

Существует ли в современном естественно-научном познании бэконовский «*experimentum crucis*»?

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

Аннотация: Анализируется роль так называемых решающих экспериментов в научном познании. Считается, что их функция в познании состоит в том, чтобы окончательно подтвердить или опровергнуть ту или иную теорию. Обсуждение проблемы решающих экспериментов в настоящее время весьма актуально, так как вопрос об их роли в познании является частью более общей проблемы — поисков закономерностей развития науки. Во второй половине XX века в связи с появлением новых физических теорий — квантовой механики и теории относительности — эта проблема выдвинулась на одно из первых мест в методологических исследованиях.

В статье показано, что при обсуждении этой проблемы имеют хождение два разных понятия решающих экспериментов: «*crucial*» и «*crucis*». Последний был введен в методологические исследования одним из создателей науки Нового времени британским философом Ф. Бэконом. Он считал, что только «*experimentum crucis*» может играть роль окончательно подтверждающих или опровергающих ту или иную теорию. Употребляя современную терминологию, можно сказать, что в глазах Бэкона его эксперимент играл роль *логического* аргумента при выборе теории.

Центральным пунктом статьи является проведение различий между «*crucial*» и «*crucis*» экспериментами. Анализируются опыты Т. Юнга и О. Френеля в оптике, А. Лавуазье и Дж. Пристли в химии, эксперимент Майкельсона-Морли в электродинамике, знаменитый Брукхейвенский эксперимент по доказательству существования двух типов нейтрино и т. д. Обосновано, что все рассмотренные эксперименты относятся по типу к «*crucial*», а не «*crucis*» в связи с тем, что они: 1) не удовлетворяют известному правилу аристотелевской силлогистики *modus-tollens*; 2) не учитывают требования логического тезиса Дюгема-Куайна; 3) а также не способны справиться с проблемой «теоретической нагруженности» экспериментальных данных, порождаемой включением в интерпретацию экспериментального результата теории, которая сама подлежит проверке.

Автор статьи показывает, что существуют разногласия между методологами и естествоиспытателями по поводу каждого экспериментального результата, претендующего на статус окончательного судьи теорий. В связи с этим в статье обсуждается вопрос о самой возможности реализации в познании экспериментов бэконовского типа.

Ключевые слова: *experimentum crucial*, *experimentum crucis*, тезис Дюгема-Куайна, правило аристотелевской силлогистики *modus-tollens*, теоретическая нагруженность эмпирических данных, протокольные предложения позитивизма.

В современной методологической литературе заметное место занимает обсуждение вопроса о роли так называемых решающих экспериментов в научном познании. Интерес к решающему эксперименту вполне понятен, поскольку эмпирические данные являются важнейшим фактором, позволяющим решить вопрос о том, какая из конкурирующих теорий соответствует действительности.

Идея решающего эксперимента состоит в следующем. Если есть две конкурирующие теории, из которых можно вывести прямо противоположные утверждения по одному и тому же вопросу, решающий эксперимент является таким, который, подтвердив предсказания одной из теорий и опровергнув предсказания другой, позволяет сделать надежный выбор между ними.

Ф. Бэкон ввел представления об особом типе решающих экспериментов, назвав их «*experimentum crucis*»¹ — эксперимент креста. Крест в данном случае должен был ассоциироваться со знаками, устанавливаемыми во времена Бэкона на перекрестках пешеходных дорог. После перекрестка дороги расходятся, так же как расходятся две конкурирующие теории в научном познании. Не удивительно, что сам Бэкон часто называл свой эксперимент «перекрестным» [*Антисери Д. и Реале Дж.* — СПб., «Пневма», 2002. — С. 294].

По вопросу о статусе решающих экспериментов в науке сложилась парадоксальная ситуация. В среде методологов распространено мнение, что таких экспериментов не было и не могло быть. Что касается естествоиспытателей, они не сомневаются в том, что такие эксперименты возможны и неоднократно осуществлялись в науке.

Существуют ли на самом деле в современном естественно-научном познании бэконовские эксперименты креста?

Аргументы «против»

Против идеи решающих экспериментов выдвигались аргументы как исторического плана (таковых не было в истории науки), так и логического (их не могло быть). Исторически идея такого эксперимента наиболее тесно связана с интерференционными опытами Т. Юнга и О. Френеля, казалось бы, доказавшими периодический характер распространения света. Остановимся на них несколько подробнее.

Как свидетельствует история [*Toulmin S.*, New York, 1957], О. Френель (в эксперименте с бипризмой²) и Т. Юнг (в эксперименте с двумя дифракционными щелями), заставив двигаться друг через друга под незначительным углом два когерентных пучка света, получали на экране интерференционную картину — чередование темных и светлых полос. Возникновение интерференционной картины удавалось объяснить вполне удовлетворительно, допустив, что свет имеет волновой характер: светлые полосы (максимумы смещения) появляются тогда, когда гребни одного пучка волн накладываются на гребни волн другого; темные (минимумы) — когда гребни «гасятся» впадинами.

Нередко высказывалось мнение, что рассмотренные опыты не только доказали правильность волновых представлений о природе света, но и опровергли корпускулярные представления. Н. Р. Хансон [*Hanson N. R.*, 1963, ch. 1] убедительно показал, однако, что упомянутые опыты стали опровергающими корпускулярную теорию лишь для физиков XIX века, которые уже были воспитаны в традиции волновых представлений, так сказать, уже свыклись с ними. О том, что для физиков XVII века эти опыты могли и не быть решающими аргументами для отказа от корпускулярных представлений, свидетельствует

¹ Произносится «крусис».

² Оптическое устройство для получения когерентных пучков света, предложенное О. Френелем.

тот факт, что сам Ньютон — наиболее авторитетный сторонник корпускулярной теории — вовсе не чуждался волновых представлений. Объясняя известные ему опыты Гримальди по дифракции света (свидетельствующие в пользу волновых представлений), Ньютон вводит идею о наличии периодических возмущений, распределяющих отражаемые частицы света в упорядоченной манере. Для объяснения этих явлений он пользуется сложной теорией волн и частиц. И эта компромиссная теория вовсе не шокировала Ньютона. Он полагал такой компромисс неизбежным в свете разнородных экспериментальных результатов. Иное дело физики XIX века: ими такая теория воспринималась уже как неприемлемая, как *ad hoc* придуманное объяснение.

Аналогично обстояло дело и со знаменитым экспериментом А. Лавуазье с красной окалиной ртути. Считается, что этот опыт выступил в роли окончательно опровергнувшего теорию флогистона³. Известно, что согласно этой теории, окислы металлов являются простыми веществами (элементами), а металлы представляют собой сложные вещества, состоящие из окислы и флогистона. В своем эксперименте Лавуазье посредством нагревания получал окислы из ртути, а потом обращал реакцию. При этом при образовании окислы объем газа в сосуде, где происходила реакция, уменьшался на одну шестую часть, а затем, при восстановлении ртути, возвращался к начальному объему. Рассматриваемый эксперимент, казалось бы, неопровержимо доказывал, что окислы являются сложными веществами, а металл — элементом, и что (вопреки флогистонной теории) при превращении окислы в металл она не абсорбирует нечто из воздуха, а, напротив, отдает это нечто.

Многие философы полагают, что этот эксперимент сыграл по отношению к теории флогистона ту же роль, что и неожиданное обнаружение черного лебедя по отношению к эмпирическому обобщению «все лебеди белые» [Toulmin S., 1957]. Было ли это так на самом деле? Анализ истории развития теоретических представлений в химии дал основание С. Тулмину утверждать, что реальная ситуация в химии была значительно сложнее. Главный оппонент Лавуазье, сторонник флогистона Дж. Пристли до конца своих дней остался верен старым представлениям, так и не приняв новой системы химии. И дело было не только в нежелании Пристли расстаться со своими взглядами. Он полагал, что его сомнения в необходимости радикальных изменений системы химических представлений имеют веские основания.

Дело в том, что Пристли удалось осуществить эксперимент, который, по его мнению, окончательно подтверждал правильность концепции флогистона. Кратко суть этого эксперимента состоит в следующем. Пристли брал окислы свинца, из которой путем нагревания удалял воздух, и помещал ее в сосуд, наполненный водородом («легко воспламеняющимся воздухом» в терминологии Пристли) и соединенный с сосудом с водой. При этом он наблюдал, что в то время как окислы превращалась в свинец, объем воздуха в сосуде с водой с большой скоростью уменьшался, что можно было заметить по повышению уровня воды.

Пристли считал, что его эксперимент убедительно доказывал, что окислы, превращаясь в свинец, абсорбирует часть «легко воспламеняющегося газа» и что, следовательно, металлы, а не окислы, являются сложными веществами. В современной терминологии ход реакции (по Пристли) был таков: окисел свинца + водород → свинец.

Современные химики легко находят ошибку в объяснении Пристли. Он упускал из вида одну, казалось бы, незначительную, деталь — появление капелек воды на стенках

³ Теория флогистона была первой теорией, объясняющей, как полагали, все известные в то время факты химии. С позиции этой теории флогистон — это гипотетическая «сверхтонкая материя», «огненная субстанция», наполняющая все горючие вещества и высвобождающаяся при их горении.

сосуда, в котором происходила реакция. Учет этого обстоятельства коренным образом меняет представление о ходе реакции. Химики трактуют ее так: при нагревании окисла свинца выделяется кислород, который, соединяясь с водородом, образует воду.

Пристли видел весь процесс иначе. Даже после того как он заметил появление воды и попытался объяснить этот факт (истолковав легко воспламеняющийся воздух как единство флогистона и воды), существенных изменений в представлении о ходе реакции он не внес. Вода оставалась для него побочным продуктом реакции, главным было единство окалина с флогистоном, благодаря которому возникает металл.

И наконец, еще один решающий эксперимент — опыт Майкельсона-Морли. Считается, что если он и не сыграл «роковой» роли в судьбе классической электродинамики, на его основе можно было сделать окончательный выбор между теориями частичного увлечения эфира Землей (О. Френель) и полного увлечения эфира (Дж. Стокс). Согласно первой теории, Земля почти не увлекает содержащийся в ней эфир: он проходит через Землю свободно; следовательно, скорость эфира по отношению к Земле положительна, и должен существовать эфирный ветер. Согласно второй концепции, скорость эфира равна скорости Земли, и эфирного ветра нет. Обе этих теории были эквивалентными в объяснении известных наблюдательных данных: они приводили к одним и тем же результатам (по крайней мере с точностью до первого порядка отношения скорости Земли к скорости света v/c), как в отношении явления абберации света, так и в отношении опытов по отражению и преломлению света. Становилось очевидным, что опыты, на основании которых можно было сделать выбор между обеими теориями, должны были быть опытами второго порядка по v/c , т. е. позволять обнаруживать эффекты, соизмеримые с v^2/c^2 .

Впервые такого рода эксперимент был осуществлен в 1881 г. Майкельсоном, использовавшим для этой цели специально сконструированный интерферометр. Цель этого опыта состояла в том, чтобы обнаружить изменение (вызванное поворотом интерферометра на 90°) интерференционной картины, которая возникала вследствие разницы во времени прохождения луча света вдоль движения Земли и перпендикулярно к нему. Это смещение было величиной порядка V^2/C^2 , и если оно было бы обнаружено, то это дало бы возможность найти абсолютную скорость движения Земли относительно эфира и проверить, какая из двух конкурирующих теорий верна. Как известно, опыт Майкельсона не дал положительного результата. Сам Майкельсон истолковал результат опыта как опровержение теории Френеля и подтверждение гипотезы Стокса. Было ли это так на самом деле? Анализируя результаты опыта, создатель классической электродинамики Х. Лоренц показал, что хотя его опыт и не подтверждал гипотезу о частичном увлечении эфира движущейся Землей, его нельзя было расценить и как подтверждение гипотезы Стокса. Лоренц отвергал гипотезу Стокса на основании чисто методологических соображений как внутренне противоречивую. Ее сторонники исходили из представлений о несжимаемости эфира и полагали, что скорость эфира у поверхности Земли равна скорости Земли, утверждая в то же время, что движение эфира является безвихревым. Лоренц пытался построить комбинированную гипотезу, представляющую собой компромисс между гипотезами Френеля и Стокса. Согласно этой гипотезе, эфир неподвижен, но и скорость его не равна скорости Земли: она не больше половины скорости Земли. Эта гипотеза открывала возможность обосновать безвихревой характер движения эфира, объяснить абберацию света и к тому же согласовать теорию эфира с отрицательным результатом эксперимента Майкельсона.

Результаты нового, более точного эксперимента, проделанного Майкельсоном совместно с Морли, опровергли эту гипотезу Лоренца, показав с еще большей определенностью, что никакого заметного эфирного ветра на поверхности Земли нет. Однако и этот опыт не обескуражил сторонников теории Френеля. Попытку обойти

возникшую трудность предпринял Д. Фицджеральд. Он предположил (а несколькими месяцами позже с таким же предположением, независимо от Фицджеральда, выступил и сам Лоренц), что продольные размеры всех тел, в том числе и плечо интерферометра, сокращаются в направлении движения. Причем размер сокращения полагался таким, чтобы он мог компенсировать разницу во времени прихода световых волн, распространяющихся вдоль движения Земли и перпендикулярно к нему. Поскольку же любой измерительный прибор, используемый для обнаружения сокращения, сам должен был испытать подобное действие (по крайней мере в экспериментах типа опыта Майкельсона-Морли), эффект сокращения оказывался принципиально недостижим для экспериментальной проверки.

Таким образом, если под решающим понимать эксперимент, способный сыграть роль логического аргумента при переходе от одной теоретической системы объяснения к другой, то ни эксперименты Юнга и Френеля, ни опыт Лавуазье, ни эксперименты типа Майкельсона-Морли не могут быть отнесены к бэконовским экспериментам креста. Оценка того или иного экспериментального результата как окончательно подтверждающего или опровергающего ту или иную теорию, как правило, зависит от сложившейся научной традиции. Нередко то, что называют окончательно опровергающим экспериментом, становится таковым лишь в ретроспекции, с точки зрения приверженцев победившей теории. Как и в случае с экспериментами Юнга и Френеля, стремление приписать эксперименту Майкельсона-Морли статус окончательно опровергнувшего теорию эфира в полной мере проявилось после победы специальной теории относительности (СТО). Именно в это время некоторые исследователи стали утверждать, что этот эксперимент доказал инвариантность скорости света, а следовательно, и истинность СТО и тем самым опроверг лоренцеву электродинамику.

Аргументы логического порядка, выдвигаемые против идеи решающего эксперимента, лежат в русле анти-фальсификационистской тенденции в современной методологии (критика догматического фальсификационизма). Идея решающего эксперимента существенным образом связана с представлением о существовании фундаментальной асимметрии между верификацией и фальсификацией. Полагают, что если для верификации неограниченно общего утверждения науки, каким является любой ее закон, необходимо согласие с экспериментальными данными бесконечно большого числа его следствий, то для его фальсификации достаточно единственного контрпримера. Основание асимметрии усматривают в известном правиле аристотелевской силлогистики *modus tollens*. Суть этого правила такова. Если предполагается, что *O* является следствием гипотезы *H*, а эксперимент дает не-*O*, можно сделать вывод, что *H* неверна. Мнение о том, что существует асимметрия между подтверждением и опровержением, высказывал еще Ф. Бэкон. Одно из его известных положений: «В построении всех истинных аксиом большая сила у отрицательного довода».

Представления о существовании явно выраженной асимметрии между верификацией и фальсификацией давно уже критикуются как упрощающие картину реального хода познания [Wedeking J., 1969, № 4]. При этом отмечается, что в реальном познании следствия почти никогда не выводятся из отдельных, изолированных гипотез, но из конъюнкции допущений, часть из которых можно рассматривать в качестве основных, а часть — дополнительных. Рассматриваемая формула фальсификации была бы верной, если бы можно было гарантировать, что все дополнительные допущения, на которых базируется предсказание, являются истинными. Но с точки зрения дедуктивной логики этого гарантировать нельзя: полная верификация любых теоретических утверждений ввиду их неограниченной общности оказывается невозможной. Для того чтобы формула фальсификации стала более адекватной положению дел в познании,

в antecedent условия, консеквентом которого является экспериментальный результат O , следует включить не только гипотезу H , но и все другие допущения, на которых базируется предсказание.

В связи со сказанным приведенную выше формулировку процедуры фальсификации следует заменить другой. Она должна звучать так: если O — следствие конъюнкции гипотезы H и некоторых допущений A , и из этой конъюнкции следует O , а эксперимент дает не- O , то отсюда можно заключить, что либо H неверна, либо неверны некоторые допущения, относящиеся к группе A . Из этой формулы видно, что существует по крайней мере формальная возможность сохранить теоретические представления (концепцию H), возложив ответственность за возникшие между нею и экспериментальными данными противоречия на какие-то другие теоретические концепции или допущения из тех, которые вовлекаются в сам акт предсказания или проверки.

Следует отметить, что по крайней мере часть истины в такого рода рассуждениях есть. Возможность сохранения основных допущений теоретической системы нередко оказывается вполне реальной, что затрудняет проверку теории и снижает эффект действия решающих экспериментов. Возьмем, например, известный опыт по проверке одного из предсказанных общей теорией относительности А. Эйнштейна (ОТО) эффектов — искривления луча света в поле тяготения Солнца [Холтон Дж., 1971]. Идея опыта состояла в следующем. Наблюдали за звездой, которая находится так близко к Солнцу, что ее лучи (при определенном положении Солнца) касаются края солнечного диска. Угол между лучами света, идущими от звезды (при данном положении Солнца), и какой-либо другой звездой, удаленной от Солнца, сравнивали с углом между лучами этих звезд при другом положении Солнца, когда оно находится не так близко к звезде.

Находящуюся на краю солнечного диска звезду можно видеть, очевидно, лишь во время солнечного затмения. Если фотографию соответствующего участка неба сравнить с фотографией того же участка неба в ночное время, можно заметить изменение расстояния между звездами. Результаты многократных наблюдений, проведенных во время полных солнечных затмений, убедительно продемонстрировали наличие углового смещения звезд и близость полученного результата к рассчитанному на основании теории. Полученный результат был оценен как «драматическое подтверждение» теории Эйнштейна» [Карнап Р., М.: 1971, с. 220].

Что, однако, подтверждал и что опровергал полученный результат? В основании ОТО лежит сильный принцип эквивалентности, из которого следует концепция римановой геометрии пространства-времени. Можно ли истолковать полученный результат как подтверждение гипотезы о неевклидовости пространства-времени (и опровержение допущения о его евклидовости)? По-видимому, нет. Анализ показывает, что на самом деле наличие смещения подтверждает систему гипотез: а) геометрия пространства-времени не является евклидовой; б) свет распространяется по прямой. В теории Эйнштейна понятие гравитации не фигурирует и не привлекается к объяснению углового смещения звезд. Смещение объясняется тем, что Солнце создает кривизну в неевклидовой структуре пространства-времени. В этой теории законы классической оптики остаются справедливыми: луч света не искривляется, он движется по прямой, вдоль мировой линии, называемой геодезической.

Однако рассматриваемый результат можно объяснить и в рамках другой теоретической системы, сохраняющей язык евклидовой геометрии. Предположение о евклидовости пространства-времени можно сохранить в качестве верного, если изменить законы классической оптики, допустив, что свет в пустом гравитационном пространстве не распространяется по прямой: в гравитационном поле массивных тел он искривляется. В рамках такой теории смещение звезд можно объяснить следующим

образом. Когда звезда находится на краю солнечного диска, лучи света, идущие от нее, изгибаются гравитационным полем Солнца. Такого изгиба не существует, когда Солнце находится далеко от звезды, в связи с чем и происходит изменение видимого положения звезды по отношению к другим звездам. Таким образом, эффект смещения может рассматриваться как подтверждающий и другую систему гипотез: а) структура пространства-времени является евклидовой; б) лучи света в гравитационных полях не движутся по прямой.

Возможность сохранения теоретической системы перед лицом опровергающих экспериментов фиксируется так называемым тезисом Дюгема-Куайна [Дюгем П., СПб.: 1910]. Однозначной и строгой формулировки этого тезиса нет. Высказывается мнение, что он состоит из двух тесно связанных, хотя и не равных по силе положений. Одно из них — утверждение Дюгема о том, что теория может быть проверена экспериментально лишь как целое. Другое — более сильное утверждение, ассоциируемое в зарубежной литературе с именем Куайна, согласно которому любое допущение в теоретической системе может поддерживаться как верное за счет изменений, производимых в какой-то другой ее части.

Вопрос о логическом статусе тезиса Дюгема-Куайна не решен. В общей форме его пока не удалось ни доказать, ни опровергнуть. Этот тезис имеет реальные гносеологические корни. Они в системном характере теоретического знания. И если фиксируемые в нем трудности экспериментальной проверки гипотез и преодолеваются в познании, то чаще всего это происходит уже не на экспериментальной почве. Их действие удается несколько нейтрализовать благодаря многоаспектному, многогранному характеру проверки, в которую, помимо экспериментальных факторов, включаются внеэмпирические (методологические) соображения [Лакатос И., 1995, с. 423].

Логические аргументы, направленные против идеи решающих экспериментов, не исчерпываются теми, которые фиксируются тезисом Дюгема-Куайна. Существует еще одна трудность, на которую указывают некоторые исследователи. Речь идет о теоретической «нагруженности» самого экспериментального факта — категориальности любого акта наблюдения. Такая «нагруженность» делает проблематичным решение вопроса об истинности или ложности следствий теоретической системы. При этом основная трудность усматривается не столько в том, что не существует «чистого», свободного от теоретических привнесений языка наблюдения, сколько в том, что в состав участвующих в интерпретации экспериментальных результатов теорий может включаться сама проверяемая теория.

В дальнейшем изложении нам предстоит разобраться, в какой мере верны такого рода представления. Пока же мы можем опять-таки констатировать, что по крайней мере доля истины в них есть. Так, например, мы уже имели возможность убедиться в том, что в интерпретацию опытного результата по измерению углового смещения звезд в ОТО включаются представления о неевклидовости геометрии пространства. Но допущение о неевклидовости геометрии является одним из основных принципов, на которых покоится ОТО, поскольку оно непосредственно следует из сильного принципа эквивалентности.

Таким образом, и исторические, и логические аргументы против идеи решительно опровергающих экспериментов имеют довольно веские основания. Но в таком случае возникает вопрос, на чем базируется убеждение естествоиспытателей в их существовании?

Аргументы «за»

В идее окончательно опровергающего эксперимента можно выделить два относительно независимых друг от друга утверждения. Одно из них, менее сильное: «Может быть осуществлен эксперимент, самым решительным образом подтверждающий одну из теорий и не подтверждающий другую». Другое — более сильное: «На основании полученного экспериментального результата может быть сделан надежный выбор между теориями». Представляется, что безусловная справедливость первого тезиса в исторической и логической перспективе служит объективным основанием убеждения естествоиспытателей в существовании окончательно опровергающих (или подтверждающих) ту или иную теорию экспериментов. И напротив, неадекватность более сильного тезиса является столь же объективным основанием для отрицания методологией самой возможности его существования.

Попытаемся обосновать сделанное предположение. Будем полагать, что теория подтверждается, если экспериментальный результат позволяет установить истинность одного из его следствий, и не подтверждается, если он устанавливает ложность следствия. Достаточно очевидно, что реализуемость первого тезиса предполагает выполнение двух условий: а) из теории могут быть получены непосредственно проверяемые следствия; б) существует возможность установить истинность одного из следствий.

Поскольку сама идея проверочного эксперимента может возникнуть лишь в том случае, если могут быть получены сопоставимые с экспериментальными данными следствия теорий, будем полагать, что при подготовке и осуществлении окончательно подтверждающего (или опровергающего) некоторую теорию эксперимента первое условие обязательно реализуется. Проблематичной оказывается выполнимость второго условия из-за теоретической нагруженности экспериментального результата. Чтобы понять, как возможно установление истинности или ложности следствия, нужно исследовать структуру теоретической интерпретации экспериментального факта [Мамчур Е. А., 2008, с. 74–84].

В теоретически интерпретированном экспериментальном результате можно выделить два компонента, которые условно можно назвать «интерпретацией-описанием» и «интерпретацией-объяснением». Первый является констатацией результата эксперимента. Вторым можно охарактеризовать как объяснение экспериментального результата, зафиксированного в первом компоненте понятийными средствами проверяемой теории [там же, с. 81–84]. Перед исследователем реальной научной практики оба этих компонента предстают как нераздельные, сливающиеся в единое целое. Если, однако, за видимой целостностью теоретической интерпретации не увидеть ее внутренней дифференцированности, понять, как возможна объективная проверка теорий, в условиях теоретической нагруженности экспериментального факта действительно оказывается невозможным. Такая проверка осуществляется благодаря наличию первой части интерпретации и ее относительной независимости от второй. Дело в том, что хотя эта часть и оказывается категориально нагруженной (в этом, кстати, ее отличие от протокольных предложений логического позитивизма), включаемый в нее теоретический материал обладает одной особенностью: он формируется из других, отличных от испытываемых, теорий. Таким образом, интерпретация-описание оказывается языком наблюдений, независимым от испытываемых (сравниваемых) теорий.

Возможность получения непосредственно проверяемых следствий теорий и существование независимого от сравниваемых теорий языка наблюдения позволяют эксперименту сказать решительное «да» или «нет» на вопрос, поставленный теориями.

Типичным примером такого эксперимента является опыт по проверке гипотезы о существовании двух нейтрино, осуществленный в 1962 году в Брукхейвене, США

[Ли Ц., Ву Ц., 1968]. В этом опыте предстояло выяснить, тождественны или нет нейтрино, возникающие при бета-распаде (нейтрон распадается на протон, электрон и нейтрино), и нейтрино, возникающие при распаде пиона (пион распадается на мюон и нейтрино). Схема опыта такова. В ускорителе при бомбардировке бериллиевой мишени протонами создавалось большое число пионов высокой энергии. При распаде пионов возникают мюоны и нейтрино. Затем в результате случайных столкновений нейтрино взаимодействуют с нейтронами. При этом возможны две ситуации. 1) Если существуют нейтрино одного типа, то при взаимодействии с нейтронами будут возникать в равных количествах мюоны и электроны. 2) Если же существуют нейтрино двух типов (электронные и мюонные,) то так как в условиях данного эксперимента должны возникать главным образом нейтрино мюонного типа (нейтрино электронного типа могут возникать в очень небольшом количестве от ничтожной доли пионов и К-мюонов, распадающихся на нейтрино и мюоны), то при взаимодействии с нейтронами они дадут мюоны, т. е. осуществится реакция 1), но не 2). В результате на выходе должна наблюдаться резкая диспропорция между числом мюонов и электронов с преимуществом в числе мюонов.

Итак, существовало два альтернативных предположения: 1) существуют нейтрино двух типов и 2) существует нейтрино одного типа. Из 1) следует, что должно наблюдаться значительное преимущество числа мюонов; из 2) — что электроны и мюоны должны наблюдаться примерно в равных количествах.

Интерпретация результата эксперимента потребовала большой теоретической обработки. Уже идентификация треков различных частиц (мюонов, нейтрино, нейтронов, возникающих в реакции) была невозможна без привлечения значительного теоретического материала. Например, для отдифференцировки треков мюонов от треков электронов потребовалось тщательное изучение треков электронов в электронном пучке, полученном на другом ускорителе. Нужно было также научиться отличать события подлинные от случайных (с точки зрения целей эксперимента). Например, уметь отдифференцировать мюоны, возникающие в реакции, от космических мюонов. Однако для акта собственно проверки следствий оказывается достаточной такая формулировка экспериментального результата: «Наблюдается значительное преимущество числа мюонных треков». В этой формулировке термины «нейтрино», «мюонные и электронные нейтрино», которые столь существенны для проверяемых гипотез, вообще не фигурируют. И таким образом сформулированный результат давал право говорить о подтверждении 1) и не подтверждении 2).

Аналогично обстояло дело и с опытом по измерению углового смещения звезд. Результат этого опыта (1",75) является довольно близким к тому, что предсказывает ОТО. Поскольку соперничающие с ОТО теории не согласуются с этим результатом (теория Нордстрема вообще не содержит эффекта отклонения света в гравитационном поле; на основании других теорий — Йордана-Дикке, Хойла-Нарликана — получают значительно меньшие, чем в ОТО и опыте, результаты), полученные данные были оценены как подтверждающие ОТО и не подтверждающие соперничающих с ней теорий. В роли языка наблюдений, независимого от сравниваемых теорий, здесь выступили числовые данные.

Однако, как уже отмечалось выше, в реальном познании непосредственно за интерпретацией-описанием следует интерпретация-объяснение, которая осуществляется «в недрах» испытываемых теорий. Нерасчлененность, слитность этих двух моментов служит одной из причин того, что отдельный экспериментальный результат, как правило, не рассматривается в качестве основания одной из конкурирующих теорий. При интерпретации полученных данных начинают сказываться те трудности с фальсификацией гипотез, которые нашли отражение в тезисе Дюгема-Куайна.

При этом возможны такие ситуации.

Не существует альтернативных теоретических систем, претендующих на истолкование полученного экспериментального результата, в связи с чем конкурирующих интерпретаций-объяснений не возникает. В этом случае рассматриваемый эксперимент может оказаться не только очень веским, но и однозначным аргументом при оценке гипотезы. Примером такого эксперимента является проверка предсказанного ОТО явления гравитационного линзирования. Он был осуществлен в 1919 г. экспедицией А. Эддингтона на одном из островов у берегов Южной Африки. Этот эксперимент был первым веским подтверждением эйнштейновской ОТО. Сам Эддингтон считал его окончательно подтвердившим предсказание ОТО. Недаром в среде физиков эксперимент Эддингтона называли «крестом Эйнштейна», что свидетельствует еще и о том, что бэконовское понятие «эксперимент креста» было довольно популярным среди физиков начала XIX века.

Другим примером является брукхейвенский эксперимент. На чем основывалось подтверждение гипотезы о существовании нейтрино двух типов? Вывод о преимущественном количестве мюонов, сделанный теорией, в рамках которой было выдвинуто предположение о двух нейтрино, объяснялся тем, что нейтрино мюонного типа не могут генерировать электроны (так же как нейтрино электронного типа не могут генерировать мюоны). Одно из разумных обоснований этого объяснения заключается в том, что оказываются запрещенными многие реакции, которые вполне могли бы наблюдаться, если бы два типа нейтрино были тождественными [Марков М. А., М.: 1964, с. 26–28].

Так, никогда не наблюдается реакция распада мюона на электрон и фотон, теоретически вполне возможная. Осуществляется несколько другая реакция, в которой появляются нейтрино и антинейтрино, принадлежащие, по-видимому, к разным типам нейтрино, в противном случае они должны были бы аннигилировать, и осуществлялась бы реакция первого типа.

Таким образом, в интерпретацию-объяснение включается предположение о существовании двух нейтрино, т. е. сама проверяемая гипотеза. Это обстоятельство не дает оснований трактовать результат брукхейвенского эксперимента как *доказательство* существования двух нейтрино. Да так он, по-видимому, и не рассматривался физиками. Он воспринимался как весьма веское свидетельство, но не доказательство. Принятие рассматриваемой гипотезы основывалось не только на результате брукхейвенского эксперимента; его видели, скорее, в плодотворности самой гипотезы, в значительном теоретическом выигрыше, который давало ее принятие. Как уже отмечалось, на основании этой гипотезы получал разумное объяснение целый список запрещенных реакций [Ли Ц., Ву Ц., 1968, с. 98–99]. Принятие гипотезы двух нейтрино сопровождалось введением новых квантовых чисел, которые должны были сохраняться в реакциях, а это стандартный способ объяснения, почему не реализуются теоретически возможные реакции.

Тем не менее, поскольку не существует конкурирующей теории для объяснения результата двухнейтринного эксперимента (альтернативные предположения сформулированы в рамках одной и той же теории), он смог выступить весьма веским аргументом при оценке гипотезы о двух нейтрино как справедливой.

Похоже, что аргументы, выдвигаемые естествоиспытателями и охарактеризованные в статье как аргументы «за» идею существования экспериментов бэконовского типа, «не тянут» на статус бэконовской «пробы крестом». Так существует ли в реальном познании эксперимент креста?

Напрашивается вывод: бэконовского «*experimentum crucis*» в реальном познании не существует. Но тут внимательный читатель может возразить нам, напомнив, что не только ученый, но и любой человек «с улицы» может привести нам простые примеры решающих экспериментов бэконовского типа. Например, мы никогда уже не будем считать, что

Земля является плоской, а не круглой. Уже Аристотель, живший за много веков до Бэкона, упоминал лунные затмения в качестве аргумента в пользу шарообразности Земли. Аристотель знал, что лунное затмение происходит потому, что Земля оказывается между Луной и Солнцем. Поскольку тень от земного диска представляет собой дугу, Аристотель приходил к выводу, что Земля имеет округлую форму [Аристотель, 1981, с. 339–340].

Другим веским аргументом оказались наблюдения за погружением корабля в море: когда корабль находится на горизонте, можно видеть, что он не сразу исчезает из вида: сначала погружается его нижняя часть, потом верхние конструкции [Coper I., 1957, p. 7–8]. Убедительным аргументом были также специально организуемые кругосветные путешествия. И т. д.

Бэкон и сам придумывал примеры теорий, конкуренция между которыми нуждается для своего разрешения в экспериментах, названных им «experimentum crucis». Один из них — теория приливов, для объяснения которых выдвигалось много конкурирующих гипотез; другой — является ли субстанция Луны тонкой и прозрачной или Луна представляет собой плотное и твердое тело; является ли вес тела его природным свойством или вес — следствие земного притяжения?

Да и отношение современных исследователей к экспериментам бэконовского типа часто оказывается неоднозначным. Карл Поппер считал эксперименты креста критерием достоверности научного знания, тогда как Имре Лакатос начисто отрицал их эвристическую роль в научном познании. Даже такой, казалось бы, убедительный результат по проверке предсказанного Эйнштейном явления гравитационного линзирования не всеми оценивался как «крест Эйнштейна» (как его охарактеризовал А. Эддингтон).

Так что вполне можно заключить, что исследования экспериментального начала в науке, существенным элементом которого являются знаменитые бэконовские эксперименты креста, должны быть продолжены⁴.

Литература

- Аристотель. О небе. Сочинения в четырех томах, т. 3. — М.: 1981.
- Антисери Д. и Реале Дж. Западная философия от истоков до наших дней, том 3, часть 4. Experimentum crucis. — СПб., «Пневма», 2002.
- Coper I. The Structure of scientific thought. In: Introduction to logic. — New York, 1957.
- Hanson N. R. The concept of the positron. — Cambridge. 1963, ch. 1.
- Дюгем П. Физическая теория, ее цель и строение. — СПб.: 1910.
- Лакатос И. Фальсификация и методология научно-исследовательских программ. — 1995.
- Карнап Р. Философские основания физики. М.: 1971.
- Ли Ц., Ву Ц. Слабые взаимодействия. — М.: 1968. Философские основания физики. — М.: 1971. — С. 220.
- Мамчур Е. А. Образы науки в современной культуре. — М.: Изд. «Канон+» РООИ «Реабилитация», 2008. — С. 74–84.
- Марков М. А. Нейтрино. — М.: 1964. — С. 26–28.

⁴ «Обратившись к эпистемологическим дискуссиям современности, мы увидим, что experimentum crucis сегодня актуален как никогда» [Антисери Д. и Реале Дж., 2002, с. 292].

Toulmin S. Crucial Experiment [Priestly and Lavoisier — In: *Roots of Scientific Thought: A Cultural Perspective*]. — New York, 1957.

Тредер Г. Теория гравитации и принцип эквивалентности. — М.: 1973. — С. 5–6.

Холтон Дж. Эйнштейн и «решающий» эксперимент. — УФН, 1971, т. 104, выпуск 2.

Wedeking J. Duhem, Quine and Grunbaum on Falsification. — *Philos. of Science*, 1969, vol. 36, № 4.

References

Aristotel. *O nebe*. Soch v 4 t. T. 3, ch. 4. M.: 1981.

Antiseri D. and Reale G. *Zapadnaya filosofiya ot istokov do nashih dnei*. N 3, chast' 4. *Experimentum crucis*. — SPb.: «Pnevma», 2002.

Copi I. *The Structure of scientific thought*. In: *Introduction to logic*. — New York, 1957.

Hanson N. R. *The concept of the positron*. — Cambridge. 1963, ch. 1.

Dugem P. *Fizicheskaya teoriya, eyo tzel' I stroenie*. — SPb.: 1910.

Lakatos I. *Metodologiya nauchno-issledovatel'skikh programm*. — 1995.

Karnap R. *Filosofskie osnovania fiziki*. M.: 1971.

Li TS., Vu TS. *Slabie vzaimodeistviya*. — M.: 1968. *Filosofskie osnovaniya fiziki*. — M.: 1971. — S. 220.

Mamchur E. A. *Obrazi nauki v sovremennoi culture*. — M.: Izd. «Kanon+» ROOI «Reabilitatsiya», 2008. — S. 73–74.

Markov M. A. *Neitrino*. — M.: 1964. — S. 26–28.

Toulmin S. Crucial Experiment Priestly and Lavoisier. In: *Roots of Scientific Thought: A Cultural Perspective*. — New York, 1957.

Treder G. Teoria gravitatsii i printsip ekvivalentnosti — M.: 1973. — С. 5–6.

Holton G. Einshtein i «reshayushyi» eksperiment. — UFN 1971, t. 104, vipusk 2.

Wedeking J. Duhem, Quine and Grunbaum on Falsification. — *Philos. of Science*, 1969, vol. 36, № 4.

Is there in contemporary scientific cognition baconian «experimentum crucis»?

Mamchur Elena, Institute of philosophy RAS

Abstract: The paper is dedicated to the role of «crucial» experiments in the development of natural science. It is shown, that investigation of this problem is part of a more general question — the search of the laws of science development. In the second part of the XX century, with the creation of new physical theories — Quantum Mechanics, STR and GTR (Special and General Theories of Relativity) — this problem moved to the forefront in methodological investigations. The key moment of the paper is differentiation between two types of experiments — «crucial experiments» and «experimentum crucis». The last one was introduced by one of the creators of New time science Francis Bacon. According to Bacon, his experiment was stronger than crucial in solving the problem of theory change. The paper analyzes the experiments of Th. Young and O. Frenel in the theory of light, experiments of A. Lavoisier and J. Priestly in chemistry; the experiment of Michelson-Morly in classical electrodynamics, Bruchawen experiment on checking the hypothesis of the existence of two types of neutrino, and so on. The author of the paper tries to prove, that all these experiments were «crucial», not «crucis», because: they do not satisfy 1) one of the rule of contemporary logic, the so called «modus-tollens»; 2) the logical thesis of Duhem-Quine, and 3) cannot cope with the problem of loadness of experimental data with the verifying theory in the process of its own verification. It is shown in the paper that in real cognition there are many opposite opinions between scientists and methodologists on the role of experiments in the process of verification of a theory. In this connection the question of the very existence of Baconian experiment is discussed.

Keywords: «crucial experimentum», «experimentum crucis», Duhem-Quine thesis, modus-tollens, theoretical loadness of empirical data.