

ЭМПИРИЧЕСКИЕ ОПОСРЕДУЮЩИЕ СТРУКТУРЫ

С.С. Попова

Для анализа сложной взаимосвязи эмпирического и теоретического в научном эксперименте предлагается рассматривать эмпирические опосредующие структуры. Дается общее представление об этих структурах на простых примерах наблюдения посредством зеркала. Рассматриваются некоторые свойства эмпирических опосредующих структур.

Ключевые слова: эмпирическое, теоретическое, эксперимент, методология

Интерес к философским аспектам научного эксперимента обусловлен тем, что они неразрывно связаны с важнейшими проблемами научного познания. Формирование науки современного типа предваряется актуализацией вопросов, касающихся методов получения знаний об окружающем мире. И на протяжении всей истории науки проблема соотношения эмпирического и рационального, что в контексте методологии науки формулируется как вопрос о взаимосвязи научных теорий и воспринимаемого в опыте, играла значительную роль в развитии философских идей и методов исследования.

При рассмотрении эмпиризма и рационализма можно выделить их генетические и методологические тезисы [1]:

тезис генетического эмпиризма: опыт – единственный источник знаний;

тезис методологического эмпиризма: разум не играет особой (отличной от простой регистрации опытных данных, их сокращенной и экономной записи и т.д.) роли в получении знаний;

тезис генетического рационализма: разум является независимым от опыта и притом важнейшим источником наших знаний;

тезис методологического рационализма: разум играет в познании особую роль, несводимую к простой регистрации и комбинированию опытных данных [2].

Как показал Л.Б. Баженов, нужно принять тезисы генетического эмпиризма и методологического рационализма, между которыми нет непосредственного противоречия. Однако этому мешает то, что неявно подразумеваются отношения следования между генетическим и методологическим тезисами. Баженов эксплицирует проблему дезавуирования логической связи между тезисами в терминах явления и сущности. Эти категории либо отождествлялись, либо резко обособлялись друг от друга как эмпиризмом, так и рационализмом. Эмпиризм, как правило, придерживался версии отождествления явления и сущности, и в этих рамках неизбежным следствием генетического тезиса оказывался методологический тезис. «Опыт дает знание явлений, – пишет Л.Б. Баженов. – Если явление “совпадает” с сущностью, то никакой особой роли разум играть в познании не может» [3]. В рамках резкого обособления явления и сущности «эмпиризм также не мог признать особой роли разума и должен был приходиться к отрицанию познаваемости сущности» [4]. Рационализм же «всегда принимал вторую версию и, признавая особую роль разума (и правильно усматривая ее в раскрытии сущности), неизбежно переходил от методологического тезиса к генетическому» [5].

Несмотря на то что Баженов, обращаясь к историческому материалу, наиболее распространенной для эмпиризма считает версию отождествления явления и сущности, в настоящее время эта позиция оказывается большой редкостью, особенно если иметь в виду ее научно-методологический аспект.

В рамках философии науки термины «явление» (обозначает то, что дается нам в восприятии) и «сущность» (обозначает то, что стоит за явлениями) соответствуют терминам «наблюдаемое» и «ненаблюдаемое». Нередко разделяют по этому признаку эмпирические и теоретические термины и законы. Р. Карнап «Философские основания физики» начинает с выделения двух типов законов. Эмпирические законы «говорят о свойствах,... которые можно наблюдать непосредственно. В *противоположность этому* (курсив наш – С.П.)... понятия о ненаблюдаемых объектах, таких, как элементарные частицы или электромагнитные поля, должны иметь отношение к теоретическим законам» [6]. Резкое обособление явления и сущности проявляется в этих условиях в противопоставлении наблюдаемого и ненаблюдаемого и ведет, поскольку эмпирическое и теоретическое связываются с этими понятиями, к разграничению эмпирического и

теоретического в анализе методологии науки, в частности в анализе научного эксперимента.

Резкое противопоставление имеет свои положительные стороны, позволяя наиболее отчетливо выявить крайние ситуации, ярко отражающие какой-либо из аспектов анализа. В то же время подобный подход оставляет вне зоны внимания все промежуточные состояния. Карнап осознает, что его разделение условно: «существует континуум, который начинается с непосредственных чувственных наблюдений и затем переходит к значительно более сложным, косвенным методам наблюдений» [7]. И тем не менее он настаивает на своем разграничении теоретического и эмпирического на основании того, что «на практике это различие (наблюдаемого и ненаблюдаемого – С.П.) обычно достаточно четко выражено, поэтому, вероятно, не вызовет спора» [8].

Обратим внимание на то, что обосновывая свое деление на наблюдаемое и ненаблюдаемое, Карнап нередко ссылается на принятые среди физиков соглашения, хорошо установленные процедуры, не вызывающие споров [9]. Однако существует ситуация, когда исследователю приходится работать в условиях концептуальных и методологических противоречий, интерпретировать результаты экспериментов при отсутствии у научного сообщества единой общепринятой позиции по рассматриваемому вопросу. Такие ситуации нередко возникают в период научных революций и в междисциплинарных исследованиях. Тогда ярко проявляет себя вся условность проведенной границы и становится очевидной сложная взаимосвязь эмпирического и теоретического в научных исследованиях.

Один из первых шагов в преодолении противопоставления эмпирического и теоретического был сделан Е.А. Мамчур, когда при рассмотрении вопроса о возможности эмпирического обоснования теории, было показано, что в эксперименте можно выделить теории и «*другие*» теории [10]. При всей значимости выводов, полученных в работе Мамчур, данное разделение не дает возможности полного рассмотрения соотношения эмпирического и теоретического в научных исследованиях. Трехступенчатая шкала слишком мала для описания всего континуума возможных опосредований. Также, по нашему мнению, является неудачной терминология с использованием слова «*другие*», поскольку его часто используют в речи, заменяя самые разнообразные определения.

Представляется целесообразным для полноценного анализа выделить в эксперименте *эмпирические опосредующие структуры*, обладающие как теоретическими, так и эмпирическими свойствами, позволяющие исследователю по воспринимаемым данным судить о свойствах реальных объектов. Ранее нами уже обсуждались эти структуры в рамках исследования особенностей методологии И. Ньютона [11]. Задачей настоящей работы является рассмотрение общих свойств эмпирических опосредующих структур вне исторического контекста.

Эмпирические опосредующие структуры – это несколько взаимосвязанных явлений, скомбинированных в такую систему, которая позволяет по воспринимаемым органами чувств характеристикам судить о свойствах, недоступных для непосредственного наблюдения. Наиболее простое представление об эмпирическом опосредовании дает пример наблюдения предметов, находящихся вне поля зрения, при помощи зеркала. Между нашим зрительным восприятием и наблюдаемым объектом имеется посредник, и это не только зеркало само по себе. В опосредующую структуру включается, например, накопленный опыт в обращении с отображением. Мы настолько привыкли к зеркалам, что часто не осознаем, что зеркало создает изображение объекта, как бы находящегося за ним. Иллюзорный образ «мира по ту сторону стекла» все-таки сопутствует особым эмоциональным состояниям, а не ежедневным гигиеническим процедурам. Оценка расположения наблюдаемого объекта подразумевает оценку расстояния до зеркала и угла по отношению к направлению линии зрения, т.е. в структуру включается вся пространственная схема сорасположения: наблюдатель – зеркало – объект.

Уже эта простая модель позволяет обсудить некоторые аспекты эксперимента. При обсуждении нагруженности теорией надо разделять две ситуации. Когда зная законы распространения и отражения электромагнитных волн, мы создаем приспособление для наблюдения – это одна ситуация. А когда мы используем отработанные на практике навыки – это несколько другая ситуация. И в том, и в другом случае наблюдение и интерпретация его зависят от полученных ранее знаний. Мы можем не знать, что угол падения равен углу отражения, и иметь своеобразные представления о природе зрения, например считать, что видим мы за счет испускаемых из глаза особых лучей, но это никак не мешает нам пользоваться зеркалом. При анализе методологии научного эксперимента разли-

чение исследований, полностью определяемых имеющимися теориями, и исследований, опирающихся на эмпирический материал, может сильно повлиять на оценку процесса получения знания.

Также для различения теорий и «других» теорий нужно выявить, относится ли предшествующее знание к объекту или к опосредующей структуре. То, что методы наблюдения должны быть обоснованы либо теоретически, либо эмпирически, довольно очевидно, но в то же время они поддаются корректировке в процессе работы, т.е. не обязательно полностью предзаданы. Так, немного попрактиковавшись, можно вполне адекватно оценить, что представляют собой объекты, наблюдаемые через «кривое» зеркало, или, заметив дефект стекла либо отражающего слоя, изменить расположение зеркала так, чтобы изображение попадало на область, свободную от дефекта. Что касается свойств наблюдаемых объектов, то некоторые из них заранее предустановлены. При использовании небольшого зеркала в поле зрения могут попасть объекты только в узком диапазоне геометрического расположения. В то же время утверждение, что экспериментатор видит только то, что заранее определено его теоретическими ожиданиями, слишком сильное. Конечно, возможна ситуация, когда в ожидании конкретного человека, заглядывая при помощи зеркала за угол, наблюдатель просто «не видит» других лиц. Но черты лица отображаются независимо от того, знакомы они наблюдателю или не знакомы, и чаще всего наблюдатель лица незнакомцев видит столь же отчетливо, как лица знакомых.

Не требуется больших интеллектуальных усилий, для того чтобы увидеть связь между реальными предметами, окружающими нас, и изображением их в «зазеркалье». Часто ли сомневается водитель в реальности машин, отображаемых в зеркале заднего вида? Думается, что если бы по изображению, сформированному при помощи автомобильного зеркала, нельзя было судить о реальной скорости и расположении машины, то современный трафик был бы невозможен. В то же время ориентирование при помощи зеркала заднего вида требует выработки некоторых навыков. Также слишком опрометчивым было бы полностью отрицать связь с реальностью объектов научного исследования на основании того, что они не являются наблюдаемыми непосредственно.

Важно отметить, что существуют две крайние ситуации, когда роль эмпирического опосредования нивелируется. Первая реализуется в том случае, когда мы имеем хорошо разработанную матема-

тически и опробованную эмпирически теорию и для методов наблюдения, и для наблюдаемых объектов. Тогда всю сеть взаимосвязанных явлений можно без потерь представить при помощи теоретического описания. Роль эмпирической составляющей здесь либо иллюстративная, как в студенческих лабораторных работах, либо техническая, как в прикладных работах.

Вторая ситуация реализуется тогда, когда взаимосвязи явлений, стоящих за изучаемым, исследователю неизвестны или неинтересны. Один из примеров таких эмпирических исследований – термодинамика до появления молекулярно-кинетической теории. Эмпирические уравнения связывали между собой по два или более параметров без выявления всей сложной взаимосвязи процессов, стоящих за измеряемыми характеристиками. Хотелось бы подчеркнуть, что здесь разделение идет не по признаку использования «ненаблюдаемых» и «наблюдаемых» терминов. Если мы возьмем термодинамику, то в ее основные законы были включены такие параметры, как энергия, температура, энтропия, ненаблюдаемые непосредственно. Молекулярно-кинетические представления дали возможность использовать взаимосвязь механических и тепловых явлений для постановки новых экспериментов, ведущих к формированию теории. Статистическая механика, количественно связавшая явления микромира и макромира, смогла дать полноценную теоретическую интерпретацию изучаемым явлениям.

Рассмотрим основные свойства эмпирических опосредующих структур. Это сеть взаимосвязанных явлений. В философии науки немало говорилось о взаимосвязи теорий, о том, что невозможно сопоставить эмпирический факт с отдельно взятым теоретическим высказыванием. Но в экспериментальных исследованиях, особенно современных, атомарный эмпирический факт невозможен. Явления, связанные с изучаемым, могут проявляться шумом, помехами, дающими систематическую ошибку, а могут, наоборот, помогать выделить для наблюдения интересующую нас характеристику.

То, что некоторые вещества окрашивают пламя определенным образом, было известно с давних времен. С развитием химии ученые приспособили это явление для определения отдельных веществ. Еще до активного использования окрашивания пламени для химического анализа Ньютоном было показано, что явление разложения света в спектр зависит от характеристик преломляющегося луча. Объединение этих явлений в эмпирическую опосредующую струк-

туру позволило получать данные, характеризующие светящееся вещество. Появился метод спектроскопического анализа, который затем довольно сильно повлиял на формирование квантовой механики. В то же время разработанные теории позволили увидеть связь этих явлений с целым кругом других особенностей взаимодействия вещества и электромагнитного поля, что, в свою очередь, позволило создать новую спектроскопическую технику и разработать новые методы исследований.

Эмпирическую опосредующую структуру невозможно свести к последовательности высказываний без потери информации. Материальная реализация эксперимента, включающая сложное сорасположение во времени и пространстве объектов исследования и приборов, несводима к линейной последовательности. Именно поэтому для понимания большинства экспериментов необходимы собственные практические навыки, а в опубликованных работах описания сопровождаются схемами, фотографиями, таблицами. Даже в случае геометрической задачи, в решение которой включаются геометрические построения, приблизительная схема сорасположения фигур более информативна, чем описание словами.

Естественно, что когда экспериментатор публикует результаты своей работы, ход исследования необходимо передавать вербальным образом. Когда уже есть результат и ясно, какие из факторов повлияли на получение этого результата, тогда не представляет проблемы найти удобную последовательность изложения. Но надо понимать, что последовательность изложения иногда бывает очень далека от реального хода исследования.

Как, например, шел поиск плоскостей самоизображения зонных пластинок? Предварительный обзор литературы по данному вопросу заставлял предположить, что эти плоскости расположены между плоскостью пластинки и фокусом. Однако во время настройки оптической системы, когда все оптические элементы проверялись на соосность расположения, было замечено, что есть особенности в изображении на двойном фокусном расстоянии. Практически невозможно объяснить, что именно зацепило внимание во время юстировки оптической системы, но после того как оптическая схема была перестроена, чтобы наиболее полно выявить характеристики изображения на двойном фокусном расстоянии, стало понятно, что самоизображение расположено именно там. После того как эмпирически было найдено расположение плоскости самоизображения, стало

ясно, какими аппроксимациями можно пользоваться для расчета интенсивности электромагнитного поля при данной оптической конфигурации, что сильно упростило математические выкладки. Однако обратившись к публикации, найти упоминание о «смутном подозрении», появившемся во время юстировки, конечно, невозможно. Сначала идут теоретическое обоснование, математические расчеты, а затем – эмпирические иллюстрации к полученным результатам [12].

Когда ученый описывает только наиболее эффективные условия эксперимента, может создаться впечатление, что эмпирическая часть работы полностью нацелена на получение заранее известного результата. Но выбор эмпирических структур, наиболее ярко выявляющих интересующие нас особенности, может быть предопределен не только теоретическими дедуктивными выводами. Это может быть «верхушкой айсберга» эмпирической работы. И довольно редко замечают, что теоретический вывод в физике, наиболее математизированной науке о природе, включает использование аппроксимаций, граничных условий, отбрасывание малых и другие приемы упрощения расчетов, сильно отклоняющие ход рассуждения от классической дедуктивной схемы. Довольно распространенный прием «ищем решение в виде...» может быть обоснован исключительно эмпирически.

Вообще, ход естественно-научного исследования редко напоминает пирамиду индуктивную (когда из большого количества фактов обобщается небольшое количество положений) или дедуктивную (когда на основе небольшого количества общих положений выводится множество следствий), – скорее сложное сплетение взаимосвязанных как эмпирических, так и теоретических факторов. Отнестись к этому как к гордиеву узлу: считать научное открытие иррациональным – это довольно популярная позиция в наше время [13]. Но подобный подход не дает возможности выделить специфику научного исследования и не объясняет эффективности научно-технических разработок.

Существенная особенность выявленных структур состоит в том, что они прочно связаны с реальными объектами, с одной стороны, и с возникающими ощущениями у экспериментатора – с другой. Именно внимание к деталям, теряющимся при абстрагировании, дает возможность, при соответствующей перекомпоновке условий эксперимента, добиться того, чтобы помехи, даже если

неизвестна их природа, взаимно нивелировались, позволяя проявиться изучаемому явлению наиболее ярко. Материальная реализация эксперимента включает в себя множество технических деталей, нередко теряющихся при изложении результатов.

Сложность эмпирических структур, используемых в современных исследованиях, нередко не позволяет легко различить, относятся ли наблюдаемые характеристики к опосредующей конструкции или к исследуемому объекту. В научном жаргоне экспериментаторов есть термин «артефакт», который обычно употребляют с негативным оттенком в ситуациях, когда исследователь принимает за новое явление какую-либо неучтенную особенность метода наблюдения. Иногда это бывает просто неаккуратность, – таков, например, случай, когда используя плохо промытые после опыта с глицерином капилляры, «открыли» особо твердые состояния воды. Иногда артефакты более тонки и труднораспознаваемы.

Но вовлеченность объекта исследования в большое количество взаимодействий вызывает не только помехи и проблемы в выделении интересующей нас составляющей в наблюдениях. Эта же особенность позволяет отделить характеристики опосредующей структуры от характеристик предмета изучения. Поскольку объективные характеристики исследуемых явлений должны быть независимы от метода наблюдения, есть возможность выявить интересующие нас особенности при использовании других опосредующих явлений. Например, состав большинства химических соединений можно определить как при помощи спектроскопического анализа, так и при помощи характерных химических реакций. Измерить температуру тела человека можно как приведя в тепловое равновесие с ним пробное тело с известным коэффициентом теплового расширения (традиционным ртутным термометром), так и при помощи инфракрасного датчика. Разные методы имеют свои пределы применимости, условия реализации, разный спектр возможных помех. Многочисленные области пересечения условий применимости обеспечивают хорошую точность калибровки аппаратуры, корректировку получаемых величин. Соответствие, особенно количественное, результатов экспериментов, проводимых с помощью разных опосредующих эмпирических структур, очень повышает доверие к полученным данным.

Обратимся теперь ко второй обязательной составляющей опосредующих структур – восприятию. Воздействие на органы чувств

является обязательной составляющей любого эксперимента, происходит ли наблюдение без помощи аналоговых приборов или считываются столбики цифр с мониторов. Но при этом надо понимать, что восприятие не является самостоятельным и независимым источником информации в эксперименте, а требует интерпретации с учетом используемой опосредующей структуры. Как было показано нами ранее, формирование науки современного типа во многом связано с переходом от «кажущегося» к явлениям, стоящим за наблюдаемыми [14]. Сегодня наука активно использует самые разнообразные формы представления эмпирического материала. Современные технологии позволяют передавать, например, тепловые градиенты цветовыми градиациями, величину электромагнитных полей – трехмерным рельефом. Наглядность компьютерных моделей заставляет иногда забыть обо всем сложном пути обработки информации и возможных ошибках интерпретации. Например, трехмерные модели органических молекул создают иллюзию, что их наблюдали непосредственно, хотя создаются они на основе расшифровки картин дифракции рентгеновских лучей на молекулярных кристаллах.

Иногда опосредующая эмпирическая структура намеренно формируется так, чтобы восприятие казалось парадоксальным. Например, Ньютон, обосновывая представление о сложном составе света, описывает эксперименты, в которых нить, окрашенная в два цвета, «кажется» разорванной [15]. Или вспомним известный пример с пятном Пуассона, когда в центре тени от непрозрачного экрана появляется светлая точка [16]. Искусство экспериментатора состоит в способности находить такие условия опыта, в которых исследуемые особенности проявляются наиболее ярко. Этого редко можно добиться простым обобщением эмпирического материала. А в период формирования теории, когда существуют концептуальные противоречия в представлениях об исследуемой реальности, вывести условия, необходимые для эффективного эксперимента, логически или математически невозможно.

Несмотря на то что определенного алгоритма действий для работы в ситуациях, включающих концептуальные противоречия (междисциплинарные области и период смены картины исследуемой реальности), не существует, ученый в своем поиске может опираться на методологические принципы, которые не детерминируют, но направляют исследования. Не случайно много внимания уделялось обсуждению методологических принципов в период последней

научной революции такими учеными, как А. Эйнштейн, Н. Бор и другие основоположники квантовой механики [17]. Детальное рассмотрение возможности использования методологических принципов при построении эмпирических опосредующих структур выходит за рамки данной статьи.

Примечания

1. См.: *Баженов Л.Б.* Структура и функции естественнонаучной теории. – М.: Наука, 1978. – С. 27.
2. Там же. – С. 28.
3. Там же. – С. 32.
4. Там же.
5. Там же.
6. *Карнап Р.* Философские основания физики. – М.: Прогресс, 1971. – С. 42.
7. Там же. – С. 302.
8. Там же. – С. 305.
9. Там же. – С. 301–310.
10. См.: *Мамчур Е.А.* Проблема выбора теории. – М.: Наука, 1975. – С. 198.
11. См.: *Попова С.С.* Эмпирические опосредующие структуры в исследованиях Ньютона // Вестник НГУ. Сер. Философия. – 2010. – Т. 8, № 1. – С. 28–32.
12. См.: *Пальчикова И.Г., Попова С.С., Смирнов С.В.* Изучение эффекта Тальбота в световых полях после зонных пластинок // Автотометрия. – 2001. – № 1. – С. 94–111.
13. См., например: *Фейерабенд* Против метода [Эл. ресурс] – Режим доступа: http://www.philosophy.nsc.ru/BIBLIOTECA/PHILOSOPHY_OF_SCIENCE/FEYERABEND/00_sod.htm (дата обращения 09.08. 2010).
14. См.: *Попова С.С.* Галилей: эмпиризм ли? // Вестник НГУ. Серия Философия. – 2007. – Т. 5, № 2. – С. 29–33.
15. См.: *Ньютон И.* Оптика. – М., 1954. – С. 41.
16. См., например, статью «Пятно Пуассона» в Википедии: <http://ru.wikipedia.org> (дата обращения 19.08. 2010).
17. См.: *Симанов А.Л., Стригачев А.* Методологические принципы физики: общее и особенное. – Новосибирск: Наука, 1992.

Дата поступления 10.07.2010

Институт лазерной физики СО РАН,
г. Новосибирск
svetlanas_popova@mail.ru

Popova, S.S. Empiric mediating structures

To analyze a complex correlation of empirical and theoretical components of scientific experiment, the author proposes to consider empiric mediating structures. The general idea of such structures is presented with the help of some simple examples of observing by the use of a mirror. The paper also discusses some characteristics of empiric mediating structures.

Keywords: empiric, theoretical, methodology