

ЭМПИРИЧЕСКИЕ ОПОСРЕДУЮЩИЕ СТРУКТУРЫ В ИССЛЕДОВАНИЯХ НЬЮТОНА

В статье рассматривается метод исследования Ньютона. Оптические эксперименты известного ученого содержат опосредующие структуры, обладающие как эмпирическими, так и теоретическими свойствами. Анализируются некоторые характеристики этих структур.

Ключевые слова: эксперимент, теория, эмпирические опосредующие структуры, Ньютон.

Анализ эмпирических оснований естественно-научных исследований является одним из важнейших направлений философии науки. Сравнительно хорошо разработаны две крайние позиции в отношении научного эксперимента. Одна из них акцентирует внимание на сборе и обобщении эмпирических данных, отводя теории систематизирующую роль (см., например: [Cartwright, 1983]). Приверженцы второй позиции подчеркивают, что выделение объекта, выбор метода исследования и интерпретация полученных данных находятся в зависимости от используемой теории. «Теоретическое знание уже должно быть, следовательно, предпослано научному эксперименту» [Ахутин, 1976. С. 10]. Соответственно указанным позициям, можно говорить о двух типах экспериментов – исключительно эмпирическом, предназначенном для получения новых данных с последующей систематизацией, и теоретически нагруженном, который значим исключительно в рамках теории.

В научной практике используются оба типа эксперимента. Однако нередки случаи, когда ни тот, ни другой тип невозможно выделить в чистом виде. Особый интерес представляют ситуации, когда исследователь работает в условиях не сформировавшейся окончательно, незрелой теории. Период становления первой научной картины мира в этом отношении позволяет проанализировать характеристики эксперимента, не имеющего прочного теоретического ос-

нования и однозначной интерпретации, но стремящегося не просто накопить и суммировать данные, а выявить механизмы, стоящие за наблюдаемыми характеристиками явлений.

Ранее были выделены некоторые особенности метода исследования природы Галилеем, связанные с введением в научную практику непрямого эмпирического обоснования, опосредованного явлениями, где изучаемое свойство проявляется наиболее ярко и очевидно [Попова, 2007]. Не менее яркой и значащей фигурой в становлении науки современного типа является Исаак Ньютон.

Основатель классической механики был весьма многогранным исследователем. Помимо широко известных работ по физике и математике его наследие включает алхимические и теологические работы (см., например: [Дмитриев, 1999]). Как показывают исследования, философско-мировоззренческая позиция Исаака Ньютона, сформированная под влиянием сложившихся на то время традиций, связана с его методологическими установками (см., например: [Osler, 2004]). Но, признавая значимость культурно-исторической и философской составляющей мировоззрения известного ученого, необходимо отметить, что некоторые аспекты методологии его научного эксперимента еще не раскрыты достаточно полно.

Во многом это связано с тем, что в отличие от Галилеевских диалогов работы Ньютона предстают завершенными текстами, структурированными от определений к об-

щим выводам, а черновики «Математических начал натуральной философии» утеряны во время пожара. Сформулированные Ньютоном «правила умозаключений», где он дает разъяснение используемых методов изучения природы, вызывают немало споров. Этому способствовало еще и то, что в англоязычной литературе есть тенденция интерпретировать многозначный термин «induction», используемый в формулировке правила IV как «логическая индукция¹». Это нередко приводит к выводам о непоследовательности ученого и расхождению декларируемых им методов с используемыми, о существовании логических скачков в его аргументации [Poussiau, 2007]. Есть версия, что термины «экспериментальная философия», «индукция» и «дедукция» были введены в работы Ньютона, в первую очередь, в полемических целях [Shapiro, 2004], а не как попытка разъяснить используемые методы.

Однако критика обоснованности методологической позиции Ньютона редко отличается глубиной анализа. Даже такие классики философии науки, как Поппер, Дюгем, Пуанкаре нередко представляют его метод слишком упрощенно [Davies, 2003]. Чаще всего это связано с попыткой вписать Ньютона в рамки либо теоретика, либо эмпирика. Причем неявно подразумеваемая дихотомия эмпирического и теоретического приводит к парадоксальным выводам. Например, после тщательного анализа богатого архивного материала по описанию экспериментов, выявив то, что не всегда ученый следовал идеалам индуктивного обобщения эмпирических данных, делается вывод, что Ньютон был, прежде всего, теоретиком [Shapiro, 1979].

Нередко для анализа метода исследования природы обращаются к знаменитым «Вопросам», сформулированным в книге третьей «Оптики» [Anstey, 2004]. Такое обращение вряд ли может быть плодотворным. Если в «Началах» за представленными результатами сложно увидеть метод их получения, то широта и противоречивость поставленных вопросов, калейдоскоп «сырых»

наблюдений не дают возможности выявить способ перехода от них к логически связанной и обоснованной системе утверждений.

Наиболее ярко особенности метода эксперимента Ньютона проявляются в первой и второй частях его работы «Оптика или трактат об отражениях, преломлениях, изгибаниях и цветах света» [Ньютон, 1954]. Эта работа построена по дедуктивной схеме: от определений и аксиом к выводам и теоремам. Но важно подчеркнуть, что главные результаты оптических исследований Ньютона оказались независимы от основных теоретических положений. В первое же определение вкладывается представление о корпускулярной природе света: «Под лучами света я разумею его мельчайшие части, как в их последовательном чередовании вдоль тех же линий, так и одновременно существующие по различным линиям» [Там же. С. 9]. Но, как показало дальнейшее развитие оптики, выводы о сложном составе белого света, зависимости преломления от цвета, аддитивности светового потока сохранили свою актуальность и при переходе к волновой электродинамике, и после становления корпускулярно-волнового дуализма.

На наш взгляд, это связано с тем, что существенной составляющей метода исследования природы у Ньютона является использование *эмпирических опосредующих структур*, обладающих как эмпирическими, так и теоретическими свойствами. Это несколько взаимосвязанных явлений, построенных в такую комбинацию, которая позволяет по воспринимаемым органами чувств характеристикам судить о свойствах, недоступных для непосредственного наблюдения.

На существование подобных методологических приемов в работе Ньютона указывали Хинтикка и Ремес, проводя аналогии между исследованиями Ньютона и методом анализа Паппа Александрийского, использующего «вспомогательные конструкции» в геометрическом доказательстве теорем [Hintikka, Remes, 1974].

Хинтикка и Ремес использовали аналогию с дополнительными построениями в геометрии, которая позволяет выявить некоторые характерные особенности опосредований в научном исследовании. Вместе с тем, на наш взгляд, рассмотрение специфики экспериментальной деятельности требует выделения эмпирических опосредующих

¹ В русском переводе Крыловым было сформулировано так: «предложения, выведенные из совершающихся явлений помощью наведения» [Ньютон, 1989. С. 504]. Такой осторожный перевод не дает возможности легко заменить эту фразу на «утверждения, выведенные из явлений методом индукции».

структур в отдельный класс вспомогательных конструкций.

Рассмотрим подробнее некоторые характеристики выявленных эмпирических вспомогательных структур.

1. Это целая сеть взаимосвязанных явлений. Не случайно «Оптика» Ньютона пестрит фразами: «как станет ясно из последующего рассуждения», «то же самое происходит и при изменении некоторых обстоятельств», «если этот опыт соединить с предыдущим». Разложение света в спектр наблюдали очень многие, но только в соединении с несколькими разными наблюдениями стало возможным показать, что цвета возникают не в призме, а присущи белому свету изначально. Что, разделив цвета в пространстве за счет преломления, можно выделять отдельный «чистый» цвет, который уже не изменяет своих цветовых характеристик при отражениях и преломлениях. В копилку взаимоподдерживающих факторов вовлекаются как наблюдения случайных дефектов стекла, так и нетривиальная комбинация условий эксперимента, например преломление через призмы со склеенными основаниями.

2. Эмпирические опосредующие структуры невозможно свести к последовательности высказываний. Эта особенность выявляется даже для геометрических вспомогательных построений, а в случае материальной реализации эксперимента, сложного сорасположения во времени и пространстве элементов и приборов, обретает особую значимость. Хинтикка и Ремес эту особенность иллюстрируют следующим примером. Чтобы задать одну сторону треугольника, можно определить две другие его стороны и угол между ними, каждый из них через независимые последовательности других элементов конфигурации. Здесь сразу задается не линейная структура, а как минимум три взаимосвязанные линии [Hintikka, Remes, 1974. P. 39]. Вспомнив школьную геометрию, любой из нас может сопоставить наглядность дополнительных построений с трудностями воспроизведения этой же информации в виде последовательности высказываний. Именно поэтому «Оптику» Ньютона очень сложно понять человеку, не имеющему навыков работы в оптической лаборатории. А без рисунков, иллюстрирующих большинство приведенных экспериментов, содержание этого трактата вообще недоступно для понимания.

3. Существенной особенностью выявленных структур является то, что они прочно связаны с материальными объектами и с возникающими ощущениями. Именно внимание к деталям, теряющимся при абстрагировании, позволяет при соответствующей перекомпоновке условий эксперимента, добиться того, чтобы помехи, даже если неизвестна их природа, взаимно нивелировались, позволяя проявиться изучаемому явлению наиболее ярко. С этим связано то, что в трактате много технических подробностей: шлифовка зеркал, затемнение комнаты, устранение дефектов оптических элементов. Воспроизведение опытов требует практических навыков, тонкой юстировки сорасположения световых пучков, призм, линз, отверстий в экранах. И все эти структуры обязательной своей частью имеют воздействие на органы чувств. Каждый опыт связан не просто с описанием наличного в опыте, но с тем, что воспринимается лишь при соответствующих условиях, специально выстроенных в эксперименте.

4. Очень важно подчеркнуть то, что восприятие, являясь обязательным элементом эмпирических структур, не становится главным и независимым критерием в оценке полученных результатов. Заметим, что многие из результатов исследования, например сложный состав белого света, находится в противоречии с данными органов чувств. В те времена наиболее обоснованным учением о природе цвета были представления, основанные на практике художников, способных получить любой из оттенков смешением нескольких базовых красок. Было ясно, что достаточно трех базовых цветов, высказывались предположения, что их можно свести к двум. Перспективной представлялась теория о том, что цвет – это смешение света и тьмы в определенных пропорциях.

Ньютон активно использует парадоксы восприятия. Полоска бумаги и нить, половинки которой окрашены в синий и красный цвета, *кажется* разорванной при наблюдении через призму [Ньютон, 1954. С. 41]. Вызвать ощущение белого света можно смешав в определенной пропорции все цвета не только одновременно в пространстве, но и вызвав их быстрое чередование во времени [Там же. С. 107]. Эмпирическая опосредующая структура позволяет различить то, что кажется одинаково воспринимаемым. Например, «смесь однородного крас-

ного и желтого составляет оранжевый, похожий по видимости на цвет того оранжевого, который расположен в ряду несмешанных призматических цветов между ними; но свет одного оранжевого однороден по отношению к преломляемости, свет же другого разнороден; цвет одного при рассмотрении через призму остается неизменным, цвет другого изменяется и разлагается на составные цвета – красный и желтый» [Там же. С. 100].

Ньютон очень много экспериментировал с восприятием. Он сопоставлял ощущения, которые возникают при нажатии на глаз пальцем, остаточные следы после продолжительного взгляда в яркое пламя, после взгляда на солнце. Горящая вращающаяся головня дает ощущение светящегося круга – подтверждение того, что только достаточно медленно сменяющиеся впечатления могут быть воспринимаемы по отдельности. Ученый исследовал строение глаза, бесстрашно воздействуя и на свой собственный. Все эти наблюдения являются необходимой частью опосредующих структур, позволяя учитывать особенности работы наших органов чувств.

В большинстве случаев Ньютон не нуждается в поддержке независимого наблюдателя. Даже больше, он уверен, что достичь той степени мастерства, чтобы воспроизвести его эксперименты, может далеко не каждый. Неоднократно встречаются отступления с советами для возможных последователей, указывающими, как можно добиться повторения описанных опытов. Только в единичных случаях встречаются обращения за подтверждением к стороннему наблюдателю. Одно из них связано с обоснованием утверждения, что свет состоит из семи сортов частиц. Автор, никогда не жаловавшийся на остроту своего зрения, пишет: «...ассистент, глаза которого были разборчивее моих в отношении различения цветов, отмечал прямыми линиями... проводимыми поперек спектра, границы цветов». И далее: «...повторяя ту же операцию несколько раз на том же самом листе бумаги и на других, я нашел, что наблюдения довольно хорошо совпадали одно с другим и что указанные поперечные линии делили прямолинейные стороны... тем же способом, как и в музыкальной хорде» [Ньютон, 1954. С. 97].

Сейчас нам известно, что спектр представляет собой непрерывный набор частот и что положение границ красного, оранжевого, желтого и других цветов спектра не соотносится ни с какими объективными ха-

рактеристиками излучения. Отметим, что в данном случае Ньютон отступает от метода, использующего опосредующие структуры и опирается на чувственные данные. Но ни воспроизведение этих данных другим экспериментатором, ни статистическая обработка не гарантировали ему истинности вывода.

В свете вышеизложенных характеристик эмпирических опосредующих структур становится возможным по-новому взглянуть на некоторые особенности работ Ньютона.

Несмотря на то, что опосредующие структуры невозможно однозначно перевести в линейную последовательность высказываний, изложение результатов ученый всегда вынужден представлять в виде текста. Формируя предложения в соответствии с заданными нормами научного повествования, возникает необходимость в постановке задачи, в исходных посылах использовать полученные результаты. Аксиомы и определения, с которых начинается трактат, вовсе не были первичными в реальном ходе исследования. Это очевидно для «Оптики», но, скорее всего, справедливо и для «Математических начал натуральной философии».

В третьей части «Оптики» особняком стоят знаменитые «Вопросы». Нередко в них видят гипотезы, против использования которых так непреклонно выступал Ньютон. Хотелось бы обратить внимание на то, что вопросы нередко ставятся как попытка найти взаимосвязь между явлениями, объединяемыми по какому-либо признаку. Аналогия, которая может оказаться поверхностной и случайной, стимулирует поиск того, что стоит за явлениями. Немало вопросов связано с тем, как соотносится видимое с тем, чем оно вызывается. Большая часть вопросов – это не гипотезы, нуждающиеся в проверке, а наметки для построения эмпирических опосредующих структур.

Большинство экспериментов, описанных в «Математических началах» Ньютона, являются скорее иллюстрирующими теорию, изложенную по дедуктивной схеме, чем исследовательскими работами. Для них, действительно, выбор объекта, метода, интерпретация результатов подчинены основным теоретическим положениям. Однако при внимательном чтении этой работы можно также обнаружить следы эмпирических опосредующих структур.

В поучении, следующем за основными определениями и аксиомами, Ньютон обращается к абсолютному и относительному пространству, абсолютному и относитель-

ному времени, абсолютному и относительному движению. Традиционно введение абсолютных пространства, времени и движения трактуют как простую декларацию, не имеющую каких-либо эмпирических оснований. Однако кульминацией, итогом этого «поучения» является обращение к «проявлениям, которыми различаются абсолютное и относительное движение». «Распознавание истинных движений отдельных тел, а точнее их разграничение от кажущихся весьма трудно, ибо части... неподвижного пространства... не ощущаются нашими чувствами. Основания для суждений можно заимствовать частью из кажущихся движений... частью из сил, представляющих причины и проявления истинных движений» [Ньютон, 1954. С. 36]. Отметим, что невоспринимаемое чувствами истинное движение выявить трудно, но не невозможно. И здесь же описываются две эмпирические структуры, призванные по воспринимаемому явлению дать возможность судить о недоступном для восприятия. Это опыты с ведром и вращающимися шарами, где искривление уровня воды и натяжение связывающей нити, по мнению Ньютона, дают возможность судить об «истинных» движениях в абсолютном пространстве.

В наши задачи не входит разбор достоверности приводимой в поддержку идеи абсолютного пространства аргументации. Но важно подчеркнуть, что здесь мы видим следы использовавшихся эмпирических опосредующих структур, которые не были приведены в подчинение основным теоретическим положениям. Это те наблюдения, которые «наводят» на идею об абсолютном пространстве, но не дают возможности перейти к нему методом индукции.

Использование «вспомогательных конструкций» является характерной чертой как математических, так и физических исследований Ньютона. При изучении природы он использует эмпирические опосредующие структуры, обладающие как теоретическими, так и эмпирическими свойствами. Выявление этого методологического приема может иметь значение не только для истории науки, но и для понимания особенно-

стей эксперимента, проводящегося в условиях не сформировавшихся окончательно теоретических представлений.

Список литературы

Ахутин А. В. История принципов физического эксперимента. От Античности до XVII века. М.: Наука. 1976. 292 с.

Дмитриев И. С. Неизвестный Ньютон. Силуэт на фоне эпохи. СПб.: Алетейя. 1999. 784 с.

Ньютон И. Оптика или Трактат об отражениях, преломлениях, изгибаниях и цветах света. М., 1954. 368 с.

Ньютон И. Математические начала натуральной философии. М.: Наука, 1989. 687 с.

Попова С. С. Галилей: эмпиризм ли? // Вестн. Новосиб. гос. ун-та. Серия: Философия. 2007. Т. 5, вып. 2. С. 29–33.

Anstey P. R. The Methodological Origins of Newton's Queries // Studies in History and Philosophy of Science. 2004. Vol. 35. P. 247–269.

Cartwright N. How the Laws of Physics Lie. Oxford: Oxford Univ. Press, 1983. 221 p.

Davies E. B. The Newtonian Myth // Studies in History and Philosophy of Science. 2003. Vol. 34. P. 763–780.

Hintikka J., Remes U. The Method of Analysis. Dordrecht; Boston, 1974. 145 p.

Osler M. J. The Newtonian Scholarship and the Fate of the Scientific Revolution // Newton and Newtonianism. Dordrecht: Kluwer, 2004. P. 1–13.

Pourciau B. From Centripetal Forces to Conic Orbits: a Path Through the Early Sections of Newton's *Principia* // Studies in History and Philosophy of Science. 2007. Vol. 38. P. 56–83.

Shapiro A. E. Newton's «Achromatic» Dispersion Law: Theoretical Background and Experimental Evidence // Archive for History of Exact Sciences. 1979. Vol. 21. P. 91–128.

Shapiro A. E. Newton's «Experimental philosophy» // Early Science and Medicine. 2004. Vol. 9. P. 185–217.

Материал поступил в редколлегию 14.12.2009

S. S. Popova

EMPIRICAL MEDIATE STRUCTURES IN NEWTON RESEARCH

The paper deals with Newton's research method. The famous scientist's optic experiments contain mediate structures bearing both empirical and theoretical properties. Some structure features are analyzed.

Keywords: experiment, theory, empirical mediate structures, Newton.