

Глава 3. Научный метод

Независимо от целей учебного процесса, то есть от того, какой результат должен быть на выходе, наш объект внимания – это мыслительный процесс. Следовательно, если речь идет об ученом, то необходимо определить особенности мышления ученого. Такая особенность действительно существует, и она определяется двумя словами – «Научный метод». Вот о том, что такое научный метод и как можно развивать умение мыслить в рамках этого метода, я и хочу поговорить.

Свойства научного метода

Дать точное определение научного метода, наверное, невозможно. Любая попытка приведет к короткому и совершенно не информативному тексту, из которого трудно будет делать какие-то содержательные выводы. Уточнение же полученного определения запустит неконтролируемое расширение его объема, что совершенно бессмысленно. Но нам короткое определение не нужно, так же как и длинное. Для дальнейших рассуждений вполне достаточно указать несколько ключевых свойств. И такие у научного метода есть.

Объективность. Научные утверждения не должны быть зависимы от личных качеств ученого. Это в частности означает, что ровно к тем же выводам, к которым смогли прийти вы, может прийти и другой ученый, при условии добросовестности мышления. При этом, от личных качеств ученого зависит, как быстро он сможет прийти к требуемым выводам, в какой они будут записаны форме, насколько они будут полны, но от личных качеств не может зависеть суть умозаключений. Если есть два принципиально разных умозаключения об одном и том же предмете, то одно из них обязательно ложное, что должно быть проверяемо независимой процедурой. Конечно, для реального выполнения такой процедуры не всегда есть технические возможности, но они должны существовать, по крайней мере, теоретически.

Объективность не обязательное свойство человеческого мышления вообще. В искусстве, которое можно считать формой познавательной деятельности, в отношении одного и того же предмета: литературного, музыкального произведения, картины и т.д. вполне допустимы диаметрально противоположные суждения и их истинность не проверяема. В этой сфере больше играет роль не истинность, а убедительность аргументации и чисто психологическая готовность согласиться именно с этими доводами.

Опора на эксперимент. Научное утверждение для своей объективности должно быть проверяемым. Это должен быть эксперимент с возможностью понятного ответа. Эксперимент может опровергнуть утверждение, но не может однозначно его подтвердить. Поясню сказанное. Допустим, есть закономерность, заключающаяся в том, что величина Y зависит от величины X некоторым вполне определенным образом. Для экспериментальной проверяемости необходима техническая возможность задавать значения для X и фиксировать значения Y . Проводим эксперимент, задав некоторый X . Если результат окажется существенно отличным от Y , то закономерность однозначно неверна. Если результат окажется достаточно близким к Y , то это только увеличивает вероятность правильности полученной теории, не доказывает, а именно увеличивает правдоподобность.

Существенно важно понятие точности эксперимента, если речь идет о естественно-научном исследовании, так как человек не располагает методами абсолютно точного количественного контроля. Мы все измеряем, образно говоря, «плюс, минус километр». Поэтому в любой количественной теории вводится понятие приемлемой точности.

Признание вероятностного характера положительного результата следует из того соображения, что мы не можем учесть всех факторов влияющих на исследуемые

величины, поэтому разумно предполагать успешный результат вероятностным, а неуспешный достаточным контрпримером (разумеется при гарантии чистоты эксперимента).

Опора на эксперимент в математике имеет свои особенности. Математические утверждения могут носить характер утверждений существования. Это утверждения вида - существует объект, имеющий некие заданные свойства. Если построить такого объекта не удалось, это не означает ложности утверждения (не сумели, не значит невозможно). Если же хотя бы один объект с заданными свойствами построен, то утверждение истинно. Вопрос только в том, насколько оно интересно для дальнейшего анализа, что уже зависит от объема множества примеров. Несуществование объекта с заданными свойствами желательно доказать, но не обязательно, можно просто отказаться от его рассмотрения. Помним, что математика - это не наука о реальном, а скорее о конструировании возможного. Вариантов возможного бесконечно много, и всегда разумно задать вопрос - насколько придуманный математикой объект соответствует чему-то в реальном мире.

Математика также располагает средствами экспериментальной проверки, причем менее вероятностной природы, нежели в естественных науках. Если речь идет о количественном утверждении, а не о теореме существования (эта ситуация рассмотрена выше), то необходимо то, что называется «сесть и честно все посчитать». Успешное применение расчетного метода это такой же эксперимент, как в физике или другой естественной науке.

Гипотеза – проверка – теория. Утверждения, даваемые научным методом, имеют два статуса. Начинается любое исследование с гипотезы. Принципиально гипотеза имеет очень высокую степень свободы. Ученый до стадии подтверждения имеет право на любое, самое невероятное утверждение. Вопрос в осмысленности. Необходимо понимать, что чем менее утверждение соответствует общепринятым теориям, тем больше потребуется усилий для его доказательства и тем меньше вероятность успеха. Но чем больше оно соответствует существующим теориям, тем меньше шансов получить по настоящему новые результаты.

Очень важен человеческий фактор. Есть предположение, что Фридрих Гаусс, имевший в свое время неформальный титул короля математики, не рискнул опубликовать идеи неевклидовой геометрии, так как не был уверен в возможности убедить математическое сообщество в ее реальности. Ведь существование геометрии в пространстве с ненулевой кривизной это как раз тот случай, когда нельзя «сесть и точно все посчитать», а есть необходимость построить объект с такими свойствами и более того, показать, что это имеет какое-то отношение к реальному пространству. А возможная кривизна физического пространства стала реальностью намного позже, лишь после создания Альбертом Эйнштейном Общей теории относительности (ОТО).

Таким образом, на формулировку научной гипотезы накладываются определенные ограничения в разумности. Ученый, отправляющийся в полностью свободный от всех достигнутых достижений научный поиск, рискует свалиться в поиск философского камня или создание вечного двигателя. А ученый, жестко регулирующий свои предположения известными теориями, может получить тривиальный и неинтересный результат.

Следующее важное свойство делающее гипотезу научной – это возможность ее хотя бы принципиальной проверки. Это не означает, что мы можем проверить ее уже сейчас. Приведу крайний пример. Существует физическая гипотеза (возможно, есть физики для которых это не гипотеза а вполне обоснованная теория) утверждающая, что при массе Вселенной ниже некоторого критического уровня наш мир будет неограниченно расширяться, а при массе выше этого порога расширение сменится сжатием.

Во-первых, заметим, что гипотеза имеет высокую степень разумности, так как она следует из довольно хорошо проверенной Общей теории относительности. Возможно, есть ученые не согласные с такой оценкой ОТО, но то насколько часто ОТО цитируется и

используется, говорит о том, что она все же хорошо подтверждена. А значит, высокую степень разумности имеют и утверждения, следующие из ее положений.

Однако, это не отменяет требования экспериментальной проверки такого глобального утверждения. Можем ли мы сегодня дать точную оценку массы Вселенной. Видимо нет. Но и утверждать, что такая оценка невозможна в принципе, тоже нельзя. Допустим масса Вселенной больше критической. Можно ли это проверить экспериментально? Теоретически да. Речь идет о миллиардах лет. Миллиард лет срок большой, но не бесконечно большой, а значит теоретическая возможность проверки, возможна.

Я специально взял для демонстрации крайний случай. Естественно существует масса ситуаций, в которых мы сегодня не имеем возможность экспериментальной проверки того или иного утверждения, но то что невозможно сегодня может оказаться возможным в ближайшем будущем. Научный же статус гипотезы требует лишь принципиальной возможности проверки.

Теория это хорошо разработанная и хорошо проверенная гипотеза. Пример - тело в состоянии свободного падения движется с постоянным ускорением. Когда-то во времена Галилея это была гипотеза. Теорией она стала после того, как были получены детальные формулы движения, содержащие достаточно точное значение ускорения свободного падения и эти формулы были многократно экспериментально проверены. Коротко можно сказать – научная теория это комплекс утверждений позволяющих предсказать результат какого-либо процесса в будущем. Если речь идет о природном процессе, то теория дает возможность предсказать изменения физических величин с течением времени. Если речь идет о математической теории, то она либо должна показать условия существования абстрактного объекта, либо дать метод вычисления необходимых величин.

Системность научного метода. Теории создаваемые наукой не существуют каждая сама по себе. В своей совокупности они создают общую картину мира. Поэтому каждая новая теория должна укладываться в имеющуюся картину. Единственно надо отличать систему мироздания от научного мировоззрения, второе иногда существенно изменяется. Необходимо отметить, что ни одна хорошо проверенная и отработанная теория никогда и ни кем не опровергается.

Конечно, можно вспомнить древние представления о трех слонах стоящих на ките и держащих Землю под хрустальным небесным сводом, но это на самом деле была не теория, а гипотеза. Гипотеза была вполне проверяема, что оказалось лишь вопросом пары тысяч лет. Она не выдержала экспериментальную проверку, и не превратилась в теорию. Впоследствии, когда наука вышла из состояния эмпирического накопления фактов, любая правильно оформленная теория создавалась на века, единственно со временем уточнялась сфера ее действия и степень соответствия реальности. Это очень важный момент. Научный метод не обещает абсолютной истины, он гарантирует приближение к ней. Поэтому сегодня, на мой взгляд, будет ошибкой, утверждать возможность опровержения скажем Теории относительности, или теории строения атома от Нильса Бора и Менделеева. Точно также как было ошибкой говорить об опровержении механики Галилея и Ньютона механикой Эйнштейна. Любая теория верна, но в определенных рамках физических, химических и т.д. параметров, если говорить о естественных науках.

Справедливость гуманитарных наук ограничена историческим периодом и соответственно уровнем развития человечества. Поэтому все правы и Адам Смит и Карл Маркс и современные экономисты. Каждый лишь уточняет своего предшественника, даже если это уточнение выглядит как совершенно новая теория, точно также как Альберт Эйнштейн уточнил механику сэра Исаака Ньютона на случай скоростей близких к скорости света и больших гравитационных сил.

Таким образом, наука всегда развивается последовательно, уточняя картину мироздания, постепенно приближая ее к какой-то абсолютной истине, существование которой пока тоже только гипотеза.

Вопросы «Как это происходит?» и «Почему это происходит?». Есть в науке две принципиально разные задачи. Два разных вопроса отделяющих прикладное знание от фундаментального. Вопрос «Как это происходит?» на самом деле прикладной, но иногда ответ на него выглядит как фундаментальное знание. Открытие Галилеем закона ускоренного движения в поле тяготения можно рассматривать как прикладное, так как в этом законе говорится о том, как движется тело. Ответ на вопрос «почему так» от Галилея Галилео выглядит на наш современный взгляд не убедительным. Неясен механизм притяжения. Но в эпоху Галилея это открытие, безусловно, было фундаментальным.

Кстати, между этими двумя вопросами нет строгой границы. Открытие Галилеем закона движения тела в поле тяготения на самом деле составляющая более обширной механики движения тел, в основе которой лежат принципы, имеющие намного более фундаментальное значение, нежели формула движения, изучаемая в современной школе.

Но все же в отношении причин движения, механика Галилея не ответила на важный вопрос – откуда берутся силы создающие движение, как появляется конкретно сила тяготения, в чем ее механизм. Механика Эйнштейна более отвечает на вопрос, «почему и откуда» введя понятие искривления пространства. После ОТО (Общей теории относительности) сила тяготения это не более чем результат искривления пространства. Хотя конечно можно сказать, что вопрос механизма появления силы тяготения заменен на вопрос о природе механизма искривления пространства.

Но нас сейчас не особо интересуют чисто физические вопросы. Я лишь хочу сказать, что в рамках научного метода есть движение человеческого мышления от ответа на вопрос «Как это происходит?» к вопросу «Почему это происходит?». Наука постоянно уточняет количественное знание и стремится к пониманию причин происходящего и это важный признак научного метода.

В заключение

Возможно к вопросу о свойствах, целях и методах научного мышления можно подойти и с другой стороны. Но мне представляется, что сказанное выше достаточно разумно. Если тему научного метода разворачивать дальше, то это уже будет сфера философии науки, а не философии педагогики, поэтому есть смысл переходить к аспектам воспитания ученого, что конечно задача уже отдельной, следующей главы.