

# ГЛАВА IV. Нормальная наука как решение ГОЛОВОЛОМОК

Возможно, что самая удивительная особенность проблем нормальной науки, с которой мы только что столкнулись, состоит в том, что они в очень малой степени ориентированы на крупные открытия, будь то открытие новых фактов или создание новой теории. Иногда, как в случае измерения длины волны, все детали результата, за исключением разве что наиболее тонких, известны заранее, так что спектр ожиданий оказывается лишь немного шире известной картины. Измерения Кулона, вероятно, и не требовали обязательного точного соответствия закону обратной зависимости от квадрата расстояния; тот, кто изучал нагревание при увеличении давления, часто заведомо предполагал один из многих возможных результатов. К тому же даже в подобных случаях область ожидаемых и, следовательно, усваиваемых результатов всегда мала по сравнению с тем, что может охватить воображение. И если результат проекта не попадает в эту более узкую область, то это рассматривается обычно как неудача исследования, которая отражает не отклонение природы от закона, но лишь ошибку учёного.

Например, в XVIII веке мало внимания обращалось на эксперименты по измерению электрического притяжения с помощью таких приборов, как крутильные весы. Поскольку подобные эксперименты не приносили ни устойчивых, ни достаточно простых результатов, их нельзя было использовать для разработки парадигмы, от которой они произошли. Следовательно, они оставались просто фактами, которые не были и не могли быть связанными с непрерывным прогрессом исследований по электричеству. Только ретроспективно, достигнув следующей парадигмы, мы можем понять, на какие свойства электрических явлений они указывали. Конечно, Кулон и его современники также работали на основе этой более поздней парадигмы или же парадигмы, которая обещала те же самые результаты в области проблемы притяжения. Вот почему Кулону удалось сконструировать прибор, который привёл к результату, пригодному для дальнейшей разработки парадигмы. Но по этой же причине подобный результат никого не удивил и несколько современников Кулона смогли в принципе предсказать этот результат. Даже те проекты, целью которых является разработка парадигмы, не стремятся к неожиданным новшествам.

Но если цель нормальной науки не в том чтобы внести какие-либо крупные, значительные новшества, если тщетная попытка достигнуть ожидаемых результатов или приблизиться к ним является обычно неудачей учёного, то почему всё-таки нормальная наука рассматривает и решает свои проблемы? Частично мы уже ответили на этот вопрос. Для

учёного результаты научного исследования значительны уже по крайней мере потому, что они расширяют область и повышают точность применения парадигмы. Однако этот ответ не может объяснить тот энтузиазм и увлечённость, которые свойственны учёным, работающим над проблемами нормального исследования. Никто не затрачивает годы, скажем, на создание усовершенствованного спектрометра или на более точное решение проблемы колебания струны в силу одной лишь важности информации, которая при этом приобретается. Данные, получаемые при подсчёте эфемерид или при дополнительных измерениях с помощью имеющихся инструментов, часто столь же значительны, но подобная деятельность постоянно отвергается учёными с презрением, потому что представляет собой в основном просто повторение процедуры, разработанной уже ранее. Этот отказ даёт разгадку всей привлекательности проблем нормальной науки. Хотя её результаты могут быть предсказаны — причём настолько детально, что всё оставшееся неизвестным само по себе уже теряет интерес, — сам способ получения результата остаётся в значительной мере сомнительным. Завершение проблемы нормального исследования — разработка нового способа предсказания, а она требует решения всевозможных сложных инструментальных, концептуальных и математических задач-головоломок. Тот, кто преуспевает в этом, становится специалистом такого рода деятельности, и стимулом его дальнейшей активности служит жажда решения новых задач-головоломок.

Термины «задача-головоломка» и «специалист по решению задач-головоломок» имеют первостепенное значение для многих вопросов, которые будут в центре нашего внимания на следующих страницах. Задачи-головоломки — в самом обычном смысле, подразумеваемом в данном случае, — представляют собой особую категорию проблем, решение которых может служить пробным камнем для проверки таланта и мастерства исследователя. Словарными иллюстрациями к слову могут служить «составная фигура-головоломка» и «головоломка-кроссворд». У этих головоломок есть характерные черты, общие с нормальной наукой, черты, которые мы должны теперь выделить. Одна из них только что упоминалась. Но она не является критерием доброкачественной головоломки, показателем того, что её решение может быть само по себе интересным или важным. Напротив, действительно неотложные проблемы, например поиски средства против рака или создание прочного мира на земле, часто вообще не являются головоломками главным образом потому, что их решение может полностью отсутствовать. Рассмотрим «составную фигуру-головоломку», элементы которой взяты наугад из двух разных коробок с головоломками. Поскольку эта проблема, вероятно, должна таить в себе непреодолимые трудности (хотя их может и не быть) даже для самых изобретательных людей, она не может служить проверкой мастерства в решении головоломок. В любом обычном смысле её вообще нельзя назвать головоломкой. Хотя собственная ценность не является критерием головоломки, существование решения является таким критерием.

Мы уже видели, однако, что, овладевая парадигмой, научное сообщество получает по крайней мере критерий для выбора проблем, которые могут считаться в принципе разрешимыми, пока эта парадигма принимается без доказательства. В значительной степени это только те проблемы, которые сообщество признает научными или заслуживающими внимания членов данного сообщества. Другие проблемы, включая многие считавшиеся ранее стандартными, отбрасываются как метафизические, как относящиеся к компетенции другой дисциплины или иногда только потому, что они слишком сомнительны,

чтобы тратить на них время. Парадигма в этом случае может даже изолировать сообщество от тех социально важных проблем, которые нельзя свести к типу головоломок, поскольку их нельзя представить в терминах концептуального и инструментального аппарата, предполагаемого парадигмой. Такие проблемы рассматриваются лишь как отвлекающие внимание исследователя от подлинных проблем, что очень наглядно иллюстрируется различными аспектами бэконовского подхода XVII века и некоторыми современными социальными науками. Одна из причин, в силу которой нормальная наука кажется прогрессирующей такими быстрыми темпами, заключается в том, что учёные концентрируют внимание на проблемах, решению которых им может помешать только недостаток собственной изобретательности.

Однако если проблемы нормальной науки являются в этом смысле головоломками, то отпадает необходимость объяснять подробнее, почему учёные штурмуют их с такой страстью и увлечением. Наука может быть привлекательной для человека с самых разных точек зрения. Среди главных мотивов, побуждающих человека к научному исследованию, можно назвать желание добиться успеха, вдохновение от открытия новой области, надежда найти закономерность и стремление к критической проверке установленного знания. Эти и другие мотивы также помогают учёному определить и частные проблемы, которыми он планирует заняться в будущем. Более того, хотя результатом исследования является иногда крушение надежд, этих мотивов вполне достаточно для того, чтобы вначале привлечь человека, а потом и увлечь его навсегда[33]. Научное предприятие в целом время от времени доказывает свою плодотворность, открывает новые области, обнаруживает закономерности и проверяет давние убеждения. Тем не менее индивидуальное исследование проблем нормальной науки почти никогда не даёт подобного эффекта ни в одном из этих аспектов. Учёного увлекает уверенность в том, что если он будет достаточно изобретателен, то ему удастся решить головоломку, которую до него не решал никто или в решении которой никто не добился убедительного успеха. Многие из величайших умов отдавали всё своё внимание заманчивым головоломкам такого рода. В большинстве случаев любая частная область специализации, кроме этих головоломок, не предлагает ничего такого, на чём можно было бы попробовать свои силы, но именно этот факт таит в себе тоже своеобразное искушение.

Вернёмся теперь к другому, более трудному и более содержательному аспекту параллелизма между головоломками и проблемами нормальной науки. Проблема, классифицируемая как головоломка, должна быть охарактеризована не только тем, что она имеет гарантированное решение. Должны существовать также правила, которые ограничивают как природу приемлемых решений, так и те шаги, посредством которых достигаются эти решения. Например, решить составную картинку-загадку не значит «составить картинку». Ребёнок или современный художник мог бы сделать это, складывая разбросанные, произвольно выбранные элементы, как абстрактные формы, на некотором нейтральном фоне. Картинка, созданная таким образом, может оказаться намного лучше и быть более оригинальной, чем та, из которой головоломка была сделана. Тем не менее такая картинка не могла бы быть её решением. Чтобы получить настоящее решение, должны быть использованы все фрагменты, их плоская сторона должна быть обращена вниз и они должны быть собраны без усилий и использованы без остатка. Таковы некоторые правила решения картинки-головоломки. Подобные ограничения, накладываемые на

приемлемые решения кроссвордов, загадок, шахматных задач и т. д., вскрываются без труда.

Если мы придадим значительно более широкий смысл термину «правило» (который иногда эквивалентен «утвердившейся точке зрения» или «предпосылке»), тогда проблемы, допустимые в данной исследовательской традиции, имеют большое сходство с множеством характеристик головоломки. Учёный, создающий инструмент для определения длины световых волн, не должен удовлетворяться такой аппаратурой, которая просто сопоставляет особые спектральные линии и особые числа. Он не просто исследует или измеряет. Наоборот, он должен показать, анализируя свою аппаратуру на основе созданной основы оптической теории, что числа, которые даёт его прибор, входят в теорию как длины волн. Если неясности в теории или какой-то неисследованный компонент в его аппаратуре остаются и мешают завершить демонстрацию, его коллеги могут легко заключить, что ему не удалось измерить ничего вообще. Например, максимумы в разбросе электронов, которые позднее были представлены как указание на длины волн электрона, не имели явного значения, когда впервые были открыты и зафиксированы. Прежде чем они стали показателями чего-либо вообще, их необходимо было соотнести с теорией, подсказавшей волнообразное поведение движущихся частиц. И даже после того, как эта связь была установлена, аппаратура должна быть сконструирована заново таким образом, чтобы экспериментальные результаты могли недвусмысленно согласовываться с теорией[34]. До тех пор пока эти условия не удовлетворены, ни одна проблема не может считаться решённой.

Подобные виды ограничений связывали приемлемые решения с теоретическими проблемами. На протяжении всего XVIII века те учёные, которые пытались вывести наблюдаемое движение Луны из ньютоновских законов движения и тяготения, постоянно терпели в этом неудачи. В конце концов некоторые из них предложили заменить закон обратной зависимости от квадрата расстояния другим законом, который отличался от первого тем, что действовал на малых расстояниях. Однако для этого следовало бы изменить парадигму, определить условия новой головоломки и отказаться от решения старой. В данном случае учёные сохраняли правила до тех пор, пока в 1750 году один из них не открыл, каким образом эти правила могли быть использованы с успехом[35]. Другое решение вопроса могло дать лишь изменение в правилах игры.

Изучение традиций нормальной науки раскрывает множество дополнительных правил, а они в свою очередь дают массу информации о тех предписаниях, которые выводят учёные из своих парадигм. Что же можно сказать об основных категориях, которые охватывают эти правила?[36] Наиболее очевидные и, вероятно, наиболее обязывающие правила показаны на примере тех видов обобщений, которые мы только что отметили. Это эксплицитные утверждения о научном законе, о научных понятиях и теориях. До тех пор пока они остаются признанными, они помогают выдвигать головоломки и ограничивать приемлемые решения. Законы Ньютона, например, выполняли подобные функции в течение XVIII и XIX веков. Пока они выполняли эти функции, количество материи было фундаментальной онтологической категорией для учёных-физиков, а силы, возникающие между частицами материи, были основным предметом исследования[37]. В химии законы постоянных и определённых пропорций имели долгое время точно такую же силу: с их помощью была

поставлена проблема атомных весов, ограничены приемлемые результаты химического анализа и химии были информированы о том, что представляют собой атомы и молекулы, соединения и смеси[38]. Уравнения Максвелла и законы статистической термодинамики имеют то же самое значение и функции в наше время.

Однако правила, подобные этим, не являются исключительным и даже наиболее интересным видом правил, открытых при изучении истории. Например, на более низком или более конкретном уровне, чем законы и теории, есть множество предписаний по поводу предпочтительных типов инструментария и способов, которыми принятые инструменты могут быть правомерно использованы. Изменение взглядов на роль огня в химическом анализе сыграло жизненно важную роль в развитии химии XVII века[39]. Гельмгольц в XIX веке натолкнулся на сильное противодействие со стороны физиологов, полагавших, что физическое экспериментирование не может помочь исследованиям в их области[40]. В том же веке весьма любопытная история создания химической хроматографии ещё раз иллюстрировала стойкость предписаний относительно инструментов, которые в той же мере, как законы и теории, снабжают учёных правилами игры[41]. Анализируя открытие рентгеновских лучей, мы обнаружим основания для возникновения предписаний подобного рода.

Менее локальными и преходящими, хотя всё же не абсолютными, характеристиками науки являются предписания более высокого уровня; я имею в виду квазиметафизические предписания, которые историческое исследование постоянно обнаруживает в науке. Например, приблизительно после 1630 года и в особенности после появления научных работ Декарта, имевших необычайно большое влияние, большинство учёных-физиков допускало, что универсум состоит из микроскопических частиц, корпускул, и что все явления природы могут быть объяснены в терминах корпускулярных форм, корпускулярных размеров, движения и взаимодействия. Этот набор предписаний оказался и метафизическим и методологическим. В качестве метафизического он указывал физикам, какие виды сущностей действительно имеют место во Вселенной, а каких нет: существует лишь материя, имеющая форму и находящаяся в движении. В качестве методологического набора предписаний он указывал физикам, какими должны быть окончательные объяснения и фундаментальные законы: законы должны определять характер корпускулярного движения и взаимодействия, а объяснения должны сводить всякое данное природное явление к корпускулярному механизму, подчиняющемуся этим законам. Ещё более важно то, что корпускулярное понятие универсума указывало учёным множество проблем, подлежащих исследованию. Например, химик, принявший, подобно Бойлю, новую философию, обращал особое внимание на реакции, которые можно было бы рассматривать как превращения вещества. Они показывали более ясно, чем другие, процесс корпускулярного перераспределения, который должен лежать в основании всех химических превращений[42]. Подобные признаки влияния корпускуляризма можно наблюдать при изучении механики, оптики и теплоты.

Наконец, на ещё более высоком уровне есть другая система предписаний, без которых человек не может быть учёным. Учёный должен, например, стремиться понять мир, расширять пределы области познания и повышать точность, с которой она должна быть упорядочена. Это предписание должно в свою очередь привести учёного к тщательному

исследованию — как им самим, так и его коллегами — некоторых аспектов природы с учётом множества эмпирических деталей. И если данное исследование выявляет моменты явного нарушения порядка, то это должно быть для него призывом к новому усовершенствованию приборов наблюдения или к дальнейшей разработке его теорий. Нет никакого сомнения, что есть и другие правила, подобные этим, которыми пользуются учёные во все времена.

Существование такой жёстко определённой сети предписаний — концептуальных, инструментальных и методологических — представляет основание для метафоры, уподобляющей нормальную науку решению головоломок. Поскольку эта сеть даёт правила, которые указывают исследователю в области зрелой науки, что представляют собой мир и наука, изучающая его, постольку он может спокойно сосредоточить свои усилия на эзотерических проблемах, определяемых для него этими правилами и существующим знанием. От отдельного учёного требуется затем лишь решение оставшихся нерешёнными головоломок. В этих и других отношениях обсуждение головоломок и правил проливает свет на природу нормальной научной практики, хотя, с другой стороны, такой подход может ввести в заблуждение. Очевидно, что существуют правила, которых придерживаются все учёные-профессионалы в данное время, тем не менее эти правила сами по себе не могут охватить всё то общее, что имеется в различных видах нормального исследования. Нормальная наука — это в высокой степени детерминированная деятельность, но вовсе нет необходимости в том, чтобы она была полностью детерминирована определёнными правилами. Вот почему в начале настоящего очерка я предпочёл ввести в качестве источника согласованности в традициях нормального исследования принцип общепринятой парадигмы, а не общепринятых правил, допущений и точек зрения. Правила, как я полагаю, вытекают из парадигм, но парадигмы сами могут управлять исследованием даже в отсутствие правил.

---

Версия #1

Зверобой создал 1 января 2026 18:49:42

Зверобой обновил 1 января 2026 18:50:18