движением тяжелого тела. „Импетуситет - это искусственно созданное им слово используется для выражения свойства какого-нибудь тела, которое приходит в движение от заключенной в нем внутренней силы - в собственном смысле слова не является тяжестью, так как если бы существовало отверстие отсюда до центра Земли и при этом через данное отверстие падал бы тяжелый предмет, он был бы, если бы достиг центра, прошел его и на основе того же самого акцидентального приобретенного качества, пошел бы вверх и потом снова упал вниз, как мы наблюдали у тяжелого предмета, привязанного на длинной веревке к балке. И, таким образом, речь здесь идет не о собственной тяжести, так как импетуситет может двигаться в противоположном направлении“.
- M. Wolf. Geschichte der Impetustheorie. Untersuchungen zum Ursprung der klassischen Mechanik. Frankfurt a. M.: Suhrkamp, 1978, S. 236
- *Мысленный эксперимент Галилея* направлен на доказательства ошибочности утверждения Аристотеля, что тяжелые тела при падении движутся со скоростью пропорциональной их весу. Галилей призывает, чтобы „действовать не произвольно и случайно, а при помощи убедительного метода“ удостовериться многократно повторявшимся опытом, совсем в духе Орезма „представить себе в воображении“ следующее: „...если бы земной шар был просверлен через центр, то пушечное ядро, падая по этому кольцу, приобретало бы в центре такой импульс скорости, который по миновании центра гнал бы его вверх на такое же расстояние, как и расстояние падения, причем скорость по ту сторону центра постоянно уменьшалась бы, убывая в соответствии с возрастанием, приобретаемом при падении, и время, затраченное на такое восходящее движение, думается было бы равно времени спуска“.
- Галилео Галилеи. Избр. труды. - В 2-х т. М.: Наука, 1964; т. 1, с. 327

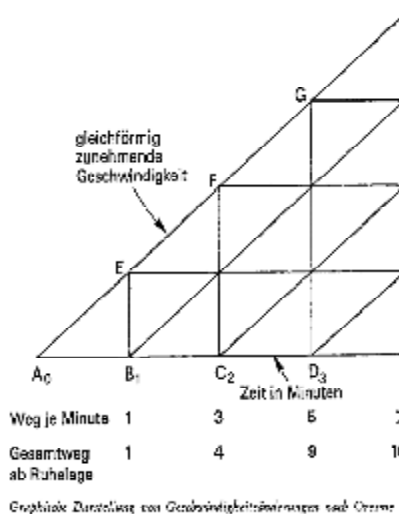
В течение многих столетий, разделяющих Аристотеля и Галилея, механика как наука о движении материальных тел и действующих на них сил - демонстрирует все новые и новые успехи. Да и труд всей жизни Галилея нужно понимать, собственно говоря, лишь вершину этой средневековой традиции. Именно из этой традиции выросли и обсуждаемые им вопросы, и сама методика ведения им доказательств, даже используемые им термины происходят из средневековых источников. Таким образом, заключает снова Тулмин, без воспринятых Галилеем средневековых научных традиций (см. на рис. 32 пример геометризации понятий аристотелевской физики средневековым ученым Николаем Орезмом) он вообще не смог бы сделать своих открытий.

### Графическое представление изменения скорости у Николая Орезма (по С. Тулмину)

Орезм сделал важный шаг, открыв науку об изменяющемся. Тогда физический объект может быть выражен геометрически, а геометрический - физически. Например, геометрическая точка может двигаться по геометрической фигуре - „линии предмета“ (траектории). Здесь фактически Орезм соотносит математическую (геометрическую) теоретическую схему с физическими представлениями и процессами:

„неделимая точка есть что-либо реальное, ни линия, ни поверхность, хотя воображение их пригодно для лучшего постижения меры вещей ... мера двух любых линейных или поверхностных качеств, также как и скоростей, соответствует мере и отношению фигур, посредством которых они в воображении сравниваются друг с другом. Итак, чтобы найти меру качества или скорости и определить их отношения, нужно довериться геометрии и вернуться к геометрии“.

Н. Орем. Трактат о конфигурации качеств. В кн.: Историко-математические исследования. Вып. XI. М.: ГИФМЛ, 1958, с. 703-703

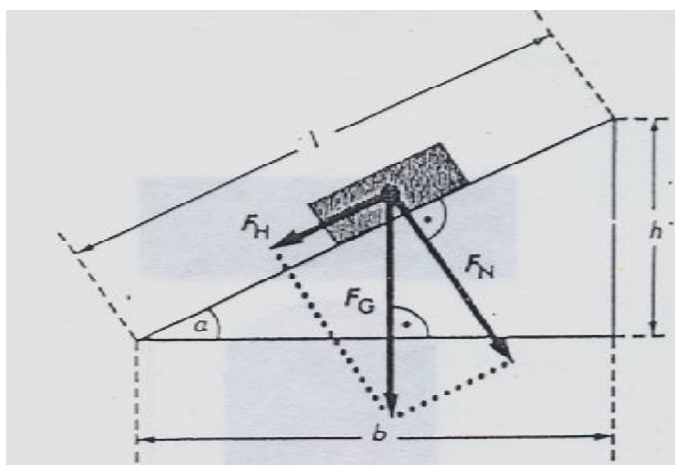


Die Dreiecke AEB, AFC, AGD entsprechen der gesamten Änderung in einer, zwei bzw. drei Minuten. Während der zweiten Minute (BEC) wird der Körper des dreifachen Weg der ersten Minute zurückgelegt (ebenso in der dritten Minute (CFD) wieder dreifach so weit geklettert, wie in der ersten Minute. Die Änderungen stehen jeweils perspektivell zur Folge der ungeraden Zahlen zu.

Рис. 32

Кроме того, огромную роль сыграла также литературная сторона написанных им на итальянском языке диалогов, ставших доступными каждому образованному читателю, а не только узкому кругу специалистов. После публикации *Диалогов* Галилея больше не было необходимости цитировать оригинальные работы его предшественников из прошлых столетий. Галилей сделал, фактически, для механики Средневековья тоже самое, что Евклид - для древнегреческой геометрии. Исследования мертонской и парижской школ были забыты. В этой области науки работы Галилея не разрушали, а развивали, совершенствовали средневековые научные традиции. Именно этой цели служил его знаменитый эксперимент для измерения движения бронзового шарика по наклонной плоскости (см. рис. 33).

### Наклонная плоскость для Галилея



- это не только «простая машина» - искусственный объект, приспособленный для экспериментальной деятельности, но прежде всего *абстрактный объект научной теории*, используемый для проведения математических доказательств (объект оперирования), и в то же время – репрезентант специально подготовленного естественного объекта, на котором можно наблюдать физические процессы, не встречающиеся в «чистом виде» в природе.

Рис. 33

Тоже самое можно сказать и о его измерениях теплоты, покоящихся на известных уже натурфилософам XIV столетия условиях. Однако он был физиком XVII столетия и поэтому построил для целей такого измерения практически применимый термометр, чтобы получить цифровые данные о градусах теплоты. В то же время его ставшее впоследствии знаменитым открытие экспериментального метода не должно было служить средством искоренения ошибок средневековых ученых, а скорее средством приближения абстрактно сформулированных знаний к реальному миру.

По мнению Тулмина, Галилей был весьма спорной фигурой не только в его время, но частично остается таковой и сегодня. Он был искренним, открытым, гениальным и изобретательным человеком, которому одинаково трудно давались как дипломатически осторожная тактика, так и сокрытие собственных взглядов: он постоянно полемизирует, проявляя необыкновенную одаренность, но часто делая из своих противников не только преданных друзей, но и влиятельных завистников и врагов. Каталог исследованных Галилеем природных явлений охватывает практически все темы из области физики, которые в то время обсуждались. Галилей изобрел термометр, заменившим субъективные оценки теплоты объективными измерениями, он обсуждал вопросы военной техники и сопротивления балок разрушению, обращался последовательно к акустике, гидростатике, учению о вакууме, оптике и учению о магнетизме. Но прежде всего в течение всей своей жизни он страстно увлекался двумя вещами: астрономией Коперника и математической теорией движения.

Галилей занимался довольно ограниченной областью астрономической науки, но обладал счастливой способностью выбирать верное направление, приносящее ему неизменный успех. В 1572 году открытие им сверхновой звезды позволило поставить под сомнение понятие неподвижной звезды. Когда он направил свою новую подзорную трубу на небо, появились радикально новые результаты и теории, часть из которых была описана им в „Звездном вестнике“, опубликованном в 1610 году в Венеции. Вначале он описывает разработанную им подзорную трубу, дававшую увеличение всего в 30 раз. И хотя разрешающая способность этого устройства была весьма скромной, с его помощью можно было открыть удивительные вещи: открывалось значительно большее, чем невооруженному глазу, число „неподвижных звезд“, а млечный путь предстал вопреки древним представлениям огромным скоплением звезд; поверхность луны оказалась не идеально гладкой, как подобало, с точки зрения старой теории, небесному телу, а подобной земной поверхности, состоящей из гор и впадин; наконец, стало возможным его решающее открытие лун Юпитера, устранившее само собой многие сомнения по поводу коперниканской модели Вселенной. Позднее к этому добавилось открытие солнечных пятен.

Никакая другая книга Галилея, по мнению Тулмина, не имела такого резонанса во всем мире не только на европейском континенте и в Англии, но даже в далеком Пекине. Не только профессиональные астрономы, но и любители с этого момента стали повсеместно проявлять особый интерес к астрономии и обзаводиться модной игрушкой - телескопом. Однако, как всем хорошо известно, жизненный путь Галилея закончился трагически. Его знаменитый труд „Диалог о двух главнейших системах мира - птолемеевой и коперниковой“, опубликованный в 1632 году и посвященный подробному исследованию спорных вопросов между этими двумя системами, был запрещен церковью. Галилей как правоверный католик, ни в коей мере не хотел принести ущерб церкви и публично отказался от своих взглядов. В этой книге он приводит аргументы за коперниканскую систему в популярной форме и усиливает их не только заимствованными у Аристарха, Николая из Орезма и Коперника аргументами, но и результатами своих собственных наблюдений и рассуждений.

Таким образом, подытоживает Тулмин, Галилей сослужил астрономии двоякую службу. Во-первых, он ввел в обиход астрономических наблюдений ставший позднее незаменимым инструмент - телескоп, показав впервые в мировой истории, что кроме видимых простым глазом объектов на небе существует еще множество других небесных тел. (Это открыло начало до сих пор незавершенному процессу постоянного расширения нашего космического горизонта). Во-вторых, благодаря его многолетним усилиям, показавшим, что коперниканская система является физически истинной, астрономия перестала быть лишь математической системой, поставляющей правильные основания для расчетов. В сферу ее компетентности снова, как в Античности, попали вопросы строения, состава и принципа действия небесных явлений. Однако кроме работы с подзорной трубой, Галилей не так много внес в решение



проблем астрофизики. Он почти совершенно не касался тонкостей геометрии планетной системы, а также вопроса наблюдаемых движений небесных тел по их орбитам.

Часто создается впечатление, отмечает Тулмин, обсуждая роль личности в истории науки, что та или иная *одна* личность, например, Галилей или Ньютон, сыграла решающую, революционную роль в развитии науки. Именно такую модель строит Карл Поппер, считая, что каждая теория является детищем какого-либо одного гениального создателя. Однако при ближайшем рассмотрении выясняется, что, во-первых, даже ньютоновский синтез является результатом предварительной работы многих предшествующих поколений ученых, и, во-вторых, если бы Ньютон не существовал, как данная конкретная личность, проделанные им шаги в науке осуществили бы с большой вероятностью другие исследователи. Неповторимость произведения Ньютона заключалась не в деталях, а в общем представлении. Лишь в родной ему Англии было, пожалуй, около полудюжины современников, имеющих одинаковое с ним образование и использующих те же, что и он источники. Однако никто из них не смог бы решить решенную Ньютоном огромную научную проблему в целом, а лишь часть ее. Только Ньютон обладал таким внутренним зрением и математическим умением, чтобы найти путь от первого наброска новой системы через попытки объединить все отдельные линии исследования соткать эти многочисленные нити в новую космологическую систему знаний. Именно такое постепенное сплетение „концептуальных“ нитей в сложные концептуальные системы и составляет основу эволюционной модели истории развития науки по С. Тулмину в противоположность революционной модели Т. Куна.

Оценка теоретических вариантов в структурно развитой научной дисциплине производится, по Тулмину, тремя способами.

1. Тщательная оценка всегда осуществляется в виде сравнения.

2. При определении того, имеет ли тот или иной теоретический вариант большую или меньшую способность объяснения, привлекаются главным образом оценки неформального свойства. Эти оценки вытекают из сиюминутных профессиональных идеалов и приоритетов. Теоретические же нововведения покоятся не на отношениях между высказываниями, сформулированными с помощью понятий лишь одной единственной теории, а на утверждениях конкурирующих теорий, точнее утверждениях о том, какие различные возможные теоретические изменения могли бы привести к достижению соответствующих научных целей.

3. Преимущества того или иного интеллектуального варианта только в очень редких случаях поддаются простой оценке, поскольку в процессе решения специальных проблем появляются побочные теоретические воздействия, оказывающие зачастую решающее влияние на мнение научного сообщества за или против данного нововведения.

Строя эволюционную концепцию соотношения науки и техники Тулмин, выделяет три взаимосвязанные, но самостоятельные сферы: науку, технику и практическое использование, в каждой из которых внутренний инновационный процесс происходит по эволюционной схеме. Он полагает, что разработанная им модель эволюции научной дисциплины применима и для описания исторического развития техники, в процессе которого изменяются, однако, не концептуальные популяции, а инструкции, проекты, практические методы, приемы изготовления и т.д. Новая идея в технике часто ведет, как и в науке, к появлению новой технической дисциплины. Техническое развитие происходит за счет отбора инноваций из запаса возможных технических вариантов. Однако, если критерии отбора успешных вариантов в науке являются главным образом внутренними профессиональными критериями, то в технике они, как правило, будут внешними. Для их оценки важны не только такие специфически технические критерии как, эффективность или простота изготовления, но и такие внешние по отношению к технике, но важные для общества критерии, как отсутствие побочных негативных последствий. Профессиональная ориентация

инженеров в разных странах различна (в одних странах она в большей степени обусловлена научными устремлениями, а в других - коммерческими). Кроме того, скорость введения инноваций в технике сильно зависит от социально-экономических факторов.

Для описания взаимодействия этих трёх автономных эволюционных процессов Тулмин использует ту же схему (рис. 34):

- создание новых вариантов (фаза мутаций),
- создание новых вариантов для практического использования (фаза селекции),
- распространение успешных вариантов внутри каждой сферы на более широкую сферу науки и техники (фаза диффузии и доминирования)<sup>52</sup>.



Рис. 35.

Таким образом, из основных современных западных концепций философии науки, которые, как мы видим из предшествующего рассмотрения, являются взаимно дополнительными, к анализу собственно самого развития имеют отношение только две - С. Тулмина и Т. Куна. Первая фиксирует эволюцию - внутреннее развитие научных дисциплин, вторая - внешнее развитие - механизмы порождения новых научных дисциплин в условиях зрелой науки через научные революции. Остальные модели динамики научного знания отображают его генезис и функционирование. При этом все они проблему методологического анализа структуры науки, находящуюся в центре внимания "стандартной концепции", отодвигают на второй план. Обратимся теперь к попытке обогатить имеющееся в "стандартной концепции" представление о структуре науки за счет его объединения с динамической моделью науки и в первую очередь моделью научных революций Т. Куна.

<sup>52</sup> S. Toulmin. Innovation and the Problem of Utilization. In: Factors in the Transfer of Technology. Cambridge: The M.I.T. Press, 1969

## Глава 5. Попытка объединения статической и динамической моделей науки в структуралистской концепции науки

Попытка формализации модели научного развития и ее синтеза с моделью структуры науки содержится в так называемой структуралистской концепции теории, восходящей к предложенной Дж. Снидом и развитой далее В. Штегмюллером<sup>53</sup> логической реконструкции куновской модели развития научного знания. Представители структуралистской концепции исходят из ставшей уже традиционной в современной философии науки "стандартной концепции", развитой логическими позитивистами, однако, фактически расширяют эту концепцию с учетом последних достижений в анализе роста научного знания. В работах Снида<sup>54</sup> теории в математической физике рассматриваются как пары, состоящие из математической структуры (ядра) и ее предполагаемых приложений. Эта новая программа изучения структуры и роста научных теорий, которая находится в оппозиции к традиционной точке зрения на теорию, как на множество утверждений, сделала возможной логическую реконструкцию куновской концепции развития науки, получившую поддержку у самого Томаса Куна. В книге Штегмюллера "Структура и динамика теорий"<sup>55</sup> была показана взаимосвязь снисдовских и куновских идей. Именно с момента ее выхода идеи Снида вызвали широкий интерес у философов науки и стали объектом многочисленных обсуждений. Перед Снисдом и Штегмюллером и их сотрудниками возникли, однако, многочисленные вопросы, которые можно резюмировать следующим образом:

- насколько адекватно снисдовский теоретико-множественный формализм представляет структуру научных теорий и моделей роста научного знания,
- может ли он быть распространен на другие области физики,
- в какой мере с его помощью можно реконструировать реальную историю науки,
- какие новые представления дает этот новый формализм о динамике теории,
- в какой мере он позволяет формализовать куновскую концепцию научного изменения?

Сам Снисд во время одной из дискуссий, поднявших некоторые из этих вопросов, подчеркивает, что отношение между неформализованными, содержательно-интуитивными описаниями научных теорий и их формализованными двойниками в чем-то подобно отношению между теорией и экспериментальной деятельностью. Конечно, неформальные описания науки, подобные моделям Куна, Лакатоса и других философов науки, не аналогичны экспериментальной деятельности в строгом смысле слова; они скорее пытаются дать некий согласованный взгляд на результаты эмпирических исследований в истории и социологии науки. На поставленный им самим же вопрос, что же добавляют к ним формализованные описания научных теорий, что они дают для понимания научной деятельности, Снисд отвечает следующим образом. Во-первых, на уровне общих требований к природе эмпирической науки они могут выработать средства для проведения более точных различий, которые замаскированы в обыденном языке. Во-вторых, на уровне конкретных исследований науки формальное описание структуры эмпирических теорий может быть полезным эвристическим принципом построения таксономий на базе интуитивных знаний ученых. Однако, в данном случае нас больше интересует не формальное, а, во-первых, содержательное

<sup>53</sup> Вольфганг Штегмюллер (родился в 1923 году) - австрийский философ, историк и теоретик науки. Свою диссертацию по философии он защитил в 1949 году в университете г. Инсбрука. С 1958 года является профессором университета г. Мюнхена (ФРГ).

<sup>54</sup> J. Sneed. *The Logical Structure of Mathematical Physics*. Dordrecht: Reidel, 1971

<sup>55</sup> См.: W. Stegmüller. *The Structure and Dynamics of Theories*. N.Y.-Heidelberg-Berlin: Springer Verlag, 1976.

описание структуры научной теории, выработанное приверженцами структуралистской концепции на основе логико-методологического анализа модели развития научного знания и, во-вторых, возможность его использования для описания конкретных научных теорий. Для ответа на первый вопрос мы привлечем работы одного из основоположников структуралистской концепции В. Штегмюллера и известного финского логика и методолога науки И. Ниинилуото, а на второй - попытку применения этой модели для анализа конкретной теории, а именно равновесной термодинамики, предпринятой К.-У. Мулинесом.

Штегмюллер подчеркивает, что если стандартная концепция представляет собой микроанализ микроструктуры теории, то структуралистская концепция начинается с исследования глобальных структур теорий. Формальная сторона физической теории состоит в математической структуре, представляющей собой содержание теоретико-множественных предикатов, с помощью которых аксиоматизируется физическая теория; причем каждая физическая теория работает с одной характерной для нее математической структурой ( $S$ ). К эмпирическим утверждениям теории относится то, что называется приложением этой структуры к физической системе ( $a$ ) (например, солнечной системе). Высказывание " $a$  есть  $S$ " представляет собой гипотетическое предположение, что физическая система  $a$  есть сущность, которая подходит к математической структуре  $S$ . Математическая структура обозначается также как основной закон данной теории и является в том смысле фундаментальной, что идентично повторяется во всех приложениях. Всякая теория состоит из ядра и множества предполагаемых приложений. Эта взаимосвязанная пара образует элементы теории. Приложения теории включают в себя как подтвержденные, или актуальные, так и возможные, или потенциальные приложения. Расширенное ядро теории включает в себя помимо основного закона, т.е. множества всех возможных моделей (математическая структура теории), которые не исключаются основным законом, также множество возможных частных моделей, удовлетворяющих некоторым специальным законам, и множество ограничений, которые исключают некоторые комбинации компонентов в различных потенциальных моделях. Именно эти частные потенциальные модели и обозначаются как предполагаемые приложения теории ( $I$ ). Между этими различными предполагаемыми приложениями устанавливаются связи, которые налагают ограничения на теоретические функции. Это значит, что теоретические функции, которые используются в различных приложениях теории, не являются независимыми друг от друга, а, напротив, между их значениями существуют вполне определенные отношения. Таким образом, понятие теории в своем первоначальном стандартном значении выступает теперь в качестве базисного элемента теории и расширяется через особые операции специализации, образуя целостную теоретическую сеть. Штегмюллер отмечает, что структуралистская модель теории не конфликтует со стандартной концепцией, а дополняет ее. Кроме того, она основывается на формализации куновской модели развития науки.

- **Всякая теория состоит из ядра и множества предполагаемых приложений.**
- Эта взаимосвязанная пара образует элементы теории (*теории-элементы*).
- Приложения теории включают в себя как подтвержденные, или актуальные, так и возможные, или *потенциальные* приложения.
- *Расширенное ядро теории* включает в себя помимо основного закона, т.е. множества *всех возможных моделей* (математическая структура теории), которые не исключаются основным законом, также множество *возможных частных моделей*, удовлетворяющих некоторым специальным законам, и множество *ограничений*, которые исключают некоторые комбинации компонентов в различных потенциальных моделях. Именно эти частные потенциальные модели и обозначаются как предполагаемые приложения теории (*I*).
- Между этими различными предполагаемыми приложениями устанавливаются связи, которые налагают ограничения на теоретические функции. Это значит, что теоретические функции, которые используются в различных приложениях теории, не являются независимыми друг от друга, а, напротив, между их значениями существуют вполне определенные отношения.
- Таким образом, понятие теории в своем первоначальном стандартном значении выступает теперь в качестве базисного элемента теории и расширяется через особые *операции специализации*, образуя целостную *теоретическую сеть*.

Одна и та же теория (аристотелевская физика, теория Ньютона, квантовая физика и т.п.), принадлежащая к определенной научной традиции и представляющая собой фактически одну и ту же теорию, с течением времени и даже от персоны к персоне обрывает различными гипотетическими предположениями и по-разному оценивается. Она все это время как бы находится в распоряжении для решения определенных научных задач, что Кун и назвал нормальной наукой, и состоит из расширенного ядра и множества предполагаемых приложений этой теории, которое Штегмюллер идентифицирует с куновским понятием "парадигма". В период нормальной науки господствующая теория имеет иммунитет при встрече с фальсификациями: в случае неудачного расширения (*E*) ядра (*K*) ответственность за неуспех несет не теория, т.е. ее ядро, а ученый, принявший это неудачное расширение. Ученый же, осуществляющий экстраординарное в смысле Куна исследование, создает новые структурные ядра в отличие от нормального ученого, деятельность которого ограничена тем, чтобы предоставить уже утвердившуюся в научном сообществе теорию в распоряжение для разрешения возникших проблем и использовать ее ядро для гипотетического расширения на новую проблемную область. Штегмюллер проводит для иллюстрации этой ситуации параллель с деятельностью ремесленника (предупреждая, однако, от чисто инструменталистского понимания): если перед плотником возникает задача, которую он не в состоянии решить с помощью до сих пор созданных инструментов и кроме того не обладает способностью соответствующего нового лучшего инструмента (или не находит кого-нибудь, кто обладает такой способностью), то он должен сменить профессию, если не хочет умереть от голода. Не достигший успеха ученый, обвиняющий в ошибочности саму теорию, может быть, по словам Куна, уподоблен плохому ремесленнику, который всегда винит не себя, а свои инструменты. Сказанное относится к любым применениям теории, а не только к принадлежащим к множеству парадигмальных примеров. Другими словами, иммунитет теории по отношению к фальсификациям сохраняется, не только если какой-нибудь один отдельный ученый, но даже целое поколение ученых не в состоянии успешно ее применить. В таком случае однажды принимается решение удалить соответствующую область из класса предполагаемых приложений данной теории. Так случилось, например, когда не оправдалась надежда Ньютона объяснить световые явления с помощью классической механики частиц, но специалисты не объявили теорию Ньютона фальсифицированной, а, напротив, заключили, что свет не состоит из частиц.

Именно такой кластер самых различных теорий и их всевозможных предполагаемых приложений представляет собой нанонаука. Так называемое «реальное» определение нанотехнологии просто перечисляет области ее уже существующих и возможных приложений, куда обычно включают: сканирующую микроскопию, исследование наночастиц, наноструктурированные материалы, полимеры и композиты, супрамолекулярную химию, молекулярную электронику, литографию для производства интегральных схем, микро электромеханические системы, биохимические сенсоры, молекулярную биотехнологию и т.д.<sup>56</sup> Таким образом «нанотехнология объединяет в себе все возникающие приложения нано наук».<sup>57</sup> Молекулярная электроника, ранее распознавание раковых заболеваний на молекулярном уровне и лакокрасочные покрытия, способные менять цвет в зависимости от окружающей среды, отнесены экспертами к долгосрочной перспективе, а создание антиотражательных слоев, наномембран и наночастиц для автомобильных покрышек оценены готовыми к выпуску на рынок; на стадии технической реализации и создания прототипа находятся, например, аккумуляция водорода на уровне наноструктур, а на фазе применения и инноваций – рентгеновская оптика. Причем раздельное поступательное развитие физики (электротехника – электроника – микроэлектроника – проектирование материалов – квантовые эффекты), биологии (биология клетки – молекулярная биология – функциональное проектирование молекул) и химии (комплексная химия – сверхмолекулярная химия) в перспективе должно слиться в интегрированное использование биологических принципов, физических законов и химических свойств.<sup>58</sup>

***Некоторые приложения нанотехнологии могут быть более или менее точно просчитаны.***

Например, углеродные нанотрубки «допускают множество возможных применений: от электродов батареек до электронных устройств и армирующих волокон для получения более прочных композитов. ... Однако для реализации этого потенциала необходимо разработать технологию крупномасштабного производства однослойных трубок. Существующие методы обеспечивают лишь небольшой выход конечного продукта, стоимость которого на сегодня составляет 1 500 \$ за грамм (680 000 \$ за фунт). С другой стороны разработаны основанные на химическом осаждении методы крупномасштабного производства многослойных нанотрубок стоимостью 60 \$ за фунт, причем при увеличении спроса ожидается дальнейшее существенное падение этой цифры. Методы, используемые для увеличения масштабов производства многослойных нанотрубок, должны лечь в основу широкомасштабного производства и однослойных нанотрубок. ***Можно надеяться***, что из-за их громадного потенциала использования будут разработаны технологии крупнотоннажного синтеза, что приведет к падению цен до цифр порядка 10 \$ за фунт» (курсив мой – В.Г.).

Ч. Пул – мл., Ф. Оуэнс. Нанотехнологии. М.: Техносфера, 2006, с. 120.

В отличие от Поппера, утверждающего, что новая теория принимается лишь после фальсификации ее предшественницы, по Куну новая теория приходит непосредственно на место старой, что Штегмюллер называет непосредственным вытеснением теории теорией-заместителем. Кроме того, по Куну вытесняемая и вытесняющая теории несоизмеримы, что является существенной чертой научной революции. Штегмюллер различает кумулятивный и линейный прогресс в рамках нормальной науки, или иначе внутри научно-исследовательской программы и прогресс в ходе научной революции, сопровождающийся радикальным преобразованием теории или точнее заменой одной исследовательской программы другой и прерывающий кумулятивное развитие. Чтобы учесть в концепции теории также и ее развитие, он вводит в ее состав наряду с уже упоминавшимися абстрактными элементами также научное сообщество ( $SC$ ) и исторический временной интервал ( $h$ ). Тогда представление теории выглядит следующим образом:  $T = \langle K, I, SC, h \rangle$ . Поскольку элементы теории в

<sup>56</sup> Schummer J. Cultural diversity in nanotechnology ethics. In: Interdisciplinary science review, 2006, vol. 31, No. 3, p. 219

<sup>57</sup> Schmid G. et al. Nanotechnology. Assessment and Perspectives. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2006.

<sup>58</sup> H. Paschen, Chr. Coenen, T. Fleischer u.a. Nanotechnologie. Forschung, Entwicklung, Anwendung. Berlin, Heidelberg, New York: Springer, 2004

результате их специализации могут многократно повторяться, образуя сложную сеть, то историческая эволюция представляется исторической последовательностью таких сетей.<sup>59</sup>

Принятые в структуралистской концепции сокращения:

Дж. Снид, В. Штегмюллер и др.

Под *структурным ядром* „*K*“ необходимо понимать структуру

$$K = \langle M_p, M_{pp}, M, C \rangle,$$

где

***M<sub>pp</sub>*** как множество *возможных частных моделей* (т.е. возможных физических систем, которые могут рассматриваться в качестве приложений данной теории),

***M<sub>p</sub>*** как множество *всех возможных моделей* (т.е. дополнительных частных моделей, дополняющих теорию в процессе ее функционирования),

***M*** как множество *моделей и*

***C*** как множество *ограничений* (т.е. теоретически разрешенные взаимосвязи между пересекающимися возможными частными моделями).

***I*** - множество *предполагаемых приложений теории*

Взаимосвязанная пара *T* вида -  $T = \langle K, I \rangle$  - называется *теория-элемент*.

По мнению Ниинилуто, структуралистская концепция теории по существу эквивалентна точке зрения на теорию как на множество утверждений, но наиболее важное их различие заключается в ведении понятия "предполагаемые приложения". Если ядро теории имеет только одно предполагаемое приложение, то структуралистская концепция становится эквивалентной старой одноуровневой точке зрения. По Сниду, теории математической физики принадлежат к другому типу, поскольку содержат математическое ядро, являющееся средством или инструментом, который может быть полезным при столкновении с опытом. Эти ядра - ньютоновские законы, максвелловские уровни и т.п. - создаются теоретиками, а затем на базе первых успехов в приложении его к определенным явлениям осуществляются попытки расширить сферу таких приложений.

Критикуя концепцию научных революций Куна, исключаяющей по его мнению из нормальной науки все формы концептуальных изменений, он подчеркивает необходимость допустить некоторые небольшие изменения в базисных законах и ограничениях. Конечно, в нормальной науке негативные проверочные результаты дискредитируют не теорию, а ученого. Теряя же какой-либо элемент из множества приложений, теория фактически модифицируется (поскольку со структуралистской точки зрения приложения являются частью теории), а это уже дискредитирует не ученого, а саму теорию.

По Штегмюллеру, существуют два рода научных революций:

- переход от "дотеории" к теории,
- вытеснение от одной теории к другой.

Теория-вытеснитель, по мнению Ниинилуто, не является экспликатом куновской научной революции, поскольку вытесненная теория должна быть сводима к вытесняющей теории. Снидовское понимание куновской модели неадекватно объясняет, почему такое изменение парадигмы должно излагаться как изменение взгляда на мир. Переход от одной теории к другой не всегда может быть назван революционным. Согласно Штегмюллеру, нормальный научный прогресс может быть

<sup>59</sup> W. Stegmuller. Neue Wege der Wissenschaftsphilosophie. Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag, 1980

определен как кумулятивное развитие. В прогрессивных научных революциях вытесненная теория может быть частично включена в теорию-вытеснитель. Важная черта такого описания научного прогресса, с точки зрения Ниинилуото, - возможность прогрессивного ветвления и в нормальной науке и в теории-вытеснителе<sup>60</sup>.

Таким образом, представление о развитии науки через научные революции сводится фактически к эволюции внутренней структуры, ветвлению и смене теорий, что сближает ее скорее с эволюционной моделью Тулмина. Введение в структуру научной теории существующих и потенциальных приложений в отличие от ядра теории соответствует понятиям защитного пояса гипотез и жесткого ядра исследовательской программы в концепции Лакатоса. Однако, особенно важной проверкой адекватности структуралистской концепции ее собственным же исходным утверждениям является применение развитой в ней модели науки к анализу конкретного историко-научного материала.

Попытку такого анализа осуществил мексиканский ученый К.-У. Мулинес на конкретном материале развития равновесной термодинамики (термостатики), которую он рассматривает не как единичную теорию, а как целостную группу, семейство (кластер) теорий. Для этого он вводит понятие "фрейм теорий", т.е. концептуальной структуры, являющейся промежуточной между единичной теорией и целой научной дисциплиной, а, таким образом, единицей методологического анализа отличной от стандартной концепции.

Следуя Штегмюллеру, Мулинес называет рассмотрение теории как множества утверждений, или, точнее, множества аксиом с их следствиями, микрологическим анализом. Однако, Кун, Тулмин и другие критики этой классической концепции показали, что в науке в качестве единиц методологического анализа должны быть выбраны более крупные структуры, а Сид и Штегмюллер - что такого рода интуитивно выделенные структуры могут быть определены также формально. Таким образом, микрологический анализ должен быть дополнен макрологическим анализом более общих структур - теорий в новом, расширительном смысле, занимающих промежуточный уровень между целой эмпирической наукой и отдельными эмпирическими законами. Однако, по мнению Мулинеса, макрологический анализ Снида-Штегмюллера является неполным, так как есть еще более общие структуры - фреймы теорий, объединяющие целые группы теорий, которые построены по единому парадигматическому образцу. Например, простая равновесная термодинамика является таким образом для термодинамики в целом как семейства, или фрейма термодинамических теорий. Можно указать также на фрейм теорий классической механики, фрейм теорий квантовой механики и т.д. Все теории, входящие в фрейм имеют семейные сходства, отличающих от других таких семейств физики. Они часто представлены в одной книге и студенты изучают их совместно как единое целое. Куновское понятие нормальной науки применимо скорее к научной деятельности, развиваемой внутри таких фреймов, чем научной работе в отдельно взятой специальной теории.

Мулинес различает четыре концептуальных уровня, на которых осуществляется теоретическая деятельность в науке:

- 1) концептуальный уровень 0 - стадия сбора экспериментальных данных и данных наблюдения;
- 2) концептуальный уровень 1 - непосредственная теоретизация природных явлений, ведущая к формулировке эмпирических понятий и законов для объяснения и предсказания этих явлений;

<sup>60</sup> См.: Theory Change, Ancient Axiomatic, and Galilee's Methodology. Proceedings of the 1978 Pisa Conference on the History and Philosophy of Science. Vol. I. Dordrecht: Reidel, 1981, pp. 6-38



3) концептуальный уровень 2 - внесение ясности и порядка в науку (логико-методологический уровень), объектом исследования здесь являются не сами природные явления, а понятия и законы, относящиеся к ним (типичный пример - аксиоматизация эмпирической теории);

4) концептуальный уровень 3 - разработка общих понятий и моделей для описания теорий, которые уже уточнены на уровне 2. Это уже типично философская задача и объектом исследования становятся целые группы, семейства аксиоматизированных теорий. Свой собственный анализ Мулинес относит именно к этому концептуальному уровню, поставив целью разработать метатеорию термодинамических теорий, т.е. реконструировать по крайней мере некоторые существенные аспекты, общие всем термодинамическим теориям, на базе метода теоретико-множественной аксиоматизации. Он анализирует основные понятия, составляющие операциональную основу термодинамики: состояние, равновесие, переход и соединение.

Мулинес подчеркивает, что осуществленный им анализ термодинамики носит фактически все же синхронический характер, но разработанные при этом понятия могут быть использованы также для диахронического анализа науки, прежде всего ее эволюции. При этом исследование эволюции фрейма теорий должно включать в себя не только эволюцию единичных теорий и их взаимосвязей, но и их операциональных аспектов<sup>61</sup>.

Основу каждой теории составляет определенная теория-элемент, которую можно назвать *базисным элементом*. *Специальные законы* можно также рассматривать как особые теории-элементы, которые выводятся из базисного элемента с помощью операций специализации. Специализация представляет собой итерационный процесс. Целостную теорию вместе со всеми лежащими в ее основе специальными законами можно представить как *иерархическую структуру* такого рода *теорий-элементов*, а именно как **теоретическую сеть** „N“, состоящую из **теорий-элементов**, вершину которой занимает базисный элемент, в то время как остальные элементы подстраиваются рядом в результате процесса специализации. В некоторой теоретической сети речь идет о совокупности теорий-элементов, которые частично упорядочиваются через отношения специализации. Мы говорим о совершенствовании данной теоретической сети, если в нее вводятся дополнительные операции специализации.

И. Хакинг и Р. Гири на основе структуралистской концепции науки развивают технологический подход к пониманию научной теории.<sup>62</sup>

<sup>61</sup> См.: Probabilistic Thinking, Thermodynamics and the Interaction of the History and Philosophy of Science. Proceedings of the 1978 Pisa Conference on the History and Philosophy of Science. Vol. II. Dordrecht: Reidel, 1981, pp. 211-237

<sup>62</sup> см.: Hacking, I. Representing and Intervening. Cambridge - New York: Cambridge University Press 1983; Giere, R. N. Explaining Science: The Cognitive Approach. Chicago - London: Chicago University Press, 1988

«Гири рассматривает теорию как семейство моделей, или даже семейство семейств моделей, которые могут быть соотнесены с реальностью опосредовано ... Реальная система определяется как подобная одной из этих моделей. ... При связывании теоретических моделей и ими представляемых реальных систем решающую роль начинает играть *техника*. Подобно Хакингу Гири видит конструктивный реализм в проверке реальности в успешно организованных технологиях, в сущностях, которые можно, так сказать, ощутить руками и которые раньше имели статус чисто теоретических сущностей (таких, например, как электрон), если они применяются для того, чтобы охватить и охарактеризовать новые модели или другие теоретические сущности. (Если, например, электронное излучение успешно применяется в электронном микроскопе, чтобы решать иного рода научные задачи, то в этом технологическом смысле первоначально теоретически постулированные электроны теперь выступают как научно-технические *реальные* сущности). Если электроны и протоны теперь полностью освоены и применяются в сложных технических измерительных инструментах для того, чтобы доказать существование других элементарных частиц и структур, как, например, кварков, тогда они являются действительно „реальными“. Таким образом, то, что мы сегодня изучаем, воплощается в исследовательских инструментах будущего».

Х. Ленк. Эпистемологические заметки относительно понятий „теория“ и „теория проектирования“. В кн.: Философия, наука, цивилизация. М.: Эдиториал УРСС, 1999

Именно таким доказательством реальности квантовых точек (КТ) может быть их использование в качестве пассивных меток в других экспериментах. «Под действием света происходит возбуждение коллоидальных КТ и генерация электронно-дырочных пар, во время рекомбинации которых испускается флуоресцентное свечение. Из-за малых размеров КТ квантовые эффекты играют в них очень важную роль, это приводит к зависимости длины волны флуоресценции от размера КТ. Уменьшение размеров частицы приводит к смещению флуоресцентного излучения в фиолетовую область. Таким образом, КТ различных размеров дают весь спектр видимого и инфракрасного диапазона. ... При исследованиях по принципу пассивных меток, определённые рецепторные молекулы, такие как антитела, присоединяют к поверхности КТ. На первом шаге антитела захватываются поверхностью, к которой добавляется аналит. На втором шаге помеченные КТ антитела используются для визуальной и количественной оценки связанного аналита. Это позволяет осуществлять иммунологические исследования. ... В настоящее время синтез квантовых точек в органических растворителях хорошо налажен, так что возможно варьировать размер, форму, и даже состав КТ» (см. рис. 36).<sup>63</sup>

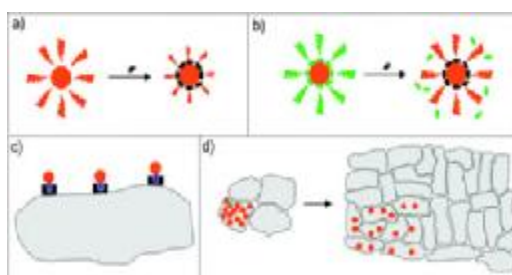


Рис. 36.

Итак в нанонауке такие теоретические сущности как квантовые точки используются биологами для экспериментальных целей, что технологически подтверждает их «реальность». «Атомы, объединяясь в гетероструктуру, продолжают жить по законам квантовой физики». Такие гетероструктуры и называют «квантовыми точками». «Своими свойствами они напоминают атомы – «искусственные атомы» имеющие наноразмеры. Ведь электроны в атомах, переходя с одной орбиты на другую, тоже излучают квант света строго определённой частоты. Но в отличие от настоящих атомов, внутреннюю структуру которых и спектр излучения мы изменить не можем, параметры квантовых точек зависят от нас. ... Оказалось, что длина волны, излучаемая квантовой точкой, пропорциональна её размеру. Чем больше размер квантовой точки, тем меньшую частоту она излучает. ... Таким образом, если сделать по

<sup>63</sup> <http://www.nanometer.ru/2007/05/05/117837865319.html>, рис. взят из: <http://www.nanowerk.com/spotlight/spotid=1650.php>

одинаковой технологии квантовые точки разных размеров и сделав взвесь, поместить их в разные пробирки, то эти пробирки будут светиться разным светом ... *Квантовые точки уже сейчас являются удобным инструментом для биологов, пытающихся разглядеть различные структуры внутри клеток.* Дело в том, что различные клеточные структуры одинаково прозрачны и не окрашены. Поэтому, если смотреть на клетку в микроскоп, то ничего, кроме её краёв и не увидишь. Чтобы сделать заметной определённую структуру клетки, биологи попросили физиков «пришить» к квантовым точкам молекулы, которые прилипали именно к данной внутриклеточной структуре ... Были сделаны квантовые точки трёх размеров. К самым маленьким, светящимся зелёным светом, приклеили молекулы, способные прилипнуть к микротрубочкам, составляющим внутренний скелет клетки. Средние по размеру квантовые точки могли прилипнуть к мембранам аппарата Гольджи, а самые крупные – к ядру клетки. Когда клетку окунули в раствор, содержащий все эти квантовые точки, и подержали в нём некоторое время, то они проникли внутрь и прилипли туда, куда могли. После этого клетку сполоснули в растворе, не содержащем квантовых точек, и положили под микроскоп. Как и следовало ожидать, вышеупомянутые клеточные структуры стали разноцветными и хорошо заметными» (курсив мой – В.Г.).<sup>64</sup>

Известный германский философ Ханс Ленк следующим образом характеризует структуралистскую концепцию науки:

---

<sup>64</sup> К. Богданов. Квантовые точки – рукотворные атомы наноразмеров. - <http://kbogdanov1.narod.ru/nanotechnology/QD.htm>.

«Это - называемое также „структуралистским“ - представление рассматривает в качестве теории совокупность или сеть теорий-элементов, которые частично упорядочены<sup>1</sup> с помощью специализированных отношений или ограничений (constraints), т.е. присоединения специальных законов. Кстати, под теорией понимается лишь упорядоченная пара математического структурного ядра  $K$  и множества частичных потенциальных моделей, являющихся предполагаемыми возможными приложениями, т.е. упорядоченная пара  $[K, L]$ , понимаемая в настоящее время как „теория-элемент“. Частичные потенциальные модели теории являются моделями возможных приложений, которые еще не определены через теоретические функции и на основе наблюдения, где теория должна быть применена (модели предполагаемых приложений). К структурному ядру, которое задается через математические отношения, принадлежат по определению потенциальные и частичные модели, а также ограничения (т.е. теоретически заданные взаимосвязи между отчасти пересекающимися частичными потенциальными моделями) и самими моделями (т.е. фактически уже схваченными в теории и действительно успешно ей описанными системами).

Эмпирические утверждения и гипотезы какой-либо теории заключаются в суждении, что предполагаемые приложения теории принадлежат к области приложения сети (или структурного ядра) и удовлетворяют ограничениям данной теории. При этом к множеству частичных потенциальных моделей (т.е. возможных реальных систем, которые могут рассматриваться как приложения теории и обозначаются сначала без теоретических функций) добавляются теоретические функции таким образом, что возникает множество потенциальных моделей. Введение теоретических функций и специализаций (через добавочные специальные законы) должно привести к частичному множеству „осуществленных“ моделей ( $M$ ) так, чтобы целая последовательность теоретических функций удовлетворяла бы ограничениям данной теории.

Грубо говоря, любая теория, с точки зрения „нестандартной концепции“, состоит из упорядоченной пары математической формульной структуры (структурное ядро) и множества возможных предполагаемых приложений и ограничений. Причем возможные приложения являются системами объектов или реальными системами, которые рассматриваются в качестве кандидатов на приложения данной теории и заданы через определенную парадигматическую, обычно основателем теории сформулированную исходную модель. Тогда о теории говорят как о „множественном предикате“ (согласно Сниду и Штегмюллеру в соответствии с одной из идей, высказанных Супесом), т.е. о такой упорядоченной паре, которая состоит из математического структурного ядра и множества возможных предполагаемых приложений. „Формально ядро  $K$  может быть представлено либо как квадрупель  $K = [M_p, M_{pp}, M, C]$ , либо как квинтупель  $K = [M_p, M_{pp}, r, M, C]$ , где  $M_p$ ,  $M_{pp}$  и  $M$  являются упомянутыми множествами ...  $C$  является множеством ограничений (constraints), т.е. подмножеством множества всех подмножеств  $M$ ; и ограничительная функция  $r: M_p \rightarrow M_{pp}$  преобразует элемент  $M_p$ , т.е. потенциальную модель в элемент  $M_{pp}$ , т.е. в частичную потенциальную модель при „защипывании“ („lopping off“) всех теоретических функций“<sup>1</sup>. Таким образом, целая теория представляет собой расширенное ядро, приводящее к теории-сети посредством добавления специализированных законов и соответствующих новых ограничений, ограничительных функций и новых предполагаемых моделей, вводимых в множество потенциальных моделей и осуществленных моделей. Короче говоря, теория является, следовательно, предикатом отношения, определяемым через множество потенциальных моделей приложений. Этот предикат „... является теорией“ и утверждает наличие отношения между математическим структурным ядром и множеством в определенный момент времени предполагаемых приложений теории, причем это множество возможных моделей является расширяемым (к нему могут быть присоединены дальнейшие потенциальные, ранее не предполагаемые приложения, как, например, расширение ньютоновской динамики на гравитационную систему посредством добавления гравитационного закона).

Из этой новой концепции выводится целая серия интересных результатов: можно говорить, например, об *одной и той же* теории, даже если исчерпано множество специальных законов теории и множество предполагаемых моделей, так долго, пока сохраняется структурное ядро (основной математический закон) теории. Например, ньютоновская механика, состоящая из первых трех ньютоновых аксиом, расширяется или специализируется добавлением специальных законов, подобных закону Гука или закону гравитации, оставаясь все еще той же самой, но более дифференцированной и специализированной теорией».

Х. Ленк. Эпистемологические заметки относительно понятий „теория“ и „теория проектирования“. В кн.: *Философия, наука, цивилизация*. М.: Эдиториал УРСС, 1999, с. 164-165

Таким образом, структуралистская концепция науки имеет принципиально иные ориентации нежели неопозитивистская стандартная концепция структуры науки, хотя также исходит из посылок логико-методологического анализа строения научного

знания. В ней впервые в сферу такого анализа попадают процессы развития науки и научной теории. Во многих современных моделях динамики науки структурный аспект отступает на задний план и специально, как правило, не анализируется. А без такого анализа исследование развития как качественного изменения структуры научной теории, знания, деятельности будет неполным. В структуралистской модели предпринята попытка использовать все то рациональное, что было выработано в стандартной концепции, которая хотя и существенно модифицируется, но не отбрасывается, что характерно для многих ее критиков в современной философии науки. Тем самым нарушается принцип преемственности, реализовать который относительно науки они сами же и стремятся.

## **Глава 6. Фундаментальные и прикладные исследования и разработки: становление технонауки в современном обществе знаний**

Наука в XX столетии приобрела решающее значение в жизни человеческого общества. Ее развитостью определяется сегодня в значительной степени место той или иной страны в мировой цивилизации. Количество научных организаций и работающих в них ученых, объемы ее финансирования являются сегодня не только общегосударственным делом тех или иных стран, но и заботой всего мирового сообщества. На нее возлагаются надежды простых людей и правительств в разрешении многих насущных для человечества проблем, таких как обеспечение энергией, развитие новых транспортных средств и коммуникаций, излечение до сих пор неизлечимых болезней и т.д. Популярность науки ведет к «сциентификации» различных сфер современного общества, в том числе политики. Поэтому становится модным рядиться в научные мантии и тогда становится нелегко отделить науку от псевдонауки, по крайней мере обывателю. Это может привести к стиранию институциональных границ науки.

Наука, как мы ее уже рассмотрели выше, обычно отождествляется с системой научных знаний, но одновременно представляет собой особую организационную, социальную систему, ориентированную на получение новых научных результатов. В этом смысле можно говорить о различной организации фундаментальных и прикладных исследований, в пределах которых действуют разные ценностные ориентиры, формы протекания научной деятельности и способы взаимоотношения ученых.

Определим, что такое фундаментальные исследования и чем они отличаются от прикладных исследований.

*Фундаментальные, поисковые исследования* рассчитаны на перспективу и направлены на проведение теоретических исследований. В этом случае не планируются в ближайшем будущем проектные результаты, а признанным результатом научно-исследовательской работы считаются публикации. Эти исследования проводятся в академических институтах, на кафедрах высших учебных заведений, как правило, за счет других более результативных в практическом смысле тем, или по особым темам, но с выходом на прикладные исследования.

*Прикладное исследование* – это такое исследование, результаты которого адресованы производителям и заказчикам и которое направляется нуждами или желаниями этих клиентов, фундаментальное же исследование адресовано другим ученым. Публикации в данном случае рассматриваются как важный, но побочный результат.

К прикладным исследованиям относятся, в частности инженерные исследования, которые часто называют техническими. Они осуществляются в еще более короткие сроки и финансируются за счет проектных разработок по мере необходимости в них

для решения конкретных инженерных задач, включая в себя предпроектное обследование, научное обоснование проектной или конструкторской разработки, анализ возможности использования уже полученных научных данных для проведения конкретных инженерных расчетов, а также выявление потребности в проведении недостающих научных исследований. Если такие исследования возможно осуществить в короткие сроки, то они проводятся в рамках инженерных исследований, если же нет, то выдается задание на проведение специальных научно-технических или даже поисковых исследований, открывается новая тема. Многие предприятия вынуждены сами финансировать такие исследовательские проекты для академических или университетских исследовательских коллективов, объявлять конкурсы для привлечения отдельных ученых-экспертов. Публикации в этом случае являются редкостью, скорее исключением из правила.

#### **Информационные «диспетчеры», «связники» и «изолянты»**

Функцию научной коммуникации в сфере инженерных и научно-технических исследований выполняют «информационные диспетчеры». Они «отличаются от своих коллег четкой ориентацией на внешние источники информации. ... Они также поддерживают более широкие и долговременные контакты с инженерами-исследователями за пределами своей организации». Это позволяет им находиться в курсе последних научных достижений в области научных исследований. Они «публикуют значительно больше статей в научных и специальных технических журналах», имеют высокую продуктивность и во внутренней научной деятельности исследовательских коллективов.

«Связники» – это сотрудники, «которые не являются «диспетчерами», но имеют по две и более связей между отделами и их коллегами по организации... Это типичные середняки организации... «Изолянты» же имеют явно низкую продуктивность». Техническая информация производится, однако, на уровне работающих инженеров-исследователей. Вывод: «Организация, занимающаяся инженерными исследованиями, для своего существования требует постоянного притока извне технической информации».

*Алан Дж.. Роль участников коммуникации в технических исследованиях  
// Коммуникация в современной науке. – М.: Прогресс, 1976. – С. 264 – 288.*

Однако современная техника не так далека от теории, как это иногда кажется. Она не является только применением существующего научного знания, но и с его производством. Для инженерной деятельности также требуются не только краткосрочные исследования, направленные на решение специальных задач, но и широкая долговременная программа фундаментальных исследований в лабораториях и институтах, специально предназначенных для развития технических наук. В то же время современные фундаментальные исследования более тесно связаны с приложениями, чем это было раньше.

Для современного этапа научно-технического развития характерно также использование методов фундаментальных исследований для решения прикладных проблем. Тот факт, что исследование является фундаментальным, еще не означает, что его результаты не применимы на практике. Работа же, направленная на прикладные цели, может быть фундаментальной. Прикладные исследования и разработки все более и более часто выполняются людьми с первоначальной подготовкой в области фундаментальной науки.

С развитием основанной на знании промышленности и возникновением поддерживаемого государством стратегически-программного социального исследования возникают и новые формы знания, которые более не вписываются в традиционную триаду «фундаментальные исследования – прикладные исследования – коммерчески ориентированные разработки», а представляют собой трансформацию полученных в науке опытных знаний в знания, необходимые для принятия решений. В особенности это характерно для научно-технических дисциплин.

### **Классические и неклассические научно-технические дисциплины**

Первые являются *предметно-ориентированными* на определенный тип исследуемого и проектируемого объекта (механизм, машину, техническое устройство, колебательный контур и т.п.), вторые же *проблемно ориентированы* на различные классы сложных научно-технических проблем, хотя объект исследования и проектирования может при этом совпадать. К первому типу дисциплин относятся теория механизмов и машин, теоретическая электротехника и радиотехника, где техническая теория строится в соответствии с нормами и идеалами организации научных знаний, которые заимствованы из соответствующей базовой естественнонаучной теории (теоретической механики, теории электричества, электродинамики и т.п.). Отделившись от определенной области естествознания или математики, каждая научно-техническая дисциплина формирует постепенно свои собственные идеалы и нормы организации научно-теоретического знания, которые определяются в силу ориентации на ту или иную область инженерной практики. *Современные комплексные неклассические научно-технические дисциплины*, (например, системотехника, информатика и т.д.), относящиеся ко второму типу, больше не ориентируются на какую-либо одну базовую теорию (область естествознания, определенную техническую науку или социально-гуманитарную дисциплину), а на целый комплекс научных знаний и дисциплин. Поэтому в них формируется новый тип исследования и проектирования – комплексное исследование и системное проектирование.

*Горохов В.Г.*. Основы философии техники и технических наук. – М.: Гардарики, 2007.

Возникает включенная в процессы принятия решений наука, которая обладает следующими особенностями:

1) с интеграцией науки в процессы политического регулирования и экономической оценки она теряет свою этическую нейтральность, которая связывается часто с объективностью научного знания. Знания, хотя и произведены учеными с помощью научных методов, проявляются в обществе как связанные социальным контекстом, несистематические и требующие быстрой ревизии и селекции, а значит как спорные знания;

2) наука все более тесно встраивается в прикладные области, в которых некоторые взаимосвязи только требуют своего определения и технического воспроизведения или еще даже вообще не освоены. В отличие от «нормальной науки», где ставятся лишь те вопросы, на которые она в состоянии ответить с помощью уже выработанных в ней средств, сегодня необходимо познавать то, что находится на грани ее аналитических и прогностических возможностей, сознательно выделяются области *не-знания*, еще требующие своего исследования.

### **В современной науке, которая ориентирована на решение социальных проблем, развиваются новые формы производства научных знаний.**

«Важнейшей организационной формой науки, которая пронизывает сегодня все исследовательские области и научные дисциплины, является *«проектная» форма*. Проектное исследование является включением научной деятельности в заранее определенные временные рамки (проект имеет начало и конец) и делает исследование в плане организации зависимым от других общественных сфер. Проекты являются во временном отношении лимитированными, финансово ограниченными и в конце должны быть произведены вполне определенные результаты, которые могут оказать влияние на приложения». Проектное оформление науки стало *рефлексивным* и проблемно (а не предметно) ориентированным. Задачи *проблемно ориентированного исследования* изначально не формулируются как лежащие внутри науки, но соотносятся с общественными ожиданиями. Это относится прежде всего к экологическому исследованию. «С развитием современных технологий возникают новые виды рисков и опасностей, которые ставят перед государством задачи не столько компенсаторные, связанные с устранением уже нанесенного ущерба, сколько *превентивные*. Становится необходимым долгосрочное планирование, которое должно относиться как к предвосхищению новых технических возможностей, так и к расчету и устранению рисков. Чтобы правильно решить эти задачи, государство должно мобилизовать достаточный научно-технический потенциал. Иными словами *возникает тесная связь науки и политики*».

*Бехман Г.* Новая парадигма теории систем // Системный подход в современной науке (к 100-летию Л. фон Бергаланфи). – М.: Прогресс-Традиция, 2004.

Появление проектно и проблемно ориентированных исследований, однако, не означает, что все многообразие существующих организационных форм науки должно быть сведено только к ним и что фундаментальные исследования как таковые исчезают с научно-исследовательского ландшафта. Дисциплинарная организация науки дополняется *комплексными дисциплинами*, которые не могут быть отнесены ни к естественным, ни к техническим, ни к общественным наукам и, несмотря на свою междисциплинарность, организованы дисциплинарно, имеют устойчивый публикационный массив и ограниченное профессиональное сообщество.

Принцип организации научных исследований в рамках одной лишь дисциплинарной науки, обеспечивший ей успех, не позволяет сегодня разрешать новые проблемы, стоящие перед современной наукой. *Дисциплинарная организация науки*, будучи в свое время прогрессивным явлением, зачастую становится тормозом на пути возникновения новых научных направлений, многие из которых сегодня междисциплинарны с самого своего зарождения. И если финансирование и функционирование науки происходит преимущественно по традиционному сложившимся дисциплинам, то это обстоятельство уже само по себе становится на пути инноваций. Поэтому инновационная политика государства должна направляться как раз на преодоление такого рода дисциплинарных барьеров. Многие научные фонды за рубежом специально перетасовывают свои экспертные советы, включая в них специалистов из разных дисциплин и часто конкурирующих научных школ.

Связь между теорией и практикой, наукой и техникой становятся все теснее. Да и финансирование прикладной науки и техники часто более весомо, чем теоретической, а, в конечном счете, прикладных результатов общество ожидает и от теоретической науки. Если мы посмотрим на исследовательский ландшафт развитой европейской страны, например, Федеративной Республики Германии, то увидим, что прикладные исследования и разработки занимают большую долю всего совокупного объема исследований.

#### **Исследовательский ландшафт Германии:**

В Германии фундаментальные исследования осуществляются в основном германскими *высшими учебными заведениями и институтами общества Макса Планка*. Однако значительную долю их научной работы составляют также перспективные прикладные исследования.

Краткосрочные прикладные исследования, разработки и работы по созданию опытного образца проводятся *в сфере экономики* (т.е. на частных фирмах).

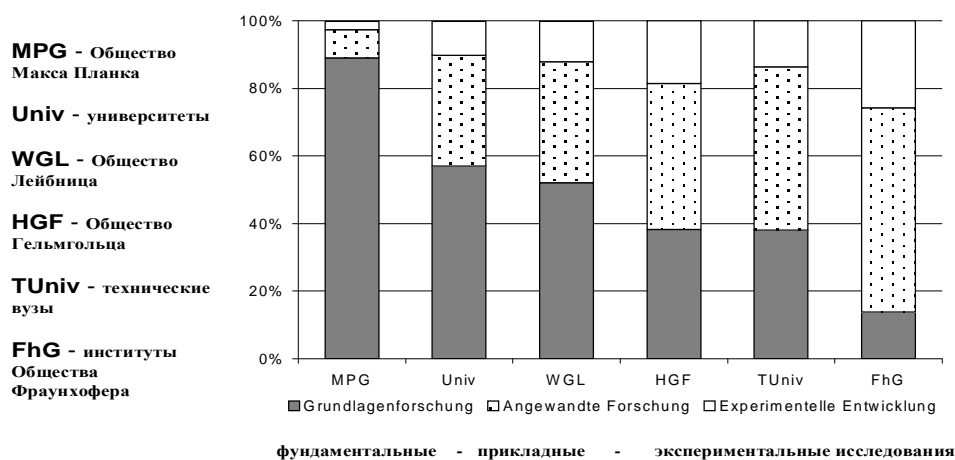
Ориентированными на решение прикладных задач являются также *институты общества Фраунхофера*.

*Крупные же исследовательские организации (центры)* финансируются из общественного сектора (т.е. по правительственным программам) и имеют смешанную организационную структуру (частично разделенную на институты и другие структурные подразделения, частично организованную в виде временных рабочих коллективов с гибкой проектной организацией). Часть ставок таким образом финансируется через проекты и поэтому они являются ограниченными во времени. Эти исследовательские организации выполняют весь спектр научно-исследовательских работ от фундаментальных исследований до выпуска опытного образца.

Соотношение между фундаментальными, прикладными и экспериментальными исследованиями в научной системе Германии с распределением по различным типам исследовательских учреждений (Общество Макса Планка – MPG, университеты – Univ, Общество Лейбница – WGL, Общество Гельмгольца – HGF, технические вузы – TUniv и институты Общества Фраунхофера - FhG) показано на рис. 37.



**Соотношение между фундаментальными, прикладными и экспериментальными исследованиями в научной системе Германии с распределением по различным типам исследовательских учреждений**



**Рис. 37**

Важнейшей проблемой для современной науки и техники становится также внедрение их результатов в виде рыночных продуктов в функционирующие хозяйственные структуры, что связано с развитием новых форм поддержки инновативных наукоемких технологий. Проблема внедрения научных достижений и в современном обществе не решается автоматически, если не существует стыковки научных и хозяйственных структур.

## 7. Необходимость социальной оценки научно-технического развития

Современное научно-техническое развитие переживает глубокий кризис. С одной стороны, общество все еще упорно руководствуется устремлениями к ускоряющемуся саморазвитию на пути к достижению всеобщего блага средствами науки и техники. С другой стороны, становится все более очевидной утопичность такого устремления перед лицом весьма вероятной невозможности достижения в будущем даже стабильного равновесия и сохранения достигнутого благосостояния. Об этом свидетельствуют ученые и политики, предсказывая скорую нехватку воды и невозобновимых минеральных ресурсов. Врачи предупреждают о новых возможных эпидемиях и неизвестных губительных для здоровья вирусах. В больших городах ощущается недостаток свежего воздуха, а колебания экстремальных температур и погодные катаклизмы, прогнозы которых выдают синоптики, очевидны всем и если не испытываются всеми одновременно, то сообщаются средствами массовой информации, создавая эффект присутствия. Современное общество буквально пронизано предчувствием надвигающейся экологической катастрофы и тем не менее продолжает свой «business as usual».

Со всей очевидностью стало ясно, что каждое техническое нововведение имеет не только положительные, но и негативные последствия, которые к тому же невозможно точно предугадать, но все время приходится предсказывать. Точный прогноз невозможен, можно только высветить некоторые сценарии развития, а какие из этих сценариев реализуются и каким образом, предсказать очень трудно. Главное же, выбранный путь может кардинально изменить ход развития всего человечества, мировой науки и техники или исследовательский ландшафт и научно-технический

потенциал целой страны, а вернуться к исходной точке и попробовать реализовать иной сценарий не представляется возможным. Поэтому общество стремится найти опору для принимаемых решений в сфере науки и по крайней мере обосновать с ее помощью выбор того или иного конкретного пути своего развития.

Современное общество и развитые государства не могут существовать без нововведений, поэтому *инновационная политика* становится одной из важнейших составных частей научно-технической и социально-экономической политики в современном мире. С ускорением научно-технического и социально-экономического развития инновации стали обычной повседневностью и нарастающий прогресс зримо переживают на себе люди одного поколения. Это выражается не только в стремлении заполучить все новые технические продукты, но и в потребности все время обновлять предметы своего окружения, получать новые знания и искать новейшие книги, из которых можно почерпнуть самые современные и полезные для карьеры и жизни указания. Отрыв от прошлого, стремление к обновлению становится нормой жизни и создает *иллюзию ускоряющегося прогресса*. Эта иллюзия, однако, рушится под воздействием сопутствующих всяким инновациям не только позитивных, но и негативных последствий. Но современное общество вынуждено стимулировать нововведения, а государственная инновационная политика принимать решения о поддержке или не поддержке конкретных инновационных проектов в условиях полной или частичной неопределенности и отсутствия или недостатка знаний. Поэтому соответствующие правительственные органы экономически развитых стран вынуждены выдавать задания на научные исследования, которые смогли бы хотя бы в общих чертах прояснить возникающие проблемы. Эти исследования последствий научно-технического развития носят особый характер и служат определенным заранее сформулированным целям.

*Социальная оценка научно-технического развития* проводится сегодня во многих развитых западноевропейских странах, где она институализирована в виде различных организационных форм при парламентах или правительствах с целью научной поддержки принимаемых государственных решений в области научно-технической политики. Она имеет уже почти полувековую историю и богатый накопленный в разных странах и областях науки и техники опыт.

В последние годы особенно важным становится исследование социальных, экономических, экологических и других последствий внедрения результатов науки и техники в общественную жизнь, что может привести к необратимым негативным результатам для всего человечества и окружающей среды. Кроме того, мы находимся на той стадии научно-технического развития, когда такие последствия возможно и необходимо, хотя бы частично предусмотреть и минимизировать уже на ранних стадиях разработки новой техники и технологии. Этой задаче и призван служить анализ последствий научно-технического развития.

Такие последствия развития атомной энергетики, как чернобыльская катастрофа, не всегда возможно предсказать. Но необходимо, хотя бы пытаться это сделать по отношению к новым проектам, проводить соответствующие исследования, выслушивать мнения оппозиционеров еще до принятия окончательного решения, создать правовые механизмы, регулирующие все эти вопросы. В развитых западноевропейских странах это связано со становлением института социальной оценки науки и техники, основанной на исследовании состояния и перспектив научно-технического развития, определении непосредственных и опосредованных технических, хозяйственных, здравоохранительных, экологических и других последствий внедрения новой техники и технологии, поиске возможных альтернатив. Результаты такой оценки становятся основанием для принятия обоснованных решений,

а в случае их принятия - для реализации этих решений соответствующими социальными институтами.

**Междисциплинарная оценка научно-технического развития**  
(*Technology Assessment = Technikfolgenabschätzung*)

**1966 г.** – доклад о следствиях и побочных следствиях технологических инноваций подкомиссии Конгресса США по науке, исследованию и развитию комиссии по науке и космическим полетам;

**1967 г.** – председатель этой подкомиссии представил проект закона о создании «Совета по оценке техники»;

**13.09.1972 г.** – президент США подписал закон об оценке техники, создавший бюро по оценке техники (*Office of Technology Assessment – OTA*) при Конгрессе США, задачей которого стало обеспечение сенаторов и конгрессменов объективной информацией в данной области с целью раннего предупреждения негативных последствий техники. Одновременно в самом Конгрессе был создан Совет по оценке технике (*Technology Assessment Board – TAB*).

**1986 г.** – в ФРГ создана аналогичная комиссия (*Enquete-Kommission «Technikfolgenabschätzung»*) для оценки следствий техники и создания рамочных условий технического развития с акцентом на проблемы охраны окружающей среды.

**16.11.1989 г.** – Постановлением Бундестага на базе отдела прикладного системного анализа (сегодня Институт оценки техники и системного анализа – *ITAS*) Центра ядерных исследований г. Карлсруэ (с 1995 г. переименован в Исследовательский центр сообщества Гельмгольца – *FZK*) организовано Бюро по оценке последствий техники Германского Бундестага (*TAB*).

После закрытия в **1995 г.** *TAB* в США лидирующее положение в области оценки техники занимает Западная Европа. Впервые в 1975 г. был основан «*European Office of Technology Assessment*», который в 1992 г. был включен в структуру административного управления европейского парламента в виде особого подразделения «*Scientific and Technological Options Assessment*» (*STOA*) с целью научной поддержки принимаемых Европарламентом решений.

Аналогичные организации, возникшие независимо от германских, существуют сегодня во многих странах Западной Европы. Например, в Дании социальная оценка техники для правительственных органов возникла уже в 80-е гг. двадцатого столетия как результат длительных дебатов, связанных с критикой технического развития в 70-е гг. и, также как и в Германии, в значительной степени под влиянием американского опыта. В Австрии в 1994 г. Федеральным министерством науки и исследований также был создан Институт оценки техники Австрийской академии наук в Вене в качестве консультационного органа в области технической политики, который работает в сотрудничестве с Советом по техническому развитию, созданным в 1988 г., возглавляемым министром этого ведомства и включающим в себя представителей различных парламентских партий. Аналогичная структура «*Parliamentary Office of Science and Technology*» (*POST*) существует и в Великобритании. В Нидерландах – это *Rateneu Instituut*, выросший из основанного в 1986 г. ТА-офиса. В 1990 г. эти и другие, например, французские, итальянские, швейцарские, греческие, норвежские и финские парламентские структуры объединились в общую сеть «*European Parliamentary of Technology Assessment Network*».

A. Grunwald. Technikfolgenabschätzung – eine Einführung. – Berlin: Ed. Sigma, 2002;  
Горохов В.Г. Междисциплинарные исследования научно-технического развития и инновационная политика // Вопросы философии. 2006. № 4.

Оценка эффективности научной, научно-технической и инновационной деятельности представляет собой сложную комплексную проблему, решение которой не под силу какой-либо отдельной науке. Она, во-первых, уже по самой своей постановке является междисциплинарной и, во-вторых, не внутринаучной, а «вненаучной», т.е. *трансдисциплинарной*.

**Цели и задачи социальной оценки научно-технического развития:**

- раннее предупреждение рисков в связи с техникой
- раннее распознавание шансов техники (инноваций)
- предупреждение и преодоление конфликтов
- выработка проблематики оценки (этика)
- улучшение основы поиска решений (например, относительно социальных рамочных условий)
- обращение с дилеммой экспертов и отношений эксперты/профаны

- вклад в общественный дискурс (процессы социального обучения)
- консультирование политики

### Требования к политике в области знаний:

- целевая поддержка исследований как классическая задача современного государства
- все большее значение доступа к знаниям в экономике, политике и быденной жизни в обществе знаний
- знания ведут к разрушению традиционных взаимоотношений, представлений об обществе и человеке (пример: геновая диагностика)
- получение знаний необратимо, т.к. их невозможно заставить забыть (пример: атомная бомба)
- обращение со знаниями требует новых видов компетентности (например, в обращении с информацией в Интернете или с геновой диагностикой)
- распространение знаний в открытом обществе трудно предотвратить

### Социальная оценка научно-технического развития для поддержки политики в области знаний:

- поддержка социальной оценки научно-технического развития новых областей знаний (напр., нанотехнологии)
- работа с новыми способами производства знаний для новых технологий распространения знаний
- обсуждение возможностей действия (напр., выработка концепций обращения с новыми типами знаний)
- исследование новых типов знаний с точки зрения этических и антропологических вызовов
- обсуждение вопроса о том, что некоторые типы знаний, вероятно, лучше, не делать общим достоянием
- разработка путей к «демократическому» обращению с подобными вопросами
- поддержка возможностей «ограничения доступа» к определенным типам знаний<sup>65</sup>

Общественное мнение и общественность начинают играть самую решающую роль и от способности их убедить во многом зависит успех даже безнадежного научного предприятия. Именно этот феномен называют *трансдисциплинарностью* в отличие от междисциплинарности: современная наука базируется не только на научных знаниях, но и на многочисленных высказываниях, лежащих за пределами науки, основывающихся на спорных предчувствиях, эмпирическом опыте, прецедентах и т.п. С одной стороны, возникает необходимость интегрировать трудно согласующиеся политические, экономические, экологические, социокультурные, технические, социально-психологические и этические аспекты. С другой стороны, наблюдается тот факт, что главными производителями научного знания не являются больше лишь дисциплинарно организованные ученые, но и так называемые пользователи этих знаний, дилетанты или заказчики должны быть включены в процесс производства научных знаний. Кроме того, важную роль играют, так называемые «*локальные знания*» потребителей проектов.

Таким образом, под «вненаучной» понимается оценка, которая производится обществом – правительственными органами, парламентскими комиссиями, с участием широких кругов общественности. Общество и государство, выделяя значительную долю бюджетных средств на развитие научно-технических исследований, в праве ожидать все увеличивающегося вклада науки и техники в решение стоящих перед обществом социальных проблем. Кроме того, государственные органы, парламентские структуры, финансовые организации, а также и граждане в качестве избирателей и налогоплательщиков, выделяя средства на конкретные научно-технические и

<sup>65</sup> Изложено по: *Grunwald A. Technikfolgenabschätzung zwischen Wissenspolitik und Technikgestaltung. Russ.-dt. Kolloquium „Wissenschaft und Politik – zur veränderten Form und Funktion der Expertise im demokratischen Prozess“*, Karlsruhe, 7.5.2007.

инновационные проекты, хотели бы иметь инструмент для оценки их предполагаемой эффективности как научное обоснование принятия конкретных решений. Такое научное обоснование и должна давать оценка научно-технического развития, включая исследование позитивных и негативных последствий внедрения его результатов. Проведение этой оценки невозможно с точки зрения самих ученых и инженеров из какой-либо конкретной области, поскольку они являются заинтересованной стороной и кроме того как правило не обладают достаточными знаниями в области социально-экономических, социально-политических, этических, юридических и т.п. аспектов исследования научно-технического развития.

Между сферами знания и деятельности расположен *пояс рефлексии*. Известный немецкий социолог Никлас Луман назвал этот феномен наблюдателем второго порядка. Особое значение в таком обществе получает не само знание, а его недостаток, поскольку именно недостаток знания часто становится социальным аргументом, особенно в обществе риска, когда онаучивание общества комбинируется с возрастанием его рефлексивности, необходимостью постоянной обратной связи знания с деятельностью. Поэтому ее должны проводить не занимающиеся тем или иным видом научно-технической деятельности ученые, а стоящие вне дисциплинарной науки методологи, находящиеся в рефлексивной и оценивающей позиции по отношению к данной деятельности.

Но и они одни не в состоянии разработать критерии такого рода оценки и провести достаточно полную системную оценку. Поскольку эта задача является междисциплинарной, то в ее решении должны участвовать как представители самых различных общественных и естественных наук, так и представители конкретных областей техники, знающие проблематику изнутри, однако имеющие склонность к методологическим рефлексии и обобщениям. Этого, однако, мало, поскольку оценка, чтобы стать хотя бы относительно независимой, должна быть не только междисциплинарной, но международной, т.е. к оценке должны привлекаться незаинтересованные эксперты из других стран. Кроме того в оценке должны принимать участие представители региональных властей и общественности, в особенности если речь идет об оценке научно-технических, инновационных и хозяйственных проектов, реализация и внедрение которых затрагивает их жизненные интересы.

Современные дискуссии об общественной роли науки несут на себе печать различных, часто противоречивых ожиданий практических результатов от науки. Наука обязана не только поставлять обществу надежное знание, но и одновременно помочь решению социальных проблем с помощью производства новых знаний. Все более тесное встраивание науки в социальный контекст и требование ее практической релевантности являются выражением изменения общественной функции науки и одновременно исходным пунктом научной рефлексии ее отношений с обществом.

В последнее время в социологии науки проводятся интенсивные исследования перехода информационного и постиндустриального общества, анализ которого был характерен для работ 1960-е и 1970-е гг., к так называемому обществу знаний, прежде всего в аспекте социологии и экономики знаний, которые начинают играть все большую роль наряду с материальными ценностями. Дебаты о становлении *общества знаний* и дискуссия о новых формах научного производства, которые должны ознаменовать переход от по существу, академически выстроенной науки к более социально интегрированной науке, уже сами по себе выражают изменения, происходящие в науке сегодня.

На Западе в последнее время провозглашается необходимость перехода от научно-технической и хозяйственной политики общества и государства, а также их отдельных социальных институтов к *политике в области знаний*. «Термин «общество знаний» представляется более общим, чем часто используемый термин «экономика знаний». Но дело не просто в степени общности. Намного важнее, что экономика знаний может существовать и развиваться лишь в обществе знаний, т.е. в обществе, в котором получение и применение знаний, прежде всего научных определяется не только соображениями экономической эффективности, но и тем, что они в самых разнообразных формах входят в повседневную жизнь рядовых людей».

*Юдин Б.Г.* Знание как социальный ресурс / Вестник РАН. 2006. Т. 46. № 7 – С. 587.

«Отношения между наукой и обществом в последние десятилетия изменилось. Ориентированную на познание и направленную на объяснение науку как место далекого от практики искусства экспериментирования и построения теорий, что соответствовало само собой разумеющемуся идеалу классической физики и именно оттуда начавшему свое победное шествие, можно сегодня встретить лишь в некоторых частях науки. При этом появляется новая оценка функционирования науки и научного потенциала, вследствие которой даже фундаментальные исследования – хотим мы этого или нет – должны быть релевантными и подчиненными общественным интересам. Производство научных знаний должно непосредственно интегрироваться в процессы принятия экономических и политических решений. Тем самым возрастает значимость науки для экономики (инновации) и для политики (в качестве поставщика тем, проблем и знаний, необходимых для принятия решений). Наука тем самым увеличивает деятельностную мощь тех социальных сфер, в которые она поставляет не только объяснения, но и модели структурирования реальности и альтернативные решения».

*Bechmann G., Stehr N.* Praktische Erkenntnis: vom Wissen zum Handeln / Vom Wissen zum Handeln? Die Forschung zum Globalen Wandel und Ihre Umsetzung. Bonn; Berlin: BMBF, 2004, S. 28.

Как показывает эмпирический анализ, проведенный германскими исследователями, взаимодействие академических и промышленных исследований за последние два десятилетия значительно возросло. Как следствие этого, по крайней мере, в Германии, отмечается увеличение доли академических исследований в предпринимательских структурах и частных университетах. Речь, таким образом, идет о конвергенции академического и технологического порядка знания. Академический порядок знания связан с переработкой и созданием, теоретизацией и производством знаний в отличие от технологического порядка знания, направленного на поиск, упорядочение и использование уже имеющегося знания в прикладных целях. В современном обществе знаний поиск уже имеющегося и необходимого для организации конкретных действий знания приобретает все возрастающее значение.

*Schmoch U.* Hochschulforschung und Industrieforschung. Frankfurt a. M.: Campus Verlag, 2003, S. 335, 378.

Строящееся сегодня общество знания принципиально амбивалентно. С одной стороны, общество знания рассматривается как производное от информационного общества, когда в центр внимания попадают вновь возникающие возможности производства и доступности информации, которые дают новые информационные и коммуникационные технологии. С другой стороны, становящееся общество знания должно быть рассмотрено с точки зрения возникающих при этом рисков, т.е. одновременно как *общество риска*, что требует сделать больший упор на обсуждение проблем последствий такого все возрастающего базирования на научном знании многих общественных областей.

Возникает новая включенная в процессы принятия решений наука, которая обладает следующими двумя существенными характерными особенностями.

Во-первых, с интеграцией науки в процессы политического регулирования и экономической оценки она теряет свою этическую нейтральность, которая связывается часто с объективностью научного знания. Иными словами, то, что познано с помощью науки признается для всех и везде безусловно несомненным знанием, по крайней мере до тех пор, пока оно не опровергнуто также научно, т.е. консенсус научного сообщества становится здесь важнейшим критерием истинности. Однако именно это становится более невозможным сохранить в новых ориентированных на приложения областях науки и техники. Знания, хотя они и произведены учеными с помощью

научных методов, проявляются в обществе как связанные социальным контекстом, несистематические и требующие быстрой ревизии и селекции, а значит как спорные знания.

Во-вторых, наука все более тесно встраивается в прикладные области, в которых некоторые взаимосвязи только требуют своего определения и технического воспроизведения или еще даже вообще не освоены. В отличие от «нормальной науки», где ставятся лишь те вопросы, на которые она в состоянии ответить с помощью уже выработанных в ней средств, сегодня необходимо познавать то, что находится на грани ее аналитических и прогностических возможностей, сознательно выделяются области не-знания, еще требующие своего исследования. При этом принимается в качестве предпосылки, что имеет место не одностороннее приспособление и встраивание науки в политические и хозяйственные структуры, а сложный взаимозависимый процесс. Последствия этого процесса до сих пор недостаточно исследованы.

Социологию науки интересуют коммуникационные процессы и способы представления порожденных результатов. Сегодня апробируются выбранные формы формализации и визуализации, которые могут быть использованы в различных контекстах. Компьютерное моделирование не в последнюю очередь предоставляет возможность визуализации этих процессов. При этом возможными адресатами являются не только лица принимающие решения из области политики и экономики, но также и средства массовой информации и другие инстанции, формирующие общественное мнение. Производство научных знаний зачастую вынуждено непосредственно интегрироваться в принятие экономических и политических решений, что в свою очередь повышает ценность научного исследования для развития экономики (как разработчика инноваций) и решения политических проблем (как поставщика тем, проблем и знаний, необходимых для принятия решений). В этом смысле наука увеличивает деятельностную силу современного общества, поставляя ему не только объяснения, но и модели структурирования реальности и альтернативные варианты для принятия решений.

Социальная оценка научно-технического развития несет в себе значение не только или не столько исследования последствий технического развития и не только *оценки*, имея в виду ее нормативный характер, сколько рекомендаций по «оформлению» техники (*shaping of technology, Technikgestaltung*), приданию ей новой конфигурации, ее сознательному формированию, (пере)структурированию, исходя, например, из экологических требований.

*Grunwald A. Technik für die Gesellschaft für morgen. Möglichkeiten und Grenzen gesellschaftlicher Technikgestaltung. Frankfurt: Campus, 2000.*

Инновационно ориентированная социальная оценка научно-технического развития «не ограничивается описательным подходом, а должна играть активную роль в техническом инновационном процессе», что означает «переход от анализа к структурированию новой техники», т.е. созданию рамочных условий научно-технической политики.

*Hartmann E. A. Umsetzung von TA in die Wissenschaft // Handbuch Technikfolgenabschätzung. Berlin: Ed. Sigma, 1999, S. 327, 323 – 324.*

Фактически в данном случае речь идет о *социальном проектировании техники*, в котором принимают участие не только инженеры-профессионалы, но и пользователи, клиенты, политики и даже общество в целом, т.е. о социальной инженерии. Задача такого рода исследования и «проектирования» техники формулируется в первую очередь не с внутринаучной точки зрения, а основывается на социальных ожиданиях. Имеется в виду определенный социальный заказ, и не важно поступает ли он от определенных правительственных структур или ориентирован потребности общества. Социальная оценка научно-технического развития, таким образом, приобретает форму

проектной организации, поскольку ее конечным продуктом должны быть предписания к деятельности.

Техника как предпосылка и в то же время результат научного исследования в сочетании с поддерживающими их хозяйственными и государственными структурами развилась сегодня в мировую силу, основывающуюся на принципе делаемости всех вещей посредством создания возможностей для приложения науки. Такого рода научно-технический прогресс оборачивается в конечном счете регрессом прежде всего в экологической сфере, ведет к разрушению защитных сил окружающей среды и самого человеческого организма. Его можно сравнить с открытием ящика Пандоры, приносящего человечеству одновременно с благодатным даром Прометея неисчислимы бедствия и болезни. При этом абсолютно непредсказуемыми, непросматриваемыми и часто необратимыми оказываются последствия такого рода искусственного вторжения в естественную сферу.

Современный этап развития науки и техники наглядно показал те границы, за которыми наука и техника, сегодняшняя или будущая, сталкивается с неразрешимыми для нее, или лучше сказать, самую ею развитыми научными и техническими проблемами. Это связано с иллюзией того, что наука способна раньше или позже с достаточной степенью точности предсказать, предусмотреть, предвидеть и, по крайней мере, свести к минимуму всякие негативные последствия таких проектов. Это «тотальное» проектирование всего и везде привело первоначально к «безграничному» расширению содержания проектирования, доводящему идею проектной культуры до абсурда и приведшему, в конечном счете, к осознанию ее границ. На современной стадии научно-технического развития выяснилось, однако, что научное человеческое знание не способно все предвидеть, что можно лишь предусмотреть определенную степень риска новых научных технологий. Сфера проектирования захватывает сегодня и сферу биологических организмов и их подсистем, а также и область социальных процессов. При распространении «естественнонаучного» взгляда на социальное и организационное проектирование, как создание локальных и глобальных социальных структур, пришло осознание того, что социотехнические системы нельзя проектировать, исходя лишь из технических требований и методов, т.е. в традиционном смысле этого слова, и необходимо переосмыслить самого понятия «проектирование». «С системами такого рода нельзя свободно экспериментировать. В процессе их исследования и практического освоения особую роль начинают играть знания запретов на некоторые стратегии взаимодействия, потенциально содержащие в себе катастрофические последствия».<sup>66</sup> Речь идет о выработке совершенно новой парадигмы научно-технического развития.

### **Темы для самостоятельной проработки:**

1. Основные черты неопозитивистской концепции науки, ее истоки и эволюция
2. Проблема демаркации науки от метафизики. Принципы верификации и фальсификации. Методология как логика науки
3. Общие черты и особенности постпозитивистских моделей науки и критика в них неопозитивизма
4. Метод критического рационализма Карла Поппера и его учение о трех мирах
5. Методология научно-исследовательских программ Имре Лакатоса и проблемы рациональной реконструкции истории науки
6. Плюралистическая методология Пауля Фейерабенда, принципы полиферации и постоянства, критика из прошлого

<sup>66</sup> *Стетин В.С.* Философская антропология и философия науки. М.: Высшая школа, 1992, с 186.



7. Проблема соотношения философии, науки и религии. Метод историко-критического анализа концептуальной структуры науки Александра Койре
8. Понятия парадигмы и научной революции у Томаса Куна
9. Основные характеристики эволюционной модели науки Стефана Тулмина
10. Понятия «научное сообщество», «невидимый колледж», «научная дисциплина». Проблема выделения единицы методологического анализа науки
11. Попытка объединения статической и динамической моделей в структуралистской концепции науки
12. Представление о научной теории в современной методологии науки: модель теории как «сложной сети», «стандартная концепция» и «структуралистская концепция»
13. Историко-научный факт и его интерпретации: критика Лакатосом неопозитивистской и попперианской интерпретации истории науки
14. Исследования Галилея и Ньютона у А. Койре, критика им неопозитивизма
15. Интерпретация учения Галилея в анархистской методологии науки Фейерабенда
16. Анализ коперниканской революции Т. Куном
17. Представление соотношения науки и техники С. Тулминым в эпоху Галилея

### **Контрольные вопросы к экзамену:**

1. Социология науки как исследование социальной организации науки
2. Модели научного развития – экстернализм и интернализм
3. Научное производство как профессиональная деятельность
4. Понятие научной дисциплины
5. Развитие дисциплинарной организации науки и междисциплинарных форм научного исследования
6. Малая наука и «большая» наука
7. Фундаментальные исследования, прикладные исследования и разработки
8. Проблемно-ориентированные исследования и проектная форма исследований
9. Социальная организация научных исследований: понятие научного сообщества
10. Проблемы научной коммуникации – «невидимый колледж»
11. Формальная и неформальная организация в современной науке
12. Научная конкуренция как мотор научно-технического развития
13. Государственная поддержка науки – динамика структуры финансирования
14. Подготовка научных кадров, связь научных центров и университетов
15. Научная политика, оценка научной продуктивности и социальные критерии научности
16. Роль научного консультирования и опасность экспертократии
17. Этика науки и социальная ответственность ученого перед обществом
18. Социология знания: информация и знание, явное и неявное знание, научное и ненаучное знание
19. От информационного общества к обществу знания
20. Особенности современного этапа развития науки
21. Формирование новой парадигмы научно-технического развития как устойчивого развития
22. Связь науки и современных технологий, влияние общественных и хозяйственных потребностей на процесс получения научных знаний
23. Научно-техническая политика и проблема управления научно-техническим прогрессом общества

### **Рекомендуемая литература:**

- Айер А.Дж. Философия и наука. - Вопросы философии, 1962, №1  
 Ахутин А.В. История принципов физического эксперимента от античности до ХУ11 в. М.: Наука, 1976  
 Бехманн Г. Концепции информационного общества и социальные функции информации // Интернет – культура – этика. Материалы VIII Энгельмейеровских чтений. Москва/Дубна 2006. Под общей

- редакцией Н.Г. Багдасарян и В.Л. Силаевой. Москва-Дубна: Центр информационных технологий в природопользовании. 2006, с. 30 – 39
- Бехманн Г. Современное общество как общество риска. // Вопросы философии, 2007. № 1.
- В поисках теории развития науки. (Очерки западноевропейских и американских концепций XX века). М.: Наука, 1982
- Вейсман Ф. как я понимаю философию. В сб.: Путь в философию. Антология. М.: Университетская книга, 2001
- Витгенштейн Л. Логико-философский трактат. М.: Ин. лит., 1958
- Витгенштейн Л. Мысли о философии. Фрагменты из работ. В сб.: Путь в философию. Антология. М.: Университетская книга, 2001
- Гемпель К.Г. Логика объяснения. М., 1998
- Гильберт Д. Основания геометрии. М.: Изд-во АН СССР, 1948
- Горохов В.Г. Междисциплинарные исследования научно-технического развития и инновационная политика // Вопросы философии, 2006. № 4
- Горохов В.Г. Основы философии техники и технических наук. – М.: Гардарики, 2007
- Журнал «Erkenntnis» («Познание») Избранное. М.: Идея-Пресс, 2007 (перевод статей ведущих философов науки)
- Карнап Р. Значение и необходимость. М.: Ин. лит., 1959
- Карнап Р. Преодоление метафизики логическим анализом языка. В сб.: Путь в философию. Антология. М.: Университетская книга, 2001
- Карнап Р. Философские основания физики. М.: Прогресс, 1971
- Койре А. От замкнутого мира к бесконечной вселенной. М.: Логос, 2001
- Койре А. Очерки истории философской мысли. О влиянии философских концепций в развитии теорий. М., 1985
- Коммуникации в современной науке. Составление общая редакция и вступительная статья Э.М. Мирского и В.Н. Садовского. М.: Прогресс, 1976.
- Коммуникация в современной науке. М.: Прогресс, 1976
- Крафт В. Венский кружок. Возникновение неопозитивизма. М.: Идея-Пресс, 2003
- Кун Т. Вторичные размышления о парадигме. В кн.: Научные теории: структура и развитие. М.: Прогресс, 1975
- Кун Т. Структура научных революций. М.: Прогресс, 1975
- Лакатос И. Доказательства и опровержения. М.: Наука, 1967
- Лакатос И. Фальсификация и методология научно-исследовательских программ. М.: «МЕДИУМ», 1995
- Лакатос. И. История науки и ее рациональные реконструкции. В кн.: Структура и развитие науки. М.: Прогресс, 1978
- Луман Н. Общество общества. М.: 2007
- Наука – техника – управление. Интеграция науки, техники и технологии, организации и управления в Соединенных штатах Америки / под ред. Ф. Каста и Д. Розенцвейга. М.: Советское радио, 1966.
- Научная деятельность: структура и институты. М.: Прогресс, 1980
- Научная деятельность: структура и институты. Сборник переводов. Составление общая редакция и вступительная статья Э.М. Мирского и Б.Г. Юдина. М.: Прогресс, 1980
- Никифоров А.Л. Философия и история науки. М.: Идея-Пресс, 2008
- От логического позитивизма к постпозитивизму. Хрестоматия. М.: НИИВО-ИНИОН, 1993
- Очерки по истории и теории развития науки. М.: Наука, 1969
- Пельц Д., Эндриус Ф. Ученые в организациях. Об оптимальных условиях для исследований и разработок. М.: Прогресс, 1973.
- Позитивизм и наука. М.: Наука, 1975
- Полани М. Личностное знание. М., 1985
- Поппер К. Как мне видится философия. В сб.: Путь в философию. Антология. М.: Университетская книга, 2001
- Поппер К.Р. Логика и рост научного знания. М., 1983
- Поппер К.Р. Логика научного исследования. М.: Республика, 2004
- Поппер К.Р. Объективное знание. Эволюционный подход. М.: Эдиториал УРСС, 2002
- Райхенбах Г. Направление времени. М.: Ин. лит., 1962
- Рассел Б. История западной философии. М., 1959
- Рассел Б. Человеческое познание. Его сферы и границы. М.: Ин. лит., 1957
- Свердлов Е.Д. Миражи цитируемости. Библиометрическая оценка значимости научных публикаций отдельных исследователей. // Вестник РАН, 2006, т. 46, № 12, с.1073-75
- Современная западная социология науки. М., 1988
- Современная философия науки. Хрестоматия. М.: Наука, 1994 (статьи Т. Куна, И. Лакатоса, П. Фейрабенда и др. и полемика между ними)

- Степин В.С. Философия науки. Общие проблемы: учебник для аспирантов и соискателей ученой степени кандидата наук. М.: Гардарики, 2006
- Степин В.С. Философская антропология и философия науки. М.: Высшая школа, 1992
- Степин В.С., Горохов В.Г., Розов М.А. Философия науки и техники / Уч. пособие. М.: Гардарики, 1996.
- Структура и развитие науки. М.: Прогресс, 1978 (статьи Т. Куна, И. Лакатоса, К. Поппера, В. Куайна и др.)
- Тулмин С. Концептуальные революции в науке. В кн.: Структура и развитие науки. М.: Прогресс, 1978
- Тулмин С. Человеческое понимание. М., 1984
- У истоков классической науки. М.: Наука, 1968
- Уайтхед А. Избранные труды по философии. М., 1990
- Уирт Дж., Либерман А., Левьен Р. Управление исследованиями и разработками. М.: Прогресс, 1978
- Фейерабенд П. Ответ на критику. В кн.: Структура и развитие науки. М.: Прогресс, 1978
- Фейерабенд П. Против метода. Очерки анархистской теории познания. - C:\Documents and Settings\ion\Local Settings\Temp\Временная папка 1 для feyer01.zip\feyer01\index.htm
- Фейрабенд П. Избранные труды по методологии науки. М., 1986
- Франк Ф. Философия науки. М.: Ин. лит., 1960
- Хилл Т.И. Современные теории познания. М.: Прогресс, 1965 (краткая характеристика неопозитивизма)
- Холтон Д. Тематический анализ науки. М.: Прогресс, 1981
- Швырев В.С. Неопозитивизм и проблемы эмпирического обоснования науки. М.: Наука, 1966
- Шлик М. Будущее философии. В сб.: Путь в философию. Антология. М.: Университетская книга, 2001
- Шлик М. Время и пространство в современной физике. В кн.: Теория относительности и ее философское истолкование. М., 1923
- Юдин Б.Г. Знание как социальный ресурс. В: Вестник РАН, 2006, т. 46, № 7, с.587-595