

Философия.

Среди дисциплин, играющих важную роль в современном естествознании, большое место по праву занимает философия. Следует заметить, что философия как наука о наиболее общих закономерностях материи и ее свойств, в том числе и разума, всегда интересовалась, такой проблемой, как мышление ученого-естественника и более широко как взаимодействует человеческое мышление и материя. Поскольку автор данной книги к категории философов не принадлежит, при написании этой главы он опирался на работы других людей [22-24]. В этих работах авторы на очень хорошем уровне, со многими конкретными примерами рассматривают стиль мышления ученого-естественника, в частности, как ученый -экспериментатор получает эмпирическое знание, как протекает взаимодействие теоретического и эмпирического знаний. С точки зрения философии эксперимент стоит как бы на перепутье практической и познавательной деятельности, включает чувственного и рационального, эмпирического и теоретического, объективного и субъективного [22]. В современных условиях это можно проиллюстрировать на следующем примере. Если во времена Ньютона для постановки эксперимента по расщеплению солнечных лучей в спектр было достаточно "на глазок" проделать отверстие в ставне, проследить ход луча по его следу в пыльной комнате, опять же "на глазок" подставить призму и увидеть результат, то в современных условиях созданию прибора предшествует его расчет (теория инжиниринга, т.е. теория на невысоком уровне), затем сборка, подгонка (эксперимент на уровне инжиниринга, т.е. на низшем уровне), затем отладка на контрольных образцах, только затем исследование нужного нам образца (вот он, собственно эксперимент!), и лишь потом его объяснение, причем, возможно, или на основе уже существующих теорий, или это открытие (вроде Ньютоновского). В соответствии с этим, во первых, возрастает необходимость использования большого количества логических операций на предварительном этапе наряду с самим психологическим актом познания; во-вторых, усложняется приборная база, делая прибор зачастую индустриальным объектом; в-третьих, растут масштабы научного эксперимента. Все это приводит в том числе и к тому, что не только эмпирическое знание влияет на теоретическое (из экспериментальных данных выводится теория), но и теоретическое знание направляет эмпирическое (т.е. опыт ставится не произвольным образом, только в тех областях науки и техники, которые представляют особое значение для практической деятельности людей, что оценивается теоретически, т.е. ищут не где попало, а где, по предсказаниям теории, можно получить что-то практическое). Целые области науки (клонирование, биохимия) получают финансирование исходя из теоретической идеи, что это может привести к чему-то полезному для человечества - так теория предшествует эмпирическому знанию. Огромное множество идей в соседних областях науки остается невостребованными, так как не обещает никакой пользы. В книге [22] авторы обсуждают составные части мышления экспериментатора на самом общем уровне познания: это наблюдение как основа познания; это практические операции, связанные с подработкой объекта, его препарированием; это наличие активного отношения к объекту познания (ведь, например, единственным способом изучения элементарных частиц или короткоживущих изотопов является их предварительное создание самим экспериментатором - многие открытые элементарные частицы вообще не существуют в природе); это перегруппировка элементов установки в пространстве и времени, в том числе и случайным образом, что иногда приводит к важным открытиям; это принятие во внимание того факта, что я - наблюдатель - несовершенен, т.е. учет субъективной стороны самого мыслящего субъекта (к субъективной стороне относятся: а)особенности органов чувств человека, его навыки, задатки, опыт; б)теоретическая подготовленность, культура логического и математического мышления, интуиция и воображение; в)умение ставить и решать задачи; г)способность к инженерно-конструктивной деятельности; д)сама деятельность, имеющая как субъективные так и объективные признаки.

Отдельно в работе [22] были рассмотрены логические средства экспериментального исследования. Среди главных из них авторы выделяют анализ и синтез. Очень интересно положение об объективном характере происхождения анализа и синтеза как логических методов, существующих среди атрибутов человеческого мышления. По мысли [22], уже в первобытном обществе, очищая стволы деревьев, расчленяя туши животных, раскалывая камни на части, человек занимался по существу практическим анализом. И наоборот, соединяя предметы при изготовлении орудий труда, примитивной одежды или жилища, он овладевал практическим синтезом. Эти операции, миллион раз повторяясь на практике, закреплялись в сознании людей и постепенно превращались в приемы мышления. Частным случаем синтеза применительно к мышлению ученого-естественника является соединение элементов, составляющих экспериментальную установку тем или другим способом. Сродни анализу - многократное повторение эксперимента и новый и новый анализ его результатов. Среди других методов познания выделяется сравнение, обобщение, абстрагирование, аналогия, индукция и дедукция. Особая роль дедукции заключается в том, что с ее помощью формулируются проблемы и гипотезы, представляющие экспериментальный поиск на его начальной стадии и выводятся

эмпирические следствия из них. Кроме того, само фиксирование эмпирических данных, развертывающееся на фоне накопленного знания о соответствующем понимании экспериментальных действий, также предполагает применение дедуктивных операций [22]. Индукция, рассматриваемая как синтез частных суждений, на основе которых вырабатываются общие положения, незаменима при выводе новых физических законов, когда формулируется закон и проверяется (ср. метод математической индукции). Ярко выраженным практическим смыслом в естествознании (по сравнению с чистой философией, где этот прием также широко используется) наполнен прием абстрагирования - выделения частного явления из множества ему сопутствующих. Абстрагирование в естествознании используется как на уровне эксперимента, когда абстрагирование достигается путем использования экспериментальных средств, так и на уровне теории, когда абстрагирование воплощается в мысленные операции с идеальными объектами. Очень широко используемый в науке прием мышления - аналогия, когда происходит переход от более исследованного объекта к менее исследованному при наличии у них общих признаков. Аналогия в естествознании тесно связана с моделированием, когда моделирование той или иной ситуации позволяет хотя бы грубо предвидеть результаты реального эксперимента. Как тут не вспомнить знаменитые мысленные эксперименты Эйнштейна, с помощью которых великий физик построил свои великие теории!

Как я уже писал в главе, посвященной физике, иногда эксперименту предшествует теоретическая работа, где предсказывается явление. Философия также рассматривает эту проблему. Ее особая сложность заключается в существовании рассудочного и рационального теоретического знания [24]. Рассудочное знание - это то, которое является господствующим на данном этапе науки, т.е. это то знание, которое отвечает уже устоявшейся теории. Выводы, сделанные на ее основе и предсказанный эксперимент лишь подтвердят старую теорию (хотя это иногда очень важно). Рациональное знание иногда позволяет выйти за рамки устоявшегося знания, создать новую теорию и контрольный эксперимент должен ее подтвердить или опровергнуть. Это - вершина научного знания, предсказанное открытие, которое само подтверждает новую теорию. [Здесь надо отметить, что очень многие эксперименты (особенно этим грешат начинающие химики-экспериментаторы) трактуются как "открытия" не потому, что противоречат уже устоявшейся теории, а как правило, потому что их авторы слабо понимают реальные возможности современной теории, зачастую пытаюсь свести ее к примитивизму. Позднейшее развитие науки полностью подтверждает теорию и объясняет ошибки эксперимента]. Но общий вывод [22] что теория в той или иной мере всегда предшествует эксперименту, конечно, верен.

Теория выступает как неотъемлемая часть эксперимента и на последующих его стадиях. В частности это проявляется при обработке результатов эксперимента на промежуточных этапах, еще когда не завершён окончательный выбор образца для эксперимента. Необходимость использовать статистическую обработку данных на всех этапах, включая промежуточные - и есть теория на промежуточном этапе.

Но если даже на промежуточном этапе ученый-экспериментатор все время думает об использовании и использует статистику для корректировки эксперимента, то по его окончании статистическая обработка данных выходит на первый план как предварительная теоретическая обработка. В работе [22] совершенно правильно подразделяются ошибки на систематические, случайные и промахи и точно указывается на отношение ученого к промахам: "Среди случайных ошибок имеют место и такие, которые весьма существенно отличаются от среднеожидаемых показателей. Такие ошибки получили название промахов. Обычно в процессе усреднения полученных данных промахи просто-напросто рекомендуются отбрасывать. Однако промахи промахам рознь. Одни из них действительно говорят о серьезных отклонениях от среднестатистических результатов в процессах наблюдения и измерения. Другие же могут выступать как указатель весьма редких явлений, которые по случайному распределению дают о себе знать. Поэтому методологическая установка на отбрасывание промахов не всегда может быть оправданной. Необходим более тщательный логический анализ именно тех данных, которые внешне выступают в качестве промахов. И только убедившись, что они не имеют под собой объективной основы, их действительно можно опустить при статистических расчетах. В противном случае можно столкнуться с промахами иного рода, когда ученый, подойдя весьма близко к научному открытию, так и не зафиксирует его, просмотрев какие-то весьма тонкие отклонения в измеряемых величинах или не обратив внимание на новое явление".

Следующим этапом в мышлении ученого-естественника является их логическая обработка - сравнение и обобщение. Вначале происходит накопление данных, которые затем сравниваются и вначале с помощью визуального сопоставления устанавливаются эмпирические признаки их сходства, различия или тождества, эти признаки фиксируются в виде понятий и определений, что обеспечивает возможность введения новых сведений в систему существующего знания [22]. Согласно работе [22],

методу сравнения предполагаются подвергаемыми следующие группы эмпирических данных: 1) данные, полученные в разных сериях опытов при изучении одного и того же объекта с учетом его статистических, динамических или генетических характеристик; 2) данные, собранные на основе изучения экспериментального и контрольного объекта (широко используемые в биологии, медицине, социологии и т.д.); 3) данные традиционного характера и полученные с помощью принципиально новых приборов наблюдения и измерения)." В целом метод сравнения совершенно необходим для ученого-естественника как важный элемент стиля мышления.

Когда эмпирические данные собраны, проанализированы и сравнены, выявлены характерные признаки изучаемого явления, начинается следующий этап их обработки (другая черта стиля мышления) - отсеивание случайных и выделение повторяющихся признаков - обобщение. При этом метод обобщения может идти не только от обобщения исходных фактов с получением в результате фундаментального факта или закона, но и на стадии изучения отдельного единичного объекта можно выделить какой-либо важный признак, а затем путем расширения рамок изучаемого объекта проверить, имеет ли этот признак общее значение.

Наконец, полученный в результате такой совместной работы экспериментальной и теоретической мысли научный факт надо правильно интерпретировать, т.е. встроить в систему уже существующего человеческого знания. У любого научного факта, даже если он является открытием, есть предшественники. С моей точки зрения, предельные переходы при разных параметрах, стремящихся к нулю или бесконечности, позволяет найти те явления природы, которые ему предшествовали, которые были частными случаями вновь обнаруженного явления (но частными случаями известными, что очень важно для постижения преемственности научного знания, его объективности и правильной интерпретации).