

15. БЭКОНИАНСКИЕ ТЕМЫ

Фрэнсис Бэкон (1560-1626) был первым философом экспериментальной науки. Хотя он и не внес особого вклада в научное знание, большинство его методологических идей живы и поныне, как, например, идея “критического эксперимента”.

Бэкон родился в семье придворного во времена долгого правления Елизаветы I. (“Когда королева спросила его, сколько ему лет, то он, хотя был еще совсем ребенком, учтиво ответил, что ему ‘на два года меньше, чем благодатному правлению Ее Величества’”). Он был главным судебным обвинителем своей эпохи, преследуя в равной степени “преступников и интересы выгоды”. (“Он никогда не унижал преступивших закон и даже не стремился возвышаться над ними, а был мягкосердечен, как будто одним глазом сурово смотрел на типический случай, а другим глазом, полным жалости и сострадания, – на личность”). Он брал взятки и был уличен (“Я был самым справедливым судьей в Англии за последние 50 лет, но это был самый справедливый приговор парламента за последние 200 лет”).

Бэкон видел, что наблюдение природы учит нас меньше, чем эксперимент. (“Секреты природы открываются нам гораздо охотнее под напором нашего умения, чем когда мы идем у них на поводу”). Он был до некоторой степени прагматиком. (“Следовательно, в данном случае истина и польза – одно и то же, а сами исследования имеют большую ценность как залог истины, чем как средство сделать жизнь удобнее”). Он призывает нас экспериментировать, чтобы “растрясти складки природы”. Нужно “подергать льва за хвост”. Бэкон ссылается не больше не меньше как на царя Соломона: “Слава Божия – облекать тайною дело, а слава царей – исследовать дело”*. Он учил, что истинный смысл этих слов в том, что каждый исследователь есть царь.

Муравей и пчела

Бэкон презирал схоластические и книжные попытки выводить знание из начальных принципов. Вместо этого, полагает он, мы должны создавать понятия и находить истины более низкого уровня общности. Наука должна строиться снизу вверх. Бэкон не предугадал ценности теоретизирования, порождения гипотез и математических вычислений, которые с тех пор научились использовать, не ожидая, пока какая-либо система проверок станет доступной. Но когда он выражает презрение по отношению к авторам, которые выходят за пределы фактов, он имеет в виду не новую науку, а схоластику. Тем не менее, к нему плохо относились многие современные философы, признававшие примат теории. Они называли его индуктивистом. И все же именно Бэкон сказал, что “делать заключение исходя из простого перечисления примеров (как делают логики) без испытания его посредством контрпримеров – значит делать неверное заключение”. Бэкон называл индукцию через простое перечисление ребячеством. Будучи философом эксперимента, Бэкон не очень хорошо укладывается в простую дилемму индуктивизма и дедуктивизма. Он стремился исследовать природу во что бы то ни стало. “Не следует разочаровываться или смущаться, если эксперименты, которые вы пытаетесь проделать, не отвечают вашим ожиданиям. Ведь несмотря на то, что успешный эксперимент и был бы более приемлемым, неуспешный часто более поучителен”. Таким образом, Бэкон уже понимал обучающую ценность опровержения. Он видит, что новая наука будет союзом экспериментальной и теоретической деятельности. В духе своего времени он выражает мораль аналогией из жизни насекомых:

“Экспериментаторы подобны муравьям, они только собирают и используют; теоретики подобны паукам, которые ткут свои паутины из себя самих. Пчела выбирает средний путь: она собирает материал с полевых и садовых растений, но преобразует и переваривает его, используя свои собственные силы. Подлинное занятие философией чем-то похоже на этот путь, поскольку оно основывается не только на силе ума, но и на материале естественной истории и механических экспериментов, и не просто целиком закладывает этот материал в память, но лишь изменив и переварив его в своем восприятии”.

“Следовательно, – продолжает он, – основываясь на более близкой и чистой связи между этими двумя способностями, экспериментальной и рациональной (которая никогда еще не была реализована), можно надеяться на многое”.

В чем же величие науки?

Союз между экспериментальными и рациональными способностями во времена пророчеств Бэкона едва зарождался. В наше время Пол Фейерабенд спрашивал, во-первых, “Что такое наука?”, а во-вторых, “В чем величие науки?” Я не нахожу, что второй вопрос действительно важен, но, поскольку мы иногда видим нечто великое в естественной науке, можно ответить на этот вопрос словами Бэкона. Наука – это союз двух способностей, рациональной и экспериментальной. В 12-й главе я подразделил то, что Бэкон называл рациональными способностями, на теоретизирование и вычисление, утверждая, что это разные способности. Величие науки заключается в том, что она есть сотрудничество между различными типами исследователей: теоретиками, вычислителями и экспериментаторами.

Бэкон привык бичевать догматиков и эмпириков. Догматики были людьми чистой теории. Большинство догматиков в те дни имели спекулятивный склад ума, многие эмпирики были по-настоящему талантливыми экспериментаторами. Каждая из групп исследователей поодиночке приобрела мало знания. Что характерно для научного метода? Он соединяет эти две возможности с помощью третьего человеческого дара, того, который я назвал артикуляцией и вычислением. Даже чистые математики приобрели что-то от этого сотрудничества. После успехов в Древней Греции математика оставалась бесплодной до тех пор, пока она вновь не стала “прикладной”. Даже теперь, несмотря на то, что большая часть чистой математики все еще имеет силу, большинство тех, кто внес вклад в глубокие “чистые” идеи – Лагранж, Гильберт или кто-либо еще, были как раз теми исследователями, которые были ближе всего к фундаментальным проблемам физики того времени.

Замечательный факт, касающийся современной физики, заключается в том, что она создает коллективный человеческий артефакт, давая простор трем фундаментальным человеческим интересам: спекуляции, вычислению и эксперименту. Участвуя во взаимодействии этих трех направлений, она обогащает каждый из них, что иначе было бы невозможно.

Таким образом, мы можем оценить те сомнения по отношению к социальным наукам, которые некоторые из нас разделяют. Эти науки по-прежнему находятся в области догматики и эмпирии. Хотя здесь невероятное количество “экспериментирования”, но по сей день оно не выявило ни одного стабильного явления. Здесь существует бесконечное множество спекуляций. Существует даже множество работ по математической психологии или математической экономике, по чистым наукам, которые имеют слабое отношение и к спекуляции, и к экспериментированию. Я далек от того, чтобы как-то оценивать положение дел. Может быть, все эти люди создают новый тип человеческой активности, но многие из нас чувствуют некоторую ностальгию или грусть, когда рассматривают общественные науки. Может быть, это происходит потому, что им не хватает того, чем так хороша относительно молодая физика. Социальные науки не испытывают недостатка в экспериментировании, они не испытывают недостатка в вычислениях, они не испытывают недостатка в теоретизировании, но им не хватает сочетания этих трех компонент. Я подозреваю, что они и не будут сочетаться до тех пор, пока у социальных наук не будет настоящих теоретических объектов, по поводу которых можно теоретизировать, – не просто постулируемых “конструктов” и “концептов”, а объектов, которые можно использовать, которые являются частью намеренного создания новых стабильных явлений.

Преимущественные примеры

Незавершенный “Новый органон” Бэкона (1620 г.) содержит интересную классификацию того, что он называл преимущественными примерами (*prerogative instances*). Среди них поражающие и достойные внимания наблюдения, разного рода измерения, а также использование микроскопов и телескопов, усиливающих наше зрение. Они включают те способы, с помощью которых мы открываем, по сути, невидимое, используя их взаимодействие с тем, что мы можем наблюдать. Как я заметил в главе 10, Бэкон не говорит о наблюдении, а также не считает важным различать между теми примерами, которые есть просто *in* дение, и теми, которые выведены из тонких экспериментов. Конечно, его понимание примеров в целом больше похоже на то, как в современной физике говорят о наблюдении, чем на понятие наблюдения в позитивистской философии.

Критические эксперименты

Четырнадцатый вид примеров Бэкона – это решающие примеры *Instantiae crucis*, которые позже стали называться критическими экспериментами (*crucial experiments*).^{*} Более буквальный и, может быть, более точный перевод этого слова был бы “примеры перекрестков” (*instances of the crossroads*). Старые переводчики используют вместо этого слова “примеры-указатели” (“*instances of the fingerposts*”), поскольку Бэкон “взял соответствующие слова, напоминающие столбы на развилках, указывающие в нескольких направлениях”.

Дальнейшая философия науки сделала критические эксперименты абсолютно решающими. Ситуация стала представляться так, будто соревнуются две теории, причем единственный тест окончательно решает дело в пользу одной теории за счет другой. Стали утверждать, что даже если победившая теория не окажется истинной, по крайней мере, будет отброшена конкурирующая теория. Но это не то, что Бэкон говорит о примерах-указателях. Бэкон ближе к истине, чем более современные теории науки. Он говорит, что примеры-указатели “проливают довольно много света и имеют большой вес, работа по интерпретации порой на них заканчивается или даже завершается ими”. Я подчеркиваю слово “порой”. Бэкон заявлял, что только иногда критические примеры бывают решающими. В последнее время стало модным говорить, что эксперименты являются критическими только ретроспективно. В свое время они вообще ничего не решают. Так, например, считает Имре Лакатош. Вследствие этого возникла ложная конфронтация. Если бы

философы придерживались здравого смысла Бэкона, мы, наверное, избежали бы следующего противоречия: (а) Критические эксперименты решают окончательно и тотчас же приводят к опровержению одной теории, (б) “В науке нет критических экспериментов” (Лакатош II, стр. 211). Конечно, Бэкон по праву не согласился бы с Лакатошем, но он так же бы разошелся и с положением (а).

Примеры Бэкона

Примеры самого Бэкона представляют из себя неупорядоченную смесь. В число “примеров-указателей” он включает и неэкспериментальные примеры. Так Бэкон рассматривает “разделение дорог” по отношению к приливам. Должна ли здесь в качестве модели выступать вода, которая колеблется в сосуде, в одно время поднимаясь с одной стороны, а в другое время – с другой? Или это поднятие воды из глубины, как бывает при кипении, когда вода поднимается и опускается? Спросим жителей Панамы, происходит ли на океане отлив и не притекает ли вода в то же самое время к противоположной стороне перешейка. Результат, как считает Бэкон, не является решающей проверкой, поскольку здесь может быть использована вспомогательная гипотеза, поддерживающая одну из теорий, например, та, которая основана на вращении Земли. Затем он рассматривает другие соображения относительно кривизны океанов.

Бэкон замечает, что наиболее критические примеры не предоставляются природой: “в основном, они новые и ищутся определенно и намеренно для того, чтобы обнаружить и применить их благодаря честному и активному усердию”. Его самый лучший пример касается проблемы веса. “Здесь дорога разделяется на две: предметы, имеющие вес, либо увлекаются к центру Земли в силу своей собственной природы, либо они притягиваются массой и телом самой Земли”. Вот его эксперимент: возьмем маятниковые часы, приводимые в действие свинцовыми гирями, и пружинные часы и синхронизируем их на поверхности Земли. Поднимем их на колокольню или другое высокое место, а затем опустим в глубокую шахту. Если при этом часы не будут показывать одно и то же время, значит это вызвано действием веса и силой притяжения Земли. Это замечательная идея, хотя и практически нереализуемая во времена Бэкона. Видимо, он и не получил бы никакого эффекта и тем самым подтвердил бы ложную теорию Аристотеля о собственном движении.* Однако тот факт, что нас послали по неверной дороге, Бэкона не очень бы расстроил. Он никогда не заявлял о том, что критический эксперимент должен окончательно разрешить задачу интерпретации. Вас могут всегда отправить по неверной дороге, и вы будете должны пойти вспять, потому что дорожные указатели были неверными.

Вспомогательные гипотезы

Если бы эксперимент Бэкона был бы аккуратно поставлен в 1620 году, можно предположить, что никому бы не удалось установить разницу во времени на маятниковых и пружинных часах. В то время эти приборы не могли показывать время достаточно точно, а различие между самой глубокой шахтой и самой высокой колокольней, находящейся неподалеку, не было столь велико, чтобы с их помощью установить какое-либо отклонение во времени. Защитник же теории гравитации мог бы отвергнуть результаты опыта, утверждая необходимость более тонких измерений.

Это самый простой способ для того, чтобы спасти гипотезу от отрицательного результата критического эксперимента. Может показаться, что гипотезу можно всегда так спасти. Существует общее положение, утверждаемое французским философом и историком науки Пьером Дюгемом: всякий раз, когда проверяется та или иная гипотеза, можно защитить предпочитаемую вами гипотезу вводя некоторое вспомогательное предположение относительно метода проверки. В 8-й главе мы видели, что Имре Лакатош считал, что это обстоятельство – самый хороший аргумент в пользу того, чтобы отказаться от идеи о простой и прямой фальсификации гипотезы с помощью эксперимента. Как он утверждает, “даже самые восхитительные научные теории не могут просто запретить какое-либо наблюдаемое состояние дел” (I, стр. 16). В подтверждение этого положения мы получаем не факт, а “воображаемый случай неправильного поведения планет”. Это защищает дюгемовский тезис о том, что обычно можно залатать теорию с помощью дополнительных гипотез. Когда одна из гипотез оказывается успешной, это означает триумф теории, поскольку в противном случае приходится искать дальнейшие дополнительные гипотезы. Таким образом, заявляется, что теория не запрещает ничего, поскольку несоответствие наблюдениям мы получаем только путем введения дополнительных гипотез. Это мнение тоже плохо аргументировано и иллюстрирует еще одну разновидность неаккуратности. Из исторического факта о том, что гипотезы иногда спасались, делается вывод о том, что гипотезы можно спасти всегда. Этот тезис аргументируется Лакатошем не столько с помощью некоего воображаемого случая, сколько с помощью порожденного воображением искажения одного исторического события. Рассмотрим его подробнее.

В 1814 и 1815 годах Уильям Праут выдвинул два замечательных тезиса. В это время, после Дальтона и других, стало возможным точное измерение атомного веса. Праут предположил, что все атомные веса – это целые кратные атомного веса водорода, так что положив $H = 1$, мы получим, что любое другое вещество

будет иметь вес, выражаемый целым числом, например, $C = 12$, $O = 16$. Расхождения между измерениями и целыми числами будут ошибками экспериментов. Во-вторых, все атомы состоят из атомов водорода. Таким образом, атомы водорода становятся основными строительными кирпичиками вселенной.

Изначально Праут был медиком, интересовавшимся химией. Он был одним из нескольких исследователей, которые приблизительно в одно и то же время сделали предположение о законе Авогадро. Он обнаружил, что в желудке содержится соляная кислота и что она играет большую роль в пищеварении. Он проделал некоторое полезное исследование по биологическим веществам. У него не было никакого теоретического основания для смелой гипотезы о водороде. Более того, эта гипотеза была на первый взгляд неверной, поскольку установленный атомный вес хлора составлял 35,5. Лакатош использует историю с Праутом в качестве примера того, как гипотезы могут удержаться в море аномалий. Лакатош считал Праута значительной фигурой, ведь он *знал*, что атомный вес хлора 35,5, но все же полагал, что настоящий его вес 36. Затем он просто “поправил” свое утверждение в сноске. На самом деле, Праут просто подогнал числа так, чтобы все выглядело хорошо. Но Лакатош прав, утверждая, что многие талантливые английские химики придерживались гипотезы Праута, несмотря на неубедительность его чисел. В континентальной Европе, где в то время был возможен более тонкий химический анализ, гораздо меньше людей воспринимали Праута всерьез.

Теперь обратимся к вспомогательным способам спасения гипотез. Лакатош говорит, что никогда не удастся опровергнуть Праута, ведь можно продолжать настаивать на том, что хлор плохо очистили, вследствие чего измерения дают 35,5, несмотря на то, что реальный вес 36. Лакатош приводит воображаемое утверждение: “Если к газу применяются семнадцать очищающих химических процедур p_1, p_2, \dots, p_{17} , то результат будет чистым хлором”. Лакатош полагает, что мы можем тотчас отвергнуть такую схему, потребовав применение процедуры p_{18} . Но в реальной жизни дело обстоит совсем не так. После того как возникла озабоченность тем, что британские (целочисленные) атомные веса не совпадают с континентальными, возникли различные комитеты и Эдварду Тернеру поручили разобраться по существу. Он продолжал регулярно получать 35,5, какое-то время он подвергался критике Праута, утверждавшего, например, что в хлориде серебра может содержаться некоторое количество воды. Был найден метод, исключаяющий такую возможность. Вскоре британское ученое сообщество осознало, что атомный вес хлора около 35,5. Исследователи из более совершенных парижских лабораторий, все еще заинтригованные возможностью того, что водород представляет собой строительный кирпичик вселенной и потрясенные тем, что старые результаты относительно атомного веса углерода оказались неверными, попытались проделать эксперименты заново. Но после длительных усилий стало ясно, что хлор не может иметь атомный вес 36. Больше не было возможности спасти гипотезу, надеясь на лучшую химическую очистку.

Как потом оказалось, гипотеза была почти правильной, но требовала лишь другой исследовательской программы и идеи физического разделения элементов. В начале двадцатого века Резерфорд и Содди показали, что не существует единого атомного веса химических элементов, есть лишь смесь различных изотопов, так что, например, 35,5 – это среднее нескольких настоящих атомных весов. Более того, почти что верна и вторая гипотеза Праута. Если говорить не о водороде, а об ионах водорода или протонах, то веса всех изотопов являются кратными его веса. Протон оказывается не единственным строительным кирпичиком, но, конечно же, одним из них.

Не стоит думать, что гипотеза Праута “спасена” вспомогательными гипотезами. Процесс устранения аналитической ошибки просто закончился. Атомный вес хлора на Земле около 35,5 и ничто не может изменить этого. Что же касается открытия изотопов, то они не были новой гипотезой, которая спасла “исследовательскую программу” Праута. Просто Праут был удачливым химическим предвестником физической идеи. Это не имеет никакого отношения к тезису Дюгема.

Критические только задним числом

Оппозиция Лакатоша по отношению к критическим экспериментам отвергает не-бэконовскую идею о том, что могут существовать решающие тесты, которые отбирают одну теорию и опровергают другую. Лакатош говорит, что историки признают эксперименты решающими только в ретроспективе. Его методология исследовательских программ учит в точности этому. Если T – это работающая теория в программе P^* , то мы можем поставить эксперимент для того, чтобы путем проверки сравнить T и T^* . Если T побеждает в этом туре, то для P^* еще возможно оправиться и предложить более совершенную теорию, которая, в свою очередь, победит T . И только после того как P^* потерпит окончательное поражение, позже будет утверждаться, что испытание T^* было критическим.

По более скромной терминологии Бэкона, эксперимент-перекресток можно распознать сразу же. Если испытание было в пользу T , то дорожные указатели говорят, что истина может лежать в направлении P . Можно лакатошизировать Бэкона, хотя это не очень пойдет на пользу обоим. Представим себе сеть дорог –

обычную дорожную карту. У одного пересечения указатель может говорить, что истина лежит в одном направлении, направлении T и P . Так что мы не идем по дороге P^* . Эта дорога может позже пересекаться с дорогой P . P^* выдвигает пересмотренную теорию T_1^* . Примеры-указатели, проверяющие T и T^* , могут теперь направить нас на то, чтобы следовать по дороге P^* . Только если на дороге P мы никогда больше не пересечем P^* , то задним числом можно будет сказать, что первый перекресток был решающим.

Это, однако, означает слишком сильно снижать роль эксперимента. Определенные типы экспериментальных находок служат опорными точками, постоянными фактами о явлениях, к которым будущая теория должна приспособиться и которые в соединении с сопоставимыми теоретическими опорными точками очень часто толкают в одном направлении.

В качестве иллюстрации можно указать на противоречивый эксперимент Майкельсона-Морли. Одно время на него ссылались как на решающий довод для отвержения ньютоновской мысли о том, что все пространство наполнено всепроникающим эфиром. Эйнштейн заменил эту идею теорией относительности. Но сам он мало знал об эксперименте Майкельсона-Морли, так что история этого эксперимента, конечно же, не имеет отношения к “проверке теорий Ньютона и Эйнштейна”. Лакатош использовал этот факт как центральный пункт для яростных нападок на критические эксперименты. Он также использует его, доказывая, что всякий эксперимент подчинен теории.

На самом деле этот эксперимент – хороший пример бэконовского исследования природы. Он так много раз обсуждался, что так и останется противоречивым, но важно привести и эксперименталистскую точку зрения, наряду с точкой зрения Лакатоша. С этой целью вспомним про уже давно забытый эфир.

Всепроникающий эфир

Ньютон писал: “Все пространство пронизано упругой средой, или эфиром, который способен распространять звуковые вибрации только с очень высокой скоростью”. Затем он говорит, что свет – это не волны в эфире, скорее эфир – среда, через которую движутся световые лучи. Ньютоновская оптика практически не использовала представление об эфире, а сторонники Лейбница высмеивали его, называя “оккультной субстанцией”, подобно тому как силу тяжести они называли “оккультной силой”.

Волны: волновая теория стала действительно использовать эфир. Это было четко установлено основателем (или переизобретателем) волновой теории, Томасом Юнгом (1173-1829): “(1) Светоносный эфир наполняет Вселенную, будучи очень разреженным и в высшей степени упругим. (2) Когда тело начинает светиться, в этом эфире возникает волновое движение. (3) Ощущение различных цветов зависит от различной частоты Вибраций, возбуждаемых Светом на Сетчатке”.

Эфирный ветер: Математика волновой теории была разработана Огюстеном Френелем (1788-1827). Он принял побочное предположение о том, что если свет проходит через среду, которая сама по себе движется в противоположном направлении, то возникнет определенный эффект “ветра”: видимое движение света будет уменьшено. Эта гипотеза каким-то образом была связана с открытием Дж. Допплера (1803-1853), сделанным в 1842 году. Если источник света движется по отношению к наблюдателю, то возникает изменение в воспринимаемой частоте (цвете). Подобное явление имеет место в волновых процессах разной природы, например, в форме изменения высоты звука в гудке поезда или в сирене.

Астрономическая аберрация: Звезды находятся не совсем там, где они видны. Эта “астрономическая аберрация” объяснялась различными способами. Френель получил одно объяснение, исходя из теории эфирного ветра. В 1845 году Дж. Г. Стокс выдвинул противоположную идею о том, что движущиеся тела увлекают за собой эфир. “Я предполагаю, что Земля и другие планеты увлекают за собой некоторое количество эфира, так что эфир, близкий к их поверхностям, находится в состоянии покоя относительно этих поверхностей, но его скорость меняется по мере того, как мы отдаляемся от поверхности, до тех пор, пока, на не очень большом отдалении от нее, она становится нулевой”.

Электромагнетизм: Джеймс Клерк Максвелл блестяще объединил теорию света с теорией электромагнетизма. Он не испытывал большого энтузиазма по поводу идеи эфира, но сделал заключение, что “какие бы трудности мы не испытывали при выработке непротиворечивого представления о строении эфира, нет сомнения в том, что межпланетное и межзвездное пространство не пусты, но заняты некоторой материальной субстанцией или телом...” Одна из проблем заключалась в том, что ни одна модель эфира, основанная на представлении об упругом твердом теле, не работала, то есть не объясняла известные законы отражения и двойного преломления.

Беспроволочные волны: В 1873 году Максвелл предсказывал существование невидимых электромагнитных волн, напоминающих световые волны. Г. Р. Герц (1857-1894) подтвердил эту гипотезу, обнаружив радиоволны. Герц несколько сомневался относительно существования эфира, но его великий учитель Гельмгольц писал в 1894 году после смерти Герца: “Этими исследованиями Герц обогатил физику новыми и очень интересными взглядами на естественные явления. Не может быть больше сомнений

относительно того, что световые волны состоят из электрических колебаний во всепроникающем эфире и что этот эфир обладает свойствами изолятора и магнитной среды”.

Эксперимент

Вот самое короткое из возможных резюме по поводу того времени, когда Майкельсон начал серию своих знаменитых экспериментов. Моя цель состоит в том, чтобы противопоставить описания Лакатоша тем, которые были даны экспериментатором. В 1878 году Максвелл написал статью, которая позже появилась под названием “Эфир” в девятом издании Британской Энциклопедии. Он предложил идею эксперимента Майкельсона, в то же время считая, что нет надежды осуществить этот эксперимент.

“Если бы было возможным определить скорость света замеряя время, которое он проходит между двумя пунктами на поверхности Земли, мы могли бы, сравнивая наблюдаемые скорости в противоположных направлениях, определить скорость эфира по отношению к этим наземным пунктам. Однако все методы, с помощью которых можно было бы определить скорость света исходя из наземных экспериментов зависят от измерения времени, которое потребовалось бы свету для пути от одного пункта до другого и обратно. Увеличение этого времени за счет относительной скорости эфира, равной скорости движения Земли по своей орбите, составило бы лишь одну стомиллионную долю всей скорости пересылки и тем самым было бы совершенно неощутимым”.

Идея эксперимента

“Все методы, – говорит Максвелл, – потерпят неудачу”. Но это не так. Майкельсон понял, что мы должны расщепить луч света зеркалом, посеребренным наполовину, и послать половину лучей в направлении движения Земли, а другую под прямыми углами к этому направлению. Когда они вернуться, можно посмотреть, будет ли наблюдаться интерференция по причине фазового сдвига, вызванного тем, что свет прошел в двух направлениях. Почти никто не верил в исход эксперимента, и у самого Майкельсона был ряд трудностей. Например, движение лошадей за стенами здания полностью выводило установку из строя, вызывая колебания здания, которые были бы незаметны в обычных условиях. В конце концов Майкельсон провел свой опыт вне города, погрузив всю установку в сосуд с ртутью, чтобы устранить “шум”. Этот путь типичен для экспериментатора, который хочет избавиться от нежелательных явлений.

Эксперимент по проверке теории:

Лакатош пишет: “Майкельсон первым разработал эксперимент для проверки противоречащих друг другу теории Френеля и Стокса о влиянии движения Земли на эфир”.

Это неправда. Как экспериментатор Майкельсон хотел сделать то, что Максвелл считал невозможным, а именно измерить скорость движения Земли по отношению к эфиру, независимо от какой-либо теории. Он говорит именно это в письме к Саймону Ньюкомбу, написанном 22-го ноября 1880 года в Берлине. Майкельсон учился в Париже под руководством ученика Физо и был готов начать свои собственные опыты. В письме к руководителю, Александру Грэхему Беллу, от 18 апреля 1881 года Майкельсон писал: “Эксперименты, касающиеся движения Земли относительно эфира, успешно завершены. Результат оказался отрицательным”.

Отрицательный результат: результат был и в самом деле отрицательным. Положительный результат вызвал бы сенсацию, поскольку при этом было бы определено абсолютное движение Земли через пространство. Если бы природа согласилась, это осталось бы в истории триумфом многовекового теоретизирования. Мы бы знали, что пространство абсолютно, и знали бы абсолютную скорость, с которой Земля перемещается через пространство.

Результат эксперимента. Лакатош пишет: “Майкельсон заявил, что его эксперимент 1881 года был критическим экспериментом [он дал возможность выбрать между объяснениями aberrации Френеля и Стокса – Я. Х.] и что он доказал теорию Стокса”. Майкельсон ничего такого не утверждал. Он писал: “Интерпретация этих результатов состоит в том, что смещения интерференционных полос не наблюдается. Таким образом, доказано, что следствие гипотезы о стационарности эфира неверно, и сама гипотеза с необходимостью оказывается неверной”. Он не заявлял, что доказал правоту Стокса, но лишь пытался доказать, что Френель был неправ.

Аберрация: Майкельсон продолжает, заявляя, что результат “напрямую противоречит общепринятому объяснению явления aberrации”, то есть объяснению Френеля. В конце он говорит, что “было бы уместным привести выдержку” из статьи Стокса. Стокс говорил, что, видимо, нет “результата, сравнимого с экспериментом и который мог бы противоречить принятой нами теории” (то есть Стокса или Френеля). Стокс говорит, что “было бы хорошо иметь возможность поставить две эти теории перед проверкой с помощью какого-либо решающего эксперимента”. Майкельсон цитирует Стокса без всякого комментария. Он не “говорит окольным путем” – по выражению Лакатоша – о том, что он доказал правоту Стокса. Он не

называет свой эксперимент решающим. То, что он подразумевает, составляет триумф экспериментатора по отношению к теоретику: теперь я могу определить то, что было до сих пор недоступно вам.

Эксперимент 1886 года: Майкельсон объединился с Морли для того, чтобы переделать эксперимент Физо 1852 года, в котором свет пропускаться через струящуюся воду в направлении, противоположном движению воды. Морли должен был участвовать как химик, способный выдувать стекло, необходимое для тонких стеклянных сосудов, по которым должна была течь вода. Они сделали вывод, что Физо был, в основном, прав, хотя они некоторым образом и переинтерпретировали теорию Френеля. В заключение они писали: “Итогом этой работы является то, что результат, заявленный Физо, в основном, правилен и что на светонесущий эфир совершенно не действует движение того вещества, которое пронизано эфиром”. Я думаю, что Лакатош вовсе не упоминает этого эксперимента.

Появляется теория: Г. Лоренц, один из великих теоретиков конца девятнадцатого – начала двадцатого столетия, страстно интересовался проблемами эфира. Лакатош некоторым образом преувеличивает, когда пишет следующее:

“Как это часто случается, экспериментатор Майкельсон получил урок от теоретика. Лоренц, ведущий теоретический физик, показал, что вычисления Майкельсона были неправильными, теория Френеля предсказывала только половину эффекта, подсчитанного Майкельсоном. Конечно, когда французский физик Потье указал Майкельсону на ошибку, сделанную в 1881 году, тот решил не публиковать исправления.”

Это не так. Майкельсон опубликовал заметку по-французски в *Comptes Rendue* №94 (1882), p. 520. В этой заметке содержалась ссылка на Потье.

Эксперимент 1887 года: это самый известный эксперимент Майкельсона-Морли. Лакатош говорит о “письме от Рэлея, который привлек внимание к статьям Лоренца. Это письмо послужило причиной проведения эксперимента 1887 года”. Это неверно. Письмо было написано в начале 1887 года, а эксперимент был проведен в июле 1887 года. Можно понять, почему Лакатош делает свой поспешный вывод. Но на самом деле эксперимент был запланирован на 1886 год и тогда же полностью профинансирован. Работы были начаты в октябре, но скрупулезная подготовка была сведена на нет пожаром 27 октября 1886 года, и тем самым реализация эксперимента была надолго отложена. Так что эксперимент начался задолго до пресловутого письма Рэлея. (Хотя, конечно, эксперимент мог быть инициирован лекциями Кельвина, которые он прочел в Балтиморе годом раньше).

Эксперимент 1887 года был в некотором смысле менее удовлетворительным, чем на то надеялся Майкельсон. Два исследователя не получили нулевого результата с более тонким оборудованием. Как Майкельсон писал Рэлею в 1887 году, “если эфир и увлекается Землей, относительная скорость меньше, чем одна шестая скорости Земли”. Он думал, что они должны переделать свой эксперимент в другое время года и посмотреть, влияет ли существенным образом высота на скорость эфирного ветра. Лакатош удивляется, что Майкельсон не предпринял того, что сам считал необходимым сделать на следующем этапе. Происходило ли это в силу его озабоченности тем, что делает теория? Нет. Майкельсон был экспериментатором. Он опубликовал целую серию работ по своему новому изобретению, интерферометру, которые он считал более удивительными, чем работы по эфиру. Он поразил воображение Американской Ассоциации по Распространению Науки своим “Ходатайством о световых волнах”, в котором указывалось, как можно получить новое точное определение стандартного метра с использованием его изобретения и световых лучей.

Повторение эксперимента: Майкельсон дважды возвращался к эфиру. Лакатош пишет: “Длинная последовательность опытов Майкельсона с 1881 года до 1935 года, проводимых с целью проверок сменявших друг друга версий эфирной [исследовательской] программы, дает прекрасный пример сдвига в сторону регрессивной программы”. Наверное, с 1931 по 1935 год эксперименты проводились Майкельсоном в загробном мире, поскольку в 1931 году он умер. “Длинная последовательность опытов”, проделанных Майкельсоном между 1881 годом и 1935, на самом деле, состояла из экспериментов 1881, 1886, 1887, 1897, 1925 годов. Множество других людей пытались улучшить или модифицировать результаты Майкельсона, но длинной последовательности опытов Майкельсона не существовало.

Его эксперимент 1897 года показал, что высота не влияет на результаты его опытов. Майкельсон сказал, что этому может быть множество объяснений, с которыми он оставляет возиться теоретиков.

Может быть, говорит он, земная атмосфера больше, чем мы думаем. Может быть, идея Фитцджеральда о сжатии, тогда бывшая в моде, верна. Может быть, Стокс был прав с самого начала. Экспериментатор Майкельсон не следует какой-либо программе, о которых пишет Лакатош. Что же касается эксперимента 1925 года, то Миллер заявил об обнаружении эфирного ветра, так что 75-летний Майкельсон проделал заново свой юношеский опыт, чтобы поверить, что он не сделал ужасной ошибки. Он и в самом деле не сделал ее.

Экспериментальные и рациональные способности

Поппер рассматривал опыт Майкельсона-Морли как очевидный критический эксперимент, породивший теорию относительности. В частности, эксперимент предполагает, что свет имеет одну и ту же скорость во всех средах и во всех направлениях. Критикуя Поппера, Лакатош и многие другие совершенно правильно говорят, что историческая релевантность опыта Майкельсона к теории относительности лишь косвенна. Но и Поппер, и Лакатош подчеркивали только рациональную способность. Существует еще множество опубликованных фантазий об опыте Майкельсона-Морли, и в своем кратком очерке я, конечно же, не претендую на окончательные выводы. Я выбрал Лакатоша в качестве обучающего примера, потому что считаю его собственную философию значительной. Когда же он начинает делать теоретические выводы из случаев из реальной жизни, то вывод всегда бывает слишком поспешным. Философия, доминируемая теорией, делает человека слепым к реальности.

Несомненно, что Майкельсон несколько напоминает бэконовского муравья, волшебника в устройстве опыта и слабого в теории, хотя и не несведущего в ней. Лоренц (хотя и в меньшей степени) был бэконовским пауком. Оба высоко ценили друг друга. Лоренц вдохновлял работу Майкельсона, в то же самое время пытаясь разработать математику эфира, которая объяснила бы его поведение. Если и существовала регрессивная программа, то это была программа Лоренца. Более важно, что мы видели взаимодействие между двумя типами талантов. Необычайный интерес по отношению к теории относительности Эйнштейна сделал теоретическую работу в этой области более важной. Майкельсон также открыл новые области экспериментальной техники. Как писал Бэкон, наука должна быть подобна пчеле, обладающей талантами муравья и паука, но способной сделать больше, то есть переварить и интерпретировать опыты и теорию.