

Об особенностях эмпирического обоснования физических теорий*

Мамчур Е.А., Институт философии РАН
emamchur839@yandex.ru

Аннотация: В статье рассматривается одна из особенностей процедуры эмпирического обоснования физических теорий, ставшая особенно актуальной в связи с переходом физики к познанию ненаблюдаемых сущностей. Суть ее в наличии «круга» в процедуре обоснования. Гносеологические истоки этой особенности лежат в «предметной противопоставленности теоретического знания действительности» (М.Хайдеггер), идея которой уходит корнями в коперниканский переворот, совершенный Кантом в гносеологии. Выявлен дефект в трактовке процедуры обоснования, устранение которого позволяет реконструировать эту процедуру как адекватную реальному положению дел.

Ключевые слова: ненаблюдаемые сущности, процедура эмпирического обоснования, круг в обосновании, «предметная противопоставленность теорий действительности (Хайдеггер)», коперниканский переворот Канта в гносеологии.

*) Работа выполнена при финансовой поддержке РФНФ, грант № 14-03-00452 «Проблемы новой онтологии в современном физическом познании».

1. Ненаблюдаемые объекты современной физики

Возможно, самая важная черта современного физического познания заключается в том, что эта область естественнонаучного знания перешла к исследованию ненаблюдаемых сущностей. Ненаблюдаемые были и в классической науке. Существует, однако, различие между ненаблюдаемыми в классической и неклассической науке. *В классической науке они, в принципе, были доступны непосредственному наблюдению, но только с помощью приборов, совершенствующих наши органы чувств.* Атомы в физике; невидимые невооруженным глазом далекие звезды в астрономии и космологии; бактерии и вирусы в биологии; структурные элементы клеток живых организмов (ядра клеток, митохондрии) и т.п. стали видимыми и наблюдаемыми, как только были открыты и изобретены приборы, совершенствующие наши органы чувств – микроскопы, телескопы и т.д.

Вместе с тем, в классической физике были и в принципе ненаблюдаемые объекты. Можно указать по крайней мере один из них – это истинная картина движения небесных тел – планет, звезд, звездных скоплений, и т.п. Она и до сих пор остается ненаблюдаемой, хотя уже давно признана правильной.

Как удалось узнать истинную картину? Коперник не был философом; в своих теоретических построениях он действовал интуитивно. Но он был прекрасным ученым. Он понял, что картина движения небесных тел, видимая на небосводе, не является верной. И это – результат одной ошибки в птолемеевской системе мира – отрицания движения Земли. Коперник допустил, что Земля не является неподвижной, что она вместе с другими планетами движется по эллиптической орбите вокруг Солнца и по круговой – вокруг своей оси. Наблюдатель, находясь на Земле, участвует во всех движениях, которые совершает Земля

вместе с другими планетами. Именно этим объясняется столь странное поведение планет: оно бывает то петлевым, то зигзагообразным, то ретроградным (обратным), то с остановками. Предположив, что Земля движется, Коперник получил возможность реконструировать подлинную картину движения небесных тел.

Переворот, совершенный Коперником в астрономии послужил затем основанием для великого преобразования в теории познания, совершенного И.Кантом и получившим название «коперниканского переворота Канта». Но об этом позже.

Ненаблюдаемые неклассической физики – это также объекты, которые в принципе недоступны непосредственному наблюдению. И дело здесь не в несовершенстве наших органов чувств, а в самой природе этих объектов. В современной физике они являются конструктами. Их конструирование осуществляется при опоре на косвенные результаты их фиксации в экспериментальной аппаратуре. Для их конструирования требуется большая эпистемическая работа, связанная с обоснованием теорий, в которых содержатся эти сущности, и с доказательством их реального бытия.

Создаваемый конструкт не только непосредственно ненаблюдаем, он не является и «наглядным», т.е. представимым. В макромире мы не находим никаких подходящих образов для его наглядного представления. Корпускулярные и волновые свойства микрообъекта дополняют, и в то же время взаимно исключают друг друга. Корпускула это нечто локализованное в пространстве, а волна – нечто «размазанное» в нем. В макромире не существует аналогов таких объектов. Недаром авторы знаменитых фейнмановских лекций по физике утверждают: «На самом деле, он (электрон – *Е.М.*) ни на что не похож»¹.

В микромире есть еще один вид объектов, которые считаются ненаблюдаемыми в принципе. Это кварки – составные элементы адронов (протонов, нейтронов). В отличие от других элементарных частиц, кварки не наблюдаются в свободном состоянии, хотя есть веские основания считать, что кварки существуют: они обнаруживаются внутри частиц в качестве партонных при глубоко неупругих взаимодействиях. Причина их ненаблюдаемости в явлении конфайнмента (заточения)².

2. Микрообъекты, как объекты квантовой механики

Элементарные частицы являются предметом изучения квантовой механики. Известно, что квантовая механика, будучи успешно работающей теорией, до сих пор не имеет общепризнанной интерпретации. Наиболее распространенной является так называемая копенгагенская интерпретация. Она была создана Н.Бором, В.Гейзенбергом, В.Паули и др. в 1922-27 гг. Большинство исследователей, являющихся ее сторонниками, полагают, что она является анти-реалистической, поскольку противостоит «локальному реализму», защищаемому А.Эйнштейном. Эйнштейн определял критерий реального существования объектов микромира таким образом: если мы можем, не возмущая систему, предсказать с вероятностью равной 1 существование того или иного свойства квантовой системы, и это предсказание подтверждается, значит это свойство системы существует реально³. Согласно копенгагенской интерпретации как раз наоборот: только возмущение квантовой системы, ее измерение и создает то или иное свойство элементарной частицы.

Было осуществлено много экспериментов, подтверждающих правильность копенгагенской интерпретации и неверность концепции локального реализма Эйнштейна. Среди них есть те, которые опираются на результаты Белла, но есть и другие, которые не основываются на этих результатах. Но мы в данной статье оставим в стороне различия между

¹ Фейнман Р. Лейтон Р. Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. Вып. 3 и 4., Москва 1978, стр.201

² Явление конфайнмента (удержания, в данном случае удержание цвета) объясняется тем, что цвет заряда, которым обладают кварки, имеет свойство антиэкранирования. Оно осуществляется из-за того, что переносчики сильного взаимодействия, в котором участвуют кварки, сами обладают цветовым зарядом и сами порождают дополнительное взаимодействие. В результате кварки взаимодействуют тем сильнее, чем дальше друг от друга они находятся.

³ Einstein A, Podolsky B. and Rosen N. Physical Review. 1935. № 47. P. 779.

этими двумя типами экспериментов и сделаем замечание, которое касается экспериментов любого типа. Оно относится к одной особенности экспериментальной проверки теорий, которую обязательно нужно учитывать при оценке эффективности результата проверочного эксперимента. Рассмотрим, в чем ее суть.

3. Внутренняя глобальность фундаментальных научных теорий

Философы науки осведомлены о таком явлении в научном познании как теоретическая нагруженность факта. Известно, что в науке нет «сырых» эмпирических данных, все данные имеют теоретическую интерпретацию. Это затрудняет процедуру эмпирического обоснования теории. Значительно легче было бы, если бы в процессе проведения этой процедуры экспериментатор имел дело с так называемыми «предложениями наблюдения», т.е. с предложениями, в которых бы отсутствовали теоретические термины, так чтобы эти предложения могли бы играть роль надежной основы для проверки теорий и вместе с тем могли бы выполнять функцию средства научной коммуникации в сообществе ученых.

Дискуссии по поводу «предложений наблюдения» продолжались в среде логических позитивистов около 30 лет, но так и закончились ничем. В конце концов, представители логического позитивизма признали, что таких предложений в науке просто нет. Уже в самом простом эмпирическом высказывании, фиксирующем результат наблюдения, присутствуют теоретические термины. Например, при наблюдении следа пролетающей частицы в камере Вильсона, эксплицируя результат наблюдения, мы используем такие теоретические термины как электрон, позитрон, мюон и т.п., в зависимости от того, как была идентифицирована частица. Без таких терминов невозможна intersubjectивность знания, передача информации в другие лаборатории коллегам по работе, хотя бы для перепроверки полученных результатов. Без использования этих терминов нарушается научная коммуникация, столь необходимая для того, чтобы знание могло стать общезначимым.

Более того, дело осложняется тем, что в интерпретацию экспериментального результата вовлекается и сама обосновываемая теория. Получается как бы *порочный круг*. Теория, нуждающаяся в эмпирическом обосновании, сама участвует в своем собственном обосновании. На это явление обратил в свое время внимание К.Поппер и другие пост-позитивистские философы науки.

«Наблюдения и в еще большей степени предложения наблюдений и утверждения об экспериментальных результатах, – писал К.Поппер, – всегда являются интерпретацией наблюдаемых фактов ... интерпретацией в свете теорий. И это одна из главных причин, почему так обманчиво легко осуществить верификацию теории и почему мы должны занять очень критическую позицию по отношению к нашим теориям, если не хотим при проверке теории попасть в порочный круг»⁴. Здесь все верно, за исключением того, что Поппер не уточняет, какие теории он имеет в виду, когда говорит, что «предложения наблюдений и утверждения об экспериментальных результатах являются интерпретацией в свете теорий». Но об этом чуть позже.

Используя терминологию американского философа науки Клиффорда Хукера, этот тезис можно перефразировать так: парадигмы (он говорил о фундаментальных научных теориях) «внутренне глобальны»⁵. Они определяют собой все, и не только цели и ценности научного сообщества, придерживающегося этой парадигмы, или принятые в ее рамках стандарты оценок и критерии научности, но и все имеющиеся эмпирические данные. Эксперименты ставятся «под» фундаментальную теорию, результаты экспериментов интерпретируются этой же теорией.

Применительно к квантовой механике на фиксируемую здесь особенность процедуры экспериментального обоснования теории задолго до Поппера и других пост-позитивистов обратил внимание В.Гейзенберг. «...Процессы, сопровождающие эксперимент или наблюдение (в квантовой механике – *Е.М.*) сами должны удовлетворять законам квантовой механики.

⁴ Popper K. The Logic of Scientific Discovery. Hutchinson & Co, London, 1959, P, 90

⁵ Hooker C.A. On Global Theories// Philosophy of Science, 1975, Vol.42, №2

Поскольку все эти законы берутся при этом за основу, то из эксперимента едва ли может возникнуть ситуация, не соответствующая квантовой механике»⁶.

Эта особенность процедуры эмпирической проверки теории не ускользнула и от внимания М.Хайдеггера. «В физике, – писал немецкий философ, – предлагают теорию, а затем экспериментами проверяют, соответствуют ли этой теории экспериментальные процессы. Показывают лишь соответствие результатов эксперимента теории.... Ни эксперимент, ни результаты эксперимента не выходят за рамки теории, а остаются в сфере, обозначенной теорией. Эксперимент рассматривается не в соответствии с природой, а в соответствии с тем, что установлено в теории, и то, что установлено в теории, является проектом природы в соответствии с (тем или иным – Е.А.) естественнонаучным представлением...»⁷.

Включенность обосновываемой теории в процедуру ее обоснования трактуется в философии науки как недостаток этой процедуры, понижающий степень доверия к обоснованности знания (см. приведенное выше высказывание К.Поппера на этот счет). Тем не менее, этот «дефект» неустраним: такова особенность теоретической интерпретации эмпирических результатов.

Между тем, Гейзенберг увидел в фиксируемом «недостатке» достоинство. Как вспоминает немецкий ученый, размышляя вместе с Н.Бором над проблемами интерпретации квантовой механики (это было время острых дискуссий по поводу создающейся копенгагенской интерпретации квантовой теории – 1927 г.) будущие авторы этой интерпретации столкнулись с серьезной проблемой. Речь шла о том, как совместить тот факт, что существует возможность наблюдать траекторию электрона в камере Вильсона, с тем, что в формализме квантовой теории понятия траектории нет. Было неясно, каким образом в математической схеме квантовой теории можно представить траекторию электрона, наблюдаемую в камере Вильсона? На верное решение проблемы Гейзенберга натолкнуло замечание, сделанное Эйнштейном в одной из их совместных бесед: «Только теория решает, что можно наблюдать»⁸. Но ведь это замечание – просто другая формулировка того, что круг в процедуре обоснования неизбежен!

Гейзенберг понял, что они с Бором неверно ставят вопрос. На самом деле квантовая теория в ее копенгагенской интерпретации *запрещала* наблюдение траектории электрона. В камере Вильсона наблюдалась не траектория электрона, а лишь дискретные следы неточно определенных положений электрона. Фактически в камере Вильсона видны лишь отдельные капельки воды, которые заведомо намного протяженнее электронов. Поэтому правильно поставленный вопрос должен был звучать так: «Можно ли в квантовой механике описать ситуацию, при которой электрон приблизительно т.е. с некоторой неточностью, находится в данном месте, и при этом опять-таки приблизительно обладает заданной скоростью, и можно ли эти неточности сделать настолько незначительными, чтобы не впасть в противоречие с экспериментом?»⁹

Расчеты показали, что произведение неточностей не должно быть меньше планковского кванта действия. Позднее открытое Гейзенбергом соотношение неточностей получило название *принципа неопределенностей Гейзенберга*. Этот принцип стал основополагающим для копенгагенской интерпретации квантовой механики. И его формулировка стала возможной благодаря тому, что обосновываемая теория сама служила основанием экспериментального обоснования.

«Для того, чтобы придать ему статус принципа, нужно было доказать, что в любом эксперименте, проводимом с целью подтверждения квантовой механики, могут возникать только те ситуации, которые удовлетворяют соотношениям неопределенности», – писал Гейзенберг¹⁰. Что и было сделано Гейзенбергом.

⁷ Гейзенберг В. Прорыв в новую землю// Физика и философия. Часть и целое. М. 1989, с. 206

⁷ Хайдеггер М. Цолликоновские семинары. Протоколы –Беседы – Письма. Вильнюс, 2012, С.60

⁸ Гейзенберг В. Прорыв в новую землю// В.Гейзенберг. Физика и философия. Часть и целое, 1989. С.

⁹ Там же. С. 205

¹⁰ Гейзенберг В. Цит. ст., С.205

В связи с этим немецкий физик вспоминает об одном своем бывшем соученике (по гимназии), который предположил, что в принципе можно создать микроскоп такой разрешающей силы, чтобы он (работая, естественно, не в видимом свете, а в рентгеновских лучах) смог бы сфотографировать траекторию электрона. Однако Гейзенберг показал, что даже такой микроскоп не смог бы «перешагнуть границы, устанавливаемые соотношением неопределенностей»¹¹.

Увидеть траекторию электрона, значит проследить за движением отдельного электрона. Для того, чтобы увидеть электрон, его нужно осветить фотонами. Но фотоны воздействуют на электроны. Пытаясь проследить за электронами, мы изменяем их движение. (Так что дело здесь вовсе не в наблюдателе, которому некоторые интерпретаторы приписывают некую, чуть ли не мистическую роль в квантовой механике, а во вполне материальном физическом воздействии фотонов на электроны). Казалось бы, выход из этой ситуации есть: можно уменьшить интенсивность света, чтобы ослабить его действие на электроны. Но этот прием ничего не даст. Дело не в интенсивности света, а в его частоте. Можно попробовать изменить длину волны света, уменьшив его частоту. Но и эти эксперименты оказываются несостоятельными: как бы мы не уменьшали частоту света, картина движения электрона искажается.

Принцип неопределенности невозможно объяснить какими-то более глубокими причинами или механизмами, действующими внутри самих элементарных частиц. Если придерживаться копенгагенской интерпретации квантовой механики, то следует признать: суть дела в том, что такова природа микрообъектов.

В самом деле, элементарные частицы – объекты квантовой механики. И если принимать в качестве верной копенгагенскую интерпретацию, они обладают такими, не имеющими аналогов в макром мире свойствами, как корпускулярно-волновой дуализм, суперпозиция состояний и т.д. В экспериментах с прохождением электронов через двухщелевые установки электроны проходят через щели порциями и, следовательно, ведут себя как *частицы*. Вместе с тем экспериментально доказано, что они проходят не *либо* через одну, *либо* через другую щель, что было бы вполне естественно, поскольку мы имеем дело с частицами, а через обе щели одновременно. Таким образом электроны проявляют свои волновые свойства. Возникает интерференционная картина. Любые попытки утверждать, что электроны проходят *либо* через одну, *либо* через другую щель, оказываются несостоятельными, и несостоятельность их доказывается тем, что в теоретической интерпретации эксперимента не удастся получить интерференционную картину, которая в действительности существует.

В принципе неопределенности находит свое выражение фундаментальное ограничение, накладываемое природой на возможности познания мира. Справедливо сказано, что, выдвигая свой принцип неопределенности Гейзенберг, «спасал» квантовую механику. Он прекрасно понимал, что «если бы можно было с большей точностью измерить и положение, и импульс микрообъекта, квантовая механика рухнула бы»¹².

Кстати сказать, если раньше об этом говорили с ностальгией по временам классической физики как о недостатке квантовой теории, то в настоящее время оценивают как достоинство. В самом деле, в связи с совершающимся в последние годы в интерпретации квантовой механики информационно-теоретическим поворотом, после создания квантовой теории информации (КТИ) и начала разработки технологических приложений квантовой механики, они стали расцениваться как ее несомненные достоинства¹³. Так, раньше считалось, что квантовая теория ограничивает наши возможности познания мира, проигрывая в этом плане классическому взгляду на мир: если, скажем, классическая физика позволяла измерять координату и импульс частиц с любой степенью точности, то центральное для квантовой теории соотношение неопределенностей лишает нас такой возможности. Между тем, разработка технологических приложений квантовой механики выявила эвристические

¹¹ Там же

¹² Фейнман Р. Лейтон Р. Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. Вып. 3 и 4., Москва 1978, С.220

¹³ Fuchs C.A. Quantum Mechanics as Quantum Information. Mostly// <http://perimeterinstitute.ca/personal/cfuchs/Oviedo.pdf>

возможности (по крайней мере в технологическом отношении) самой квантовой неопределенности.

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

Положение изменилось в лучшую сторону при появлении квантовой теории информации. Идея использовать квантовые системы для передачи и сохранения секретности информации возникла благодаря некоторым особенностям квантовых систем. Состояние квантовой системы определяется измерением, после которого она переходит в другое состояние, причем однозначно предсказать результаты измерения невозможно. И если в качестве носителей информации используются квантовые системы, попытка перехватить сообщение приведет к изменению состояния квантовой системы, которая и укажет на то, что такая попытка была реализована. При этом измерение не позволяет получить полную информацию о квантовой системе, и ее невозможно клонировать (копировать), что делает их очень удобным средством для передачи информации и сохранения ее секретности.

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

Это обстоятельство вселяет оптимизм в сторонников информационно-теоретического поворота и порождает надежды, что в результате его реализации квантовая механика трансформируется в информационную теорию микромира, в которой «кажущиеся смущающими (perplexing) квантовые феномены, такие как проблема измерения и нелокальность, могут оказаться не такими уж плохими»¹⁴.

Все это прекрасно. Но при этом на ум вновь приходит негативный аспект внутренней глобальности фундаментальных научных теорий. Как отмечалось, он порождается наличием круга в процедуре обоснования, следствием чего оказывается якобы присущая процедуре эмпирического обоснования теорий недостаточная надежность (Вспомним процитированные выше слова К.Поппера!). Гейзенберг не очень интересовался методологическими деталями процедуры обоснования. Он решал в данном случае другую проблему – создание интерпретации квантовой механики, которая обладала бы «замкнутой целостностью»¹⁵. Он глубоко верил в то, что «Математическая схема квантовой механики уже сложилась, что она слишком убедительна, чтобы допускать еще какие-то изменения»¹⁶. Что касается философов науки эпохи пост-позитивизма (включая Поппера), их тревожило другое: им казалось, что из-за включенности обосновываемой теории в саму процедуру обоснования вместо хорошо обоснованного знания в науке они получают колосс на глиняных ногах.

¹⁴ Fuchs C.A. Quantum Mechanics as Quantum Information, Mostly// <http://perimeterinstitute.ca/personal/cfuchs/Oviedo.pdf>, с.

¹⁵ Гейзенберг В. Прорыв в новую землю,.... С.204

¹⁶ Там же, С. 204.

Очень убедительно с гносеологической точки зрения обосновал неизбежность возникновения круга (в процедуре эмпирического обоснования) М.Хайдеггер. Немецкий философ утверждал, что методом современного естествознания является создание предмета (по Хайдеггеру – построение «предметного противостояния действительности»). Именно с предметом, а не с природой имеют дело в современном естествознании. Предмет выстраивается в соответствии с методом, позволяющим осуществить наперед-вычислимость предметной области, обеспечить предсказуемость дальнейшего развития научного познания и его результатов.

Понятия предмета и предметной противопоставленности теории действительности – понятия кантовской философии. Они – следствия уже упоминавшегося в начале статьи коперниканского переворота, совершенного Кантом в гносеологии.

Существует много трактовок сути коперниканского переворота Канта. Некоторые исследователи кантовской философии отождествляют предмет с вещью в себе (что совсем не верно!). Другие трактуют его как отказ от пассивного отражения действительности и заменой его активным познанием, сопровождающимся вопрошанием природы, постановкой вопросов, выдвижением гипотез и предположений. Это последнее определение не то, чтобы было неверным: оно верно, но не передает ни сути переворота, ни значимости его для теории познания. *Представляется, что содержание переворота точнее всего можно было бы выразить так: в процессе познания не наши знания должны соотносываться с предметом, а предмет должен соотносываться с нашими представлениями и теориями.* Для диалектического материалиста это звучит шокирующее. Но все становится понятным, если при этом предполагается, что затем вступает в игру эксперимент, экспериментальная проверка теории, для того чтобы сформулированный гипотетический предмет оказался принятым или отвергнутым.

Когда Кант называл совершенный им переворот в гносеологии коперниканским, это не значило, что он руководствовался стремлением указать на масштабность совершаемого им изменения в гносеологии, подчеркнуть его революционный характер. Это было указание на тождественность совершаемой Кантом революции в эпистемологии тому преобразованию в науке, который совершил в астрономии Коперник.

В самом деле, разве не то же самое делал Коперник в астрономии, пытаясь реконструировать истинную картину движения небесных тел, когда он изменил способ реконструкции, отказавшись от видимой картины движения небесных тел как неверной? (Птолемей, напротив, спасал видимую картину, считая ее правильной). Заслугой Коперника было то, что он отважился, как писал Кант, – «идя против показаний чувств, но следуя при этом истине, отнести наблюдаемые движения не к небесным телам, а к их наблюдателю»¹⁷.

Коперниканский переворот, совершенный Кантом в гносеологии, это проявление кантовского трансцендентализма. Можно проанализировать путь развития естествознания, чтобы убедиться, что современное естествознание следует методу, очерченному Кантом. Особенно заметным становится кантовский подход к построению предмета, когда современное естествознание перешло к исследованию ненаблюдаемых сущностей, одной из которых, как уже отмечалось, была истинная картина движения небесных тел.

Одно упущение

Вместе с тем, те исследователи, которые указывали на наличие круга в аргументации при анализе процедуры эмпирического обоснования, (в том числе и Поппер, и Хайдеггер), не обратили внимания на одну важную деталь, без учета которой эта процедура оказывалась не соответствующей реальному положению дел в самой науке. Получалось, что в научном познании вообще нет независимых от проверяемых теорий эмпирических данных, нет языка наблюдения, который мог бы выступить более или менее надежным эмпирическим базисом при проверке и обосновании теорий, нет фактов науки, которые могли бы служить основой подтверждения теорий. Упускалось из вида, что в реальной науке в процессе обоснования

¹⁷ Кант И. Сочинения том II. Часть 1. 2-е издание (В) 1787, М., 2006, с.25.

теорий мы выходим за рамки теории, лежащей в основе предметного противостояния действительности. Благодаря этому мы получаем возможность формулировать факты науки, которые интерпретируются не за счет проверяемой теории, а за счет других, отличных от нее теорий. И эти факты формируют искомый эмпирический базис естествознания, позволяющий осуществить проверку выдвинутых в рамках предмета гипотез.

Прежде чем детализировать сказанное, сделаем еще одно замечание. За существование фактов приходится платить. Может возникнуть (и очень часто возникает) другая проблема – сосуществование и конкуренция теорий, претендующих на интерпретацию одного и того же эмпирического факта. В научном познании существует феномен эмпирически эквивалентных теорий. Эти теории в равной степени подтверждаются всеми имеющимися эмпирическими данными, но обладают различным теоретическим содержанием.

Проиллюстрируем эту трудность, встающую на пути поисков обоснованного знания, примером. В качестве такового, возьмем феномен «красного смещения», играющий большую роль в построении моделей нашей Вселенной. Суть явления в том, что длина волны света, поглощаемого химическими элементами в атмосфере удаленных галактик по сравнению с длиной волны света, поглощаемого теми же элементами на Земле, меняется в сторону ее увеличения, смещаясь к красному концу спектра (отсюда и название «красное смещение»).

В настоящее время феномен красного смещения рассматривается как эмпирический факт, подтверждающий расширение пространства Вселенной, постулируемое моделью Большого взрыва.

Но ведь этот феномен в свое время считался подтверждающим гипотезу Ф.Цвиккера (1929г) о «старении» («усталости») фотонов. В модели Цвиккера Вселенная была стационарной. Она не предполагала расширения Вселенной. Эффект красного смещения объяснялся тем, что движущиеся через пространство фотоны «устают», теряют энергию. Энергия фотона $\varepsilon = h\nu$, где h – постоянная Планка, а ν – частота света. Если энергия фотона вследствие его усталости уменьшается, частота света также уменьшается, а, значит, длина волны растет: $\lambda = 1/\nu$. Следствием является смещение линий спектра галактик в сторону красного конца спектра.

Существовали и другие стационарные модели. Так, вскоре после окончания второй мировой войны были выдвинуты гипотеза стационарного состояния Вселенной Г.Бонди и Т.Голда (1948г.), и близкая к ним гипотеза Ф.Хойла (1948). Выдвижение этих гипотез вызвало в то время оживленную дискуссию в космологических кругах. В отличие от всех релятивистских моделей, в основе которых лежал известный космологический принцип, согласно которому Вселенная *одинакова по всем направлениям в пространстве*, модель стационарного состояния основывалась на так называемом *совершенном* космологическом принципе (сформулированном авторами гипотезы). Его суть состояла в утверждении, что Вселенная одинакова не только по всем направлениям в пространстве, но и в любой момент времени.

Гипотеза учитывала существование закона Хаббла и явление красного смещения и включала их в свое содержание. Как это совмещалось с представлениями о стационарной Вселенной? Дело в том, что авторы гипотезы выдвинули предположение, согласно которому, несмотря на то, что все галактики удаляются друг от друга по закону Хаббла, состояние распределения материи сохраняется в результате «творения материи»: на месте старых галактик, которые покинули свои места в результате расширения Вселенной, появляется новая материя. Это нарушение закона сохранения материи не было до сих пор обнаружено, утверждали сторонники стационарных моделей, поскольку оно совершается чрезвычайно медленно.

Таким образом, один и тот же экспериментальный результат, один и тот же факт науки может подтверждать несколько различных теорий. Как наука выходит из этого положения, из этой, казалось бы, тупиковой ситуации? Как удастся выбрать одну из конкурирующих теорий? На помощь приходят методологические принципы, которые используются в качестве критериев оценки и выбора теории (критерии простоты, наблюдаемости, соответствия, критерий красоты и т.п. да и просто, как полагал Пьер Дюгем, соображения здравого смысла). Конечно, все эти критерии, несмотря на свою эвристичность, выступали лишь временным

паллиативом: ждали других, независимых от уже существующего экспериментальных подтверждений.

В случае с красным смещением проблема разрешилась таким образом. Гипотезы стационарного состояния сошли со сцены. Важнейшим аргументом для их отрицания оказалось нарушение закона сохранения материи и энергии. В случае с гипотезой Ф.Цвиккера, конкурирующей с моделью Большого взрыва, выбор был сделан в пользу модели расширяющейся Вселенной, на основании того, что гипотеза старения фотонов подтверждала только один результат, а именно факт красного смещения, в то время как модель Большого взрыва нашла подкрепление в других эмпирических данных и данных наблюдения. Среди них – существование реликтового излучения, наличие лишь небольшого количества дейтерия во Вселенной, отсутствие в ней небесных тел, возраст которых превышал бы предполагаемый возраст Вселенной и т.д.

Мы уже отмечали выше, что та часть интерпретации, в которую обосновываемая теория не включается и которая выступает фактом науки – также теоретически нагружена. Отмечали также, что нагружена она другими, отличными от обосновываемой, теориями. (Вот этого различия между интерпретирующими теориями и не увидел Поппер См. цитату на стр. 4). В случае красного смещения это были электромагнитная теория света, оптика, спектральный анализ, и т.п. Ни гипотезы о расширении пространства Вселенной, ни закон Хаббла в интерпретации факта красного смещения не фигурировали. Вот именно это обстоятельство и упускалось и Поппером, и Хайдеггером.

А теперь вернемся к вопросу о том, как формируются факты науки. Я много писала по этому вопросу, так что могла бы просто отослать читателя к своим работам на эту тему¹⁸. Но все-таки один пример для завершения аргументации, развернутой в статье, я приведу. Он будет касаться все той же реконструкции истинной картины движения небесных тел, которую осуществил Коперник.

Первое надежное доказательство предположения о том, что верна гелиоцентрическая система мира (и Земля движется), было получено только в XIX веке, когда впервые удалось определить годичный параллакс звезд. До этого гелиоцентрическая система мира, хотя и признавалась многими исследователями в качестве верной, оставалась гипотезой.

Суть параллактического смещения звезд состоит в следующем. Наблюдатель, движущийся вместе с Землей по круговой орбите вокруг Солнца, видит кажущееся смещение выбранной им для наблюдения звезды и фиксирует описываемый ею на небосклоне в течение года эллипс. Эллипс будет тем меньшего размера, чем дальше Земля отстоит от звезды.

Предсказания существования годичных параллаксов были сделаны еще во времена Коперника, а некоторые исторические источники сообщают, что они делались еще Аристархом Самосским за 1800 лет до Коперника. Но обнаружить их не удавалось до середины XIX века, из-за отсутствия соответствующих средств наблюдения, главным образом телескопов с достаточно большой разрешающей способностью. Первые определения годичных параллаксов звезд были сделаны в 1835 – 1840 гг. астрономами В.Я.Струве, Фридрихом Бесселем и Томасом Гендерсоном. Они стали объективным доказательством движения Земли вокруг Солнца.

Самое важное для нас состоит в том, что в интерпретацию опытов по определению годичных параллаксов звезд ни теоретические допущения геоцентрической системы, ни гипотеза гелиоцентризма не включались. Определения параллаксов включало такие операции как выбор звезд для поисков наблюдения и измерения параллаксов; измерения углов между направлениями на звезду и Солнце; расчеты расстояния от звезды до Земли; определение диаметра земной орбиты и т.д. В процессе определения параллакса нужно было отдифференцировать параллактическое смещение звезды от явления абберации света (изменение направления распространения света при переходе от одной системы отсчета к другой). С появлением телескопов с достаточной разрешающей способностью появилась

¹⁸ Мамчур Е.А. Проблема выбора теории. К анализу переходных ситуаций в развитии физического знания. М., 1975, С. 196-200; Проблема социо-культурной детерминации научного знания. М., 1987, С.70-76; Образы науки в современной культуре. М., 2008. Как возможно эмпирическое обоснование теоретического естествознания.// Философский журнал № 2-3, 2009 С. 64-76 и др.

возможность наблюдать параллактические эллипсы, измерять углы между двумя направлениями на звезду при ее наблюдении с двух противоположных точек земной орбиты. Ситуация с точностью определения параллаксов заметно улучшилась с появлением фотографии, затем – в связи с появлением космических телескопов. Но все используемые при этом теоретические соображения и теории не были связаны ни с геоцентрической ни с гелиоцентрической гипотезами. Эти гипотезы вступали в игру лишь при *объяснении* результатов наблюдений, которые они получали в недрах проверяемых теорий. Учет этого момента процедуры обоснования теории позволяет реконструировать ее как вполне осмысленную и продуктивную.

Литература

- Гейзенберг В.* Физика и философия. Часть и целое. М.: Наука, 1989. 400 с.
- Кант И.* Сочинения: в 4-х томах. Том II. Часть 1. 2-е издание (В), 1787. М.: Наука, 2006. 1081 с.
- Мамчур Е.А.* Как возможно эмпирическое обоснование теоретического естествознания // *Философский журнал*. 2009. № 2-3. С. 64-76.
- Мамчур Е.А.* Образы науки в современной культуре. М.: Канон+РООИ "Реабилитация", 2008. 400 с.
- Мамчур Е.А.* Проблема выбора теории. К анализу переходных ситуаций в развитии физического знания. М.: Наука, 1975. 230 с.
- Мамчур Е.А.* Проблема социо-культурной детерминации научного знания. М.: Наука, 1987. 128 с.
- Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М.* Фейнмановские лекции по физике. Вып. 3 и 4. М.: Мир. 1976. 496 с.
- Хайдеггер М.* Цолликоновские семинары / Пер. с нем. И. Глухой. Вильнюс: ЕГУ, 2012. 406 с.
- Einstein A, Podolsky B., Rosen N.* Can Quantum-Mechanical Description of Physical Reality Be Considered Complete? // *Physical Review*. 1935. № 47. P. 777-780.
- Fuchs C.A.* Quantum Mechanics as Quantum Information, Mostly // *Perimeter Institute for Theoretical Physics*. URL: <http://perimeterinstitute.ca/personal/cfuchs/Oviedo.pdf> (дата обращения: 01.12.2015).
- Hooker C.A.* On Global Theories // *Philosophy of Science*. 1975. Vol. 42. № 2. P. 152-179.
- Popper K.* The Logic of Scientific Discovery. London: Hutchinson & Co, 1959. 479 p.

References

- Einstein, A, Podolsky, B., Rosen, N. "Can Quantum-Mechanical Description of Physical Reality Be Considered Complete?", *Physical Review*, 1935, No. 47. P. 777-780.
- Feynman, R. Leighton, R. Sands, M. *Feinmanovskie leksii po fizike* [The Feynman Lectures on Physics.]. Vol. 3 and 4. Moskva: Mir Publ., 1976. 496 pp. (In Russian)
- Fuchs, C.A. "Quantum Mechanics as Quantum Information, Mostly", *Perimeter Institute for Theoretical Physics* [<http://perimeterinstitute.ca/personal/cfuchs/Oviedo.pdf>, accessed on 01.12.2015]
- Heidegger, M. *Tsollikonovskie seminary* [Zollikon Seminars], trans. by I. Glukhova. Vil'nyus: EGU Publ., 2012. 406 pp. (In Russian)

Heisenberg, W. *Fizika i filosofiya. Chast' i tseloe* [Physics and Philosophy. Part and Whole] Moscow: Nauka Publ., 1989. 400 pp. (In Russian)

Hooker, C.A. "On Global Theories", *Philosophy of Science*, 1975, Vol. 42. No. 2. P. 152-179.

Kant, I. *Sochineniya: v 4-kh tomakh* [Works: in 4 Vol.]. Vol 2. Part 1. Second edition (V), 1787. Moscow: Nauka Publ., 2006, 1081 pp. (In Russian)

Mamchur, E.A. "Kak vozmozhno empiricheskoe obosnovanie teoreticheskogo estestvoznaniya" [How an Empirical Foundation of Theoretical Natural Science can be Possible], *Filosofskii zhurnal*, 2009, No 2-3. P. 64-76. (In Russian)

Mamchur, E.A. *Obrazy nauki v sovremennoi kul'ture* [Images of Science in Modern Culture]. Moscow: Kanon+ROOI "Reabilitatsiya" Publ., 2008. 400 pp. (In Russian)

Mamchur, E.A. Problema sotsio-kul'turnoi determinatsii nauchnogo znaniya [The Problems of Sociocultural Determination of Scientific Knowledge]. Moscow: Nauka Publ., 1987. 128 pp. (In Russian)

Mamchur, E.A. *Problema vybora teorii. K analizu perekhodnykh situatsii v razvitii fizicheskogo znaniya* [Problems in Choice of a Theory: Analysis of Transient Situations and Evolution of Physical Knowledge]. Moscow: Nauka Publ., 1975. 230 pp. (In Russian)

Popper, K. *The Logic of Scientific Discovery*. London: Hutchinson & Co, 1959. 479 p.

On special features of empirical foundation of physical theories

Mamchur E.A.

Abstract: The paper deals with a specificity of empirical foundation of scientific knowledge, which became actual after the transition of natural science to the investigation of unobservable entities. It's essence consists in the availability of "a circle" in the procedure of empirical foundation. Epistemological sources of it lay in the "subject's withstanding to nature" (M. Heidegger), idea of which originates in copernican turn in epistemology realized by Kant. But according to the author of the paper there is a defect in the reconstruction of the procedure of empirical foundation given by Popper and Heidegger. Elimination of it permits to reconstruct the procedure as adequate to the real state of things.

Keywords: unobservable entities, procedure of empirical foundation of scientific knowledge, circle in argumentation, "subject's withstanding to nature" (M. Heidegger), Copernican turn in epistemology realized by Kant