

Что такое научный метод, или Какие теории научны?

"Наукой мы называем то, как мы научились избегать самообмана."
(физик Ричард Фейнман)

"Мы верим учёному за приводимые обоснования, а не за красноречие и убедительный тон."
(литературный критик Айвор Ричардс)

"*Nullius in verba*" (лат. Никому не верь на слово)
девиз Лондонского королевского общества.

Главное в любой теории - верна она или нет.

К несчастью, абсолютно верных научных теорий не бывает. Наука - не математика: теория может великолепно объяснять все текущие данные... однако кто знает, какие новые факты мы узнаем завтра.

Так что мы переходим к плану Б - опровержению. Опровергать легко: стоит собрать данные, противоречащие теории, и вот уже она надёжно и бесповоротно опровергнута.

Итак, научной считается теория, которая потенциально опровергима. Такая теория должна делать чёткие утверждения насчёт наблюдаемых фактов. Если утверждения недостаточно чёткие, то теория согласуется с любыми фактами и, следовательно, неопровергима. Что плохо.

Плохо по трём вполне приземлённым причинам. Во-первых, теория без предсказательной силы - тупик. Во-вторых, она также бесполезна. Нефтяные компании рады тому, что геологи способны предсказывать расположение месторождений. В-третьих, если появляются две конкурирующие теории, мы хотим отсеять ошибочную с помощью фактов. Если теории неопровергимы, то факты не помогут.

Научный пример

Классический научный пример - теория относительности Эйнштейна. Эйнштейн не рассчитывал, что ему поверят на слово. В своей статье 1916 года он предположил, что солнечная гравитация должна искривлять свет. Из этого следует, что фотография, снятая во время солнечного затмения, продемонстрирует данный эффект: звёздный свет, проходящий около Солнца,

искривится, и звёзды обнаружатся слегка не на своём месте. А если окажется иначе, то теория Эйнштейна будет считаться опровергнутой.

И действительно, фотографии, снятые во время затмения 1919 года, показали ровно предсказанную степень искривления. Они опровергли Ньютоновский "закон" гравитации и подкрепили общую относительность. Доказали ли они общую относительность? Нет, конечно же, ведь та может ещё ошибиться в чём-то другом. С такими мыслями в последовавшие годы появилось несколько альтернативных объяснений - таких как теория Бранса-Дикке. На данный момент лишь относительность осталась не опровергнутой, но нет гарантий, что так будет всегда. Относительность не доказана. Как и все прочие научные теории, она носит временный характер.

Ненаучные примеры

Для начала - теория заговора:

"Мой компьютер глючит потому, что мимо пролетел Невидимый Розовый Единорог."

Заметьте, что это утверждение неопровергимо, потому что Невидимого Розового Единорога по определению нельзя обнаружить. Нельзя доказать, что его нет.

Или вот шутливое рассуждение Дэвида Канзи:

"Согласно патамушта-теории мгновенного космогенеза, вселенная возникла спонтанно в том виде, в котором она пребывает. Теория предсказывает, что при внимательном рассмотрении реальности мы увидим, что вещи такие, какие они есть. Эта теория опровергима: если вещи окажутся не такими, какие они есть, она будет опровергнута. Однако наблюдения показали, что действительно, все вещи такие, какие они есть. Следовательно, теория доказана"

(Глава последний раз исправлялась 21 июня 2005)

Рейтинг научных теорий

Существует несколько словарных определений слова "теория". В науке этот термин значит "модель" - система идей, увязывающих знания. Примерно как "музыкальная теория".

Некоторые теории, такие как теория плоской Земли, были отбракованы. Некоторые хорошо зарекомендовали себя - например, атомная теория,

утверждающая, что материя состоит из атомов. Но ни одна теория не может заслужить печать "факта" или считаться полностью доказанной. Зато она может получить "победу в дисциплине" - и заметьте, что как и со спортивными рекордами, на следующий год её достижения могут быть превзойдены. Однако факты не устаревают, так что улучшенной теории придётся объяснять их не хуже, чем объясняла старая.

Роджер Пенроуз предложил такие четыре категории и привёл примеры:

Превосходные

- Эвклидова геометрия
- Закон Архимеда
- Принцип относительности Галилея
- Уравнения Максвела
- Относительность Эйнштейна
- Квантовая теория

Этот класс теорий он определяет тем, что "не существует наблюдаемых противоречий с данными теориями - и даже более того, их внушительность заключается во множестве необъяснимых в противном случае феноменов, которые теперь объяснены."

Полезные

- Кварковая модель Гелл-Манна и Цвейга
- Квантовая хромодинамика (КХД)
- Теория Янга-Миллса
- Электрослабое взаимодействие Глэшоу, Салама, Уорда и Вайнберга
- Теория большого взрыва

Промежуточные

- Теория Калуцы-Клейна
- Суперсимметрия (супергравитация)
- Теория суперстрюн

- Теории Великого объединения

Неудачные

(Здесь Пенроуз не приводит примеров)

Пенроуз заявил, что теория естественного отбора недотягивает до превосходной. Что ж, он престарелый математик, и ему простительно не знать, что биологи больше не называют это "теорией естественного отбора". Этот термин устарел ещё после Второй мировой. Сейчас они говорят, что "ничто в биологии не имеет смысла, кроме как в свете эволюции". Так что, видимо, биологи коллективно оценивают синтетическую теорию эволюции как превосходную.

(Глава последний раз исправлялась 30 сентября 2000)

Научные теории и доказательства

Если честный учёный утверждает, что "теория доказана", то он говорит неформально. Это в математике бывают доказательства, а научные теории не могут быть окончательно доказаны.

(Иногда говорят, что "законы" термодинамики доказаны. Это верно наполовину: математическая составляющая "законов" математически доказана; а научная - нет.)

Научное кредо в том, что всё научное познание носит временный характер. Ни в чём нельзя быть уверенным настолько, чтобы отбросить всякую возможность новых противоречащих фактов. На деле, конечно, встречаются учёные, держащиеся за старые теории. Креационизм, например, поддерживался многими университетами ещё десятилетия после Дарвина. Студенты тогда шутили, что эволюция "набирает обороты с каждыми похоронами".

Но промежуточный характер знания не означает, что все теории равны. Здесь вступают в силу факты, и уверенность в теории может быть разной. Вспомним категории теорий Роджера Пенроуза: превосходные, полезные, промежуточные и неудачные.

Итак, где на этой шкале теория эволюции? Некоторые креационисты утверждают, что исследования эволюции "претерпевают кризис". Другие говорят, что это "просто теория", подразумевая - промежуточная теория. Я, однако, готов лично утверждать, что научное сообщество считает её превосходной.

Стивен Гулд написал, что накопившийся объём фактов не позволяет относиться к существованию общего предка иначе, чем как к ещё одному факту. Самые уважаемые научные журналы согласны с этим и постоянно публикуют статьи, считающие общее происхождение за факт. Для объяснения этого факта используется теория эволюции.

(Глава последний раз исправлялась 18 марта 2000)

Научный процесс

*Наука - то, чем занимаются учёные.
(постановление в деле Маклейн против Арканзаса)*

В мире насчитывается, быть может, миллион учёных. Так что они придумали некоторые принципы, чтобы делиться друг с другом идеями и завоёывать репутации. Всё, что идёт по ТВ, это чисто для зрителей. Учебники - для студентов, а дебаты - ради зрелищ. Настоящая наука документальная: настоящие учёные публикуются.

Я оформляю свою работу в статью и посылаю её в наиболее престижное научное издание, которое, как мне кажется, примет её. Если они пекутся о своей репутации, то используют рецензирование - то есть, просят нескольких экспертов оценить мою статью. Если эксперты не слишком разносят статью, редактор шлёт мне их комментарии и обещает опубликовать мой труд, если я внесу соответствующие изменения. Мне не говорят, кто именно оценивал мою статью, а им скорее всего не говорят, кто я. (Это делается для того же, почему голосование происходит в закрытых кабинках. Так исключают страх последствий и взаимозачёты.)

Идеальна ли эта система? Нет. Я бывал по обе стороны рецензирования и, скажу, авторы и рецензенты тоже люди. Но система работает не так уж плохо, и ничего лучше я предложить не смог бы. Рецензирование устанавливает высокую планку. Большинство учёных, включая меня, проходило через отказ в публикации. Обычная реакция на это - поработать ещё над статьёй и отослать её в другой журнал, возможно, менее престижный. Сомнительные или лженаучные статьи таким образом спускаются по иерархии до самого низа, где обитают совсем малые издания, а также до книжных контрактов и NBC с Леонардом Нимоем.

Иногда случается всякое. Журнал может опубликовать опровержение. Затеваются небольшие войны, когда один журнал публикует статьи в пользу одной теории, а другой - в пользу противоборствующей. Автор, которому никак

не удаётся опубликоваться, может основать свой журнал. Если новому журналу удаётся завоевать авторитет, значит, инициатива была правильной.

(Глава последний раз исправлялась 5 августа 2000)

Считываются ли исторические изыскания наукой?

Некоторые утверждают, что любые фундаментально исторические исследования не могут быть научными. В конце концов, здесь нет экспериментов, которые возможно повторить. Как можно повторить Юлия Цезаря? В какой лаборатории проверить образование планеты?

Эти заявления - от непонимания науки. Повторяемые эксперименты важны, но Большой Взрыв - это не эксперимент. Измерение чего-либо, связанного с Большим Взрывом - вот эксперимент. Если другие смогут повторить и подтвердить мои измерения, то вот и повторяемый эксперимент о Большом Взрыве.

Общественность принимает, что возможно с большой степенью уверенности установить прошедшие события. Мы судим людей за убийства, хотя присяжные при убийстве не присутствовали.

Так или иначе, предсказательная сила важнее воспроизведимости. Исторические теории научны, если они высказывают проверяемые предсказания.

Примеры варьируются от детективных романов до астрономии и геологии.

Томас Гексли написал замечательное рассуждение "О методе Задига" насчёт того, как можно делать предсказания о прошлых событиях. Следует предупредить: текст составлен в 1880 году, так что читается довольно тягуче.

Исторические изыскания: Детективный роман

Чарльз Дикенс умер, так и не закончив "Тайну Эдвина Друда". Он не вёл записей, критикам осталось только делать собственные предположения о концовке.

А один критик сделал нечто удивительное: он предсказал, опираясь исключительно на незаконченную книгу, что в определённом году в Турции приняли определённый закон. Сверка турецких юридических документов 150-летней давности подтвердила это предположение.

Значит ли это, что верна версия данного критика о концовке романа? Не обязательно - впрочем, как и не бывает доказанной экспериментальной теории. Важно, что критик решился подвергнуть себя опасности оказаться неправым. Теории, прошедшие подобные испытания, вызывают больше уверенности. Если предсказания раз за разом сбываются, мы начинаем считать теорию надёжной.

(Глава последний раз исправлялась 16 августа 1997)

Исторические изыскания: Пример из астрономии

Учёные не могут взорвать сверхновую в лаборатории. Но они выдвигают крайне подробные теории о том, как протекают такие процессы, и уже сделали много предсказаний о будущих наблюдениях.

Вот почему сверхновая 1987А стала таким захватывающим событием в мире астрономии: она вспыхнула достаточно близко, чтобы можно было сделать замеры и проверить предсказания.

К несчастью, охота за сверхновыми - примерно как охота за окаменелостями: когда находишь, тогда находишь. Когда обсерватории обнаружили сверхновую, процесс шёл уже несколько часов, так что некоторые предположения о первых секундах взрыва проверить не удалось. Может, в следующий раз нам повезёт больше. Но фактор удачи в наблюдениях не ставит крест на научности предсказаний.

(Глава последний раз исправлялась 19 августа 1997)

Исторические изыскания: Пример из геологии

В 1930-х астроном предсказал, что причиной ледниковых периодов могут быть циклические изменения в орбите Земли. Заметьте, это было именно предсказание о прошлом; и действительно предсказание, потому что на тот момент подтверждающих фактов не имелось. Итак, теория была опровергнута, хоть никто не знал наверняка, сможем ли мы когда-нибудь сделать соответствующие наблюдения.

В 1960-х разработали геологический подход, позволяющий определить древние изменения климата Земли. Сделанные астрономом предсказания о прошлом замечательно вписались в новые данные. Циклы Миланковича теперь считаются честной наукой - да и всегда ею были.

(Глава последний раз исправлялась 19 августа 1997)

Корректировка теории

Предположим, кто-то поддерживает теорию А. Но однажды он узнаёт, что теория несовместима с некоторыми фактами и, следовательно, опровергнута. Вслед за этим он вносит изменения в теорию А, получая теорию Б. Можно ли так делать?

Ответ заключается в том, что учёные обязаны дорабатывать свои теории, иначе прогресс бы остановился и познание прекратилось. И к тому же не осталось бы ни одной теории. Мы похоронили бы и эволюцию, и научный креационизм, не предложив ничего взамен.

Тем не менее, если теория А действительно бесперспективна, её надо прекратить использовать. Было бы ошибочно (или недобросовестно) объяснять некоторые вещи теорией А, а другие - теорией Б.

Конечно же, если Б - всего лишь перемотанная изолентой А, это неубедительно. Есть старая шутка, что верблюд - лошадь, придуманная на совещании. Нужно спросить себя: теория Б - всё-таки лошадь или верблюд?

(Глава последний раз исправлялась 15 октября 1997)