ВЕСТНИК ПЕРМСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
2013 **Философия. Психология. Социология** Выпуск 4 (16)

УДК 111.1

К ВОПРОСУ О ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ ВОЗМОЖНОСТИ АКСИОМАТИЧЕСКОЙ ПЕРЕСТРОЙКИ ПРОИЗВОЛЬНОЙ НАУЧНОЙ ТЕОРИИ

А.М. Воин

В статье опровергается господствующее сегодня в эпистемологии, теории познания и философии науки представление о принципиальной невозможности аксиоматизации достаточно богатой научной теории. Проведенное исследование помогает лучше разобраться в сути научной теории и ее связи с описываемой действительностью.

Ключевые слова: генезис теории; обоснование теории; аксиоматический метод; генетический (конструктивный) метод; понятие; абстрактный объект; картина мира.

Рассматриваемая в статье проблема является важной частью более широкой и хорошо известной в теории познания и эпистемологии проблемы особого эпистемологического статуса науки, она же проблема абсолютности относительности научного познания и т.п. Эта более широкая проблема рассмотрена мной в работах по единому методу обоснования научных теорий [1, 2, 3, 4]. В них я показываю, что наука обладает особым эпистемологическим статусом при условии соблюдения ею требований единого метода обоснования, который был выработан в процессе развития естественных наук, но до сих пор не был представлен эксплицитно и существовал лишь на уровне стереотипа естественно-научного мышления, который я представил эксплицитно.

Важной частью метода является аксиоматическое построение теории, в связи с чем и возникает вопрос, вынесенный в заголовок статьи. Впрочем, в философии этот вопрос возник гораздо раньше в связи с очевидными преимуществами аксиоматического метода и существующей в науке, прежде всего в физике, тенденции аксиоматической перестройки теорий, которую, однако, далеко не всегда удавалось до сих пор осуществить. Эти трудности практической перестройки были восприняты многими философами как принципиальные, вследствие чего сегодня в философии доминирует мнение о принципиальной невозможности аксиоматической перестройки достаточно богатой научной теории. Ниже будут рассмотрены два вида возражений против принципиальной возможности аксиоматической перестройки произвольной научной теории. (Это рассмотрение может также лучше уяснить суть самого единого метода обоснования.)

Первый вид возражений связан со ссылкой на результат Геделя, якобы «обосновавшего принципиальную неполноту аксиоматических реконструкций достаточно богатых научных теорий» [6, с. 173]. Под «принципиальной неполнотой аксиоматических реконструкций теорий» имеется в виду, что якобы в случае достаточно богатой научной теории невозможно получить все ее выводы ни из какой одной системы аксиом. И ссылаются при этом, как уже сказано, на теорему Геделя. Рассмотрим, что сделал Гедель на самом деле и какое это имеет отношение к нашему предмету. Гедель доказал недоказуемость полноты и непротиворечивости системы аксиом арифметики в рамках теории, построенной на этих аксиомах [7, с. 5]. Опровергает ли это само по себе, без дополнительных допущений, возможность аксиоматической перестройки произвольной теории или доказывает ли это «принципиальную неполноту аксиоматической реконструкции»? Даже если обобщить теорему Геделя с арифметики на произвольную теорию (чего он не делал, но против чего я не возражаю), то все равно ответ отрицательный. Потому что какая нам разница с точки зрения этой возможности, будет ли доказана полнота и непротиворечивость внутри теории или вне ее. Более того, внутри аксиоматической теории не могут быть доказаны не только полнота и непротиворечивость аксиом, но даже их истинность. В этом собственно смысл аксиоматического подхода, т.е. в том, что утверждения, содержащиеся в аксиомах, принимаются без доказа-

Воин Александр Миронович — кандидат физико-математических наук, руководитель Международного института философии и проблем общества; Украина, 02232, Киев, ул. М. Цветаевой, 5–143; alexvoin@yahoo.com.

тельства, «как аксиомы». Истинность их при этом проверяется только соответствием их и выводов из них эмпирии. Дедуктивное же доказательство их возможно только в рамках более общей теории, аксиомы которой теперь уже будут не доказуемы (дедуктивно) внутри нее. Так, базисные положения дифференциального исчисления доказываются не внутри его, а в теории пределов. В свою очередь базисные положения последней доказываются в теории множеств. Но если нас устраивает и не мешает аксиоматической реконструкции недоказуемость истинности аксиом внутри теории, то почему должна мешать аналогичная недоказуемость полноты и непротиворечивости, тем более, что непротиворечивость проверяется тем же соответствием эмпирии. (Внутри природы нет противоречий.)

То есть из самой теоремы Геделя не следует отрицание принципиальной аксиоматичности. А чтобы прийти к нему, было добавлено допущение [7, с. 34–35], что полнота арифметической системы аксиом не только не может быть доказана внутри нее, но там ее нет вообще, т.е. что арифметическая система аксиом не полна. Следует подчеркнуть, что это только допущение, а не дедуктивный вывод из теоремы Геделя, поскольку из того, что полнота не может быть доказана внутри аксиоматической теории, отнюдь не следует, что ее нет. Но и из этого допущения (в предположении, что оно будет доказано) непосредственно также еще не следует упомянутое утверждение. Действительно, хорошо известно, что можно строить аксиоматические теории и на неполной системе аксиом и многие известные математические и физические теории так и построены. Но Э. Нагель и Д.Р. Ньюман подкрепили это допущение примером [7, с. 35]. Суть примера такова: утверждение, гласящее, что любое четное число может быть представлено как сумма двух простых чисел, невыводимо из арифметической системы аксиом и в то же время до сих пор никем не опровергнуто. Вот отсюда-то и выводят «обоснование принципиальной неполноты аксиоматической реконструкции достаточно богатых теорий». На первый взгляд кажется, что отсюда такой вывод можно сделать. Но лишь на первый взгляд.

Дело в том, что уже сами Э. Нагель и Д.Р. Ньюман пришли к выводу, что хотя это утверждение и невыводимо из той системы аксиом, которую рассматривал Гедель (арифметической), но оно будет выводимо, если к этой системе добавить еще аксиому. Правда, при этом мы получим уже не чисто арифметическую, а некую математическую теорию, включающую в себя арифметику как часть. И еще отмечают Э. Нагель и Д.Р. Нюман, что и для этой новой системы аксиом найдется какое-нибудь другое утверждение относительно ее понятий, невыводимое уже из этой системы. Но тогда можно будет добавить еще одну аксиому и вывести и это утверждение и т.д. до бесконечности. Вывод из всего этого построения прямо противоположен сделанному П.Ф. Йолоном и его единомышленниками, он таков: для любой сколь угодно богатой теории найдется достаточно богатый набор аксиом, из которых может быть выведено любое утверждение этой теории. Правда, этот вывод относится только к математическим теориям, обобщающим арифметику, но во всяком случае отсюда видно, что у П.Ф. Йолона не было оснований для его вывода ни в указанной области, ни, тем более, для произвольных научных теорий.

Из построений З. Нагеля и Д.Р. Ньюмана следует еще один вывод, важный для дальнейшего. А именно вывод о несостоятельности изначального, классического определения полноты системы аксиом, гласящего, что система аксиом полна, если к ней нельзя добавить ни одной новой независимой, т.е. невыводимой из данных и не противоречащей им аксиомы. К рассматриваемому выводу можно прийти и без помощи Э. Нагеля и Д.Р. Ньюмана. Действительно, в этом определении полноты не оговорен класс высказываний, среди которого можно искать аксиому для проверки полноты заданной системы. А коль так, то для любой системы аксиом (претендующей на полноту) всегда найдется бесчисленное множество аксиом (утверждений о ее понятиях), не противоречащих исходным аксиомам и невыводимых из них. Например, к евклидовой системе аксиом можно добавить такую: «Прямая, проходящая через две точки, — дура». Как ни глупо и ни бессмысленно это утверждение, но оно не противоречит аксиомам Евклида и не выводимо из них. Кстати, в дальнейшем в математике появился ряд новых определений полноты, уточняющих классическое в том числе в направлении ограничения класса высказываний. Для целей этой статьи нет нужды углубляться в современные определения полноты системы аксиом. Важно заметить лишь следующее: о полноте системы аксиом можно говорить лишь для заданного класса высказываний — утверждений или, иными словами, для заданной задачи. При изменении задачи, скажем расширении (сужении) ее, изменяется (расширяется) класс высказываний — утверждений для выбора аксиом, и исходная система аксиом, бывшая прежде полной, перестает быть таковой и к ней можно добавлять новые независимые и непротиворечащие исходным аксиомы. Пример Э. Нагеля и Д.Р. Ньюмана иллюстрирует вышесказанное. Исходные аксиомы, рассматриваемые в нем, — это аксиомы собственно арифметики, а вот невыводимое из них утверждение, что любое четное число есть сумма двух простых, это уже утверждение не из чистой арифметики, а из теории чисел, которая является расширением арифметики.

Другой тип возражений против принципиальной возможности аксиоматической перестройки произвольной теории основан на существующем сегодня нечетком разделении генезиса и обоснования теории. Аксиоматическое построение как часть метода обоснования обязательно именно в фазе обоснования. Но обоснованию предшествует генезис теории, в котором допустимо и даже полезно многое из того, что запрещено в обосновании, как то: интуиция, фантазия и прочие вещи, которые роднят науку с искусством, разными видами творчества. Обоснование же (единый метод обоснования) — это то, что отличает науку от всех прочих видов творчества. Но на практике сегодня генезис и обоснование, как правило, четко не разделены. Вот как об этом пишет В. Степин: «При анализе теоретических текстов обнаруживается, что даже в высокоразвитых теориях, широко использующих приемы формализованной аксиоматики, существует некоторый принципиальный неформальный остаток, причем организованный вовсе не по нормам аксиоматико-дедуктивного построения» [8, с. 44]. В качестве особо яркого примера сему он ссылается на «отца» аксиоматического метода Евклида, в геометрии которого, изложенной в его «Началах», наряду с чисто аксиоматическими построениями встречаются приемы генетические, типа мысленного эксперимента. (Например, мысленное наложение треугольников друг на друга при доказательстве их равенства.) И делает он отсюда вывод о принципиальной невозможности чисто аксиоматического построения достаточно богатой теории. При этом он не учитывает, что Гильберт [5, с. 66–85] достроил аксиоматически геометрию Евклида. (В частности добавил к аксиомам Евклида группу аксиом конгруэнтности, с помощью которых доказательство равенства треугольников выстраивается чисто аксиоматически, без помощи мысленного эксперимента.) Все прочие примеры В. Степина также из области генезиса (которому и посвящена его книга) и потому аксиоматический и генетический (конструктивный) методы там чередуются вполне законно и не опровергают возможность чисто аксиоматической развертки теории.

Важно отметить также, что обоснование, способное обеспечить особый эпистемологический статус научной теории и, в частности, однозначность выводов, вообще невозможно при нарушении строгой аксиоматичности построения и сочетании аксиоматического построения с генетическим. Чтобы лучше понять это, рассмотрим разницу между аксиоматическим и генетическим методами. Базисным элементом аксиоматического метода является понятие. Базисным элементом генетического — описанный В. Степиным «абстрактный объект». Понятие фиксирует только те свойства объектов, которые определяются аксиомами. Сама суть аксиоматического метода запрещает вводить в рассмотрение свойства изучаемых объектов, не зафиксированные в аксиомах и, следовательно, в понятиях. В то время как суть генетического метода состоит как раз в том, что мы вводим в «мысленном эксперименте» свойства объектов, не зафиксированные в начальном определении абстрактного объекта и не определенные аксиомами. Мысленный эксперимент — очень ценное эвристическое средство, ценное в фазе генезиса. Но, поскольку оно разрушает однозначную связь между свойствами базового элемента (абстрактного объекта) и аксиомами, оно разрушает дедуктивность развертки (что В. Степин признает) и нарушает однозначность того, о чем мы говорим, а значит, однозначность выводов и потому должно быть элиминировано в фазе обоснования.

Проиллюстрируем представленные выше сравнение абстрактных объектов с понятиями на примерах. Сравним абстрактный объект «электрон», рассматриваемый на определенных этапах генезиса теории тока в проводнике и теории строения атома, с понятием носителя тока (который также именовался в определенный период электроном), определяемым аксиомой теории тока в проводнике, именуемой законом Ампера–Ома: $J = V/R$. (Для этого сравнения нам не важно, выстроена ли данная теория чисто аксиоматически и каковы другие ее аксиомы, достаточно рассмотрение одной этой.) Физическое содержание (онтология) абстрактного объекта «электрон» менялось много раз по ходу развития теорий тока, строения атома и других, связанных с этим объектом. Изначально абстрактный объект, переносящий ток, был вообще не электрон, а электрическая жидкость (флюид). Затем появился электрон со свойствами заряда и массы определенной величины, сконцентрированными в практически точечного размера шарике. Затем оказалось, что масса его — это не обычная масса покоя, но специфическая масса движения. Далее, что это не точечный шарик, а облако или пакет волн. Все это время закон Ампера–Ома оставался незыблем. Он определяет понятие носителя электрического тока двумя свойствами: наличием заряда и способностью перемещаться в проводнике под действием разности потенциалов (а точнее, к этому в соответствии с аксиомой следует добавить: передвигаться, перенося в единицу времени количество заряда, пропорциональное напряжению и обратно пропорциональное сопротивлению). Все остальное, как то: форма шарика, облака, пакета волн или чемодана, и наличие какой бы то ни было массы к данной аксиоме и вообще к аксиоматической теории тока отношения не имеет. То есть мы видим, что абстрактный объект «электрон» обладает свойствами, помимо свойств, определенных аксиоматически в теории тока. Причем по ходу эволюции теории свойства, не определяемые аксиомами, меняются, а свойства, определенные аксиомами, остаются неизменными. Отсюда видна неопределенность смысла теории, если ее выводы относить к абстрактным объектам, а не к понятиям.

Многие другие примеры, которыми В. Степин иллюстрирует (по его мнению) невозможность аксиоматической перестройки, связаны не только с нечетким разделением фаз генезиса и обоснования теории, но и с непониманием сути единого метода обоснования, обусловленным отсутствием до сего дня его эксплицитного представления. Прежде всего это относится к «частным теоретическим схемам» (терминология В. Степина), развиваемым на базе некой глобальной теории типа ньютоновской механики, максвеловской электродинамики и т.п. Это — теория твердого тела, гидродинамика, газодинамика для механики Ньютона; электростатика, теория тока в проводнике, теория электромагнитной индукции для электродинамики Максвелла. Хотя исторически эти «частные теоретические схемы» могут возникать и до возникновения общей теории (что и было с большинством из них в случае, например, электродинамики Максвелла), но в окончательном виде они включаются в общую теорию, как частные выводы из нее. Выводы, по мнению В. Степина, полученные из законов-аксиом базовой теории не чисто дедуктивно, а с помощью также мысленного эксперимента, в процессе которого принимаются во внимание помимо свойств абстрактных объектов, учитываемых в аксиомах базовой модели, также новые свойства. На самом же деле в данном случае введение новых свойств объектов, не зафиксированных в аксиомах базовой теории, равносильно введению новых, дополнительных понятий и аксиом и сужению задачи на новую область. Иными словами, равносильно созданию новой теории с новым (расширенным) набором аксиом и новой (суженной) областью применения (являющейся частью прежней).

Например, теория твердого тела строится попрежнему на всех трех законах Ньютона, законе сложения скоростей Галилея и представлении об абсолютности времени (равносильному аксиоме), но также на представлении о неизменяемости твердым телом его формы под действием силы. Это представление, согласно В. Степину, вводит новое свойство абстрактных объектов и тем нарушает аксиоматичность построения. Но согласно единому методу обоснования — это новая аксиома, которая определяет свойство понятий новой теории, выстроенной аксиоматически на новой системе аксиом. Системе, содержащей все аксиомы базовой модели плюс новую аксиому о недеформируемости твердого тела. И в данном случае, я повторяю, речь идет о таком дополнении к базовой системе аксиом, при котором базовые аксиомы продолжают действовать во всей области действия новой теории, в то время как новая теория действует только в части области действия базовых аксиом, в той части, на которую она и осуществляет это «расширение». В частности, аксиому твердого тела мы не применяем ни в гидродинамике, ни в прочих теориях сплошных сред, ни в теории осциллятора, ни в теории движения свободной материальной точки и т.д.

Следующая проблема, поднятая В. Степиным и требующая разъяснения, связана с одним из отличий методов построения теории в современной физике от методов классической физики. (Речь идет, разумеется, об отличии в фазе генезисе.) Суть его такова.

Уже говорилось, что в классической физике, как правило, сначала создавались частные теории («теоретические схемы», по В. Степину) и затем на их основе обобщающая теория, как, например, электродинамика Максвелла на основе электростатики Кулона, магнитостатики того же Кулона, Био-Савара и Ампера, теории электромагнитной индукции Фарадея и т.д. В свою очередь каждая частная теория строилась на основе обобщения экспериментального материала, добытого ранее. Правда, как отмечает В. Степин, законы этих частных теорий не получались в виде дедуктивного вывода из экспериментальных фактов, а лишь показывалось, что они и выводы из них этим фактам соответствуют. Но это обстоятельство полностью соответствует аксиоматическому подходу, поскольку все законы Кулона, Ампера и т.д. есть не что иное, как аксиомы соответствующих частных теорий, а аксиомы, как известно, не доказываются в рамках аксиоматической теории, т.е. они и не должны выводиться дедуктивно из эмпирических фактов, но выводы из них должны соответствовать эмпирии, что и имело место. Аналогично строилась и обобщающая теория, только «фактами» для нее служили законы и выводы из них частных теорий. Вся эта картина, таким образом, прекрасно вписывается в аксиоматический подход, но вот в современной физике эта идиллия, видимо, нарушается.

В связи с обстоятельствами, которые хорошо иллюстрирует в своей книге В. Степин, избавляя меня от необходимости повторять их, в современной физике описанная выше картина зачастую имеет обратную последовательность. А именно: частная теория начинает создаваться до того, как накоплен достаточный экспериментальный материал, причем в основу ее ложится математическая гипотеза (вместе с соответствующим математическим формализмом), заимствованная по аналогии из смежной, уже развитой области физики. А затем начинается процесс уточнения понятий, которые вместе с формализмом заимствованы из смежной области, установление соответствия этих понятий и выводов относительно них имеющемуся эксперименту и постановка новых экспериментов под направляющим воздействием гипотезы. Уточнение сути этой фазы исследования так же, как и выяснение возникающей здесь проблемы, требующей аксиоматического объяснения, лучше всего разобрать на примерах, на которых концентрирует внимание сам В. Степин.

Первый такой пример — это волновая теория электрона Дирака. По аналогии с волновыми теориями для других областей физики Дирак написал 4 дифференциальных уравнения для 4 волновых функций. Трактовку переменных в этих уравнениях он поначалу также принял по аналогии. Затем, решая эти уравнения, получил выводы, которые стал проверять на соответствие эксперименту и обнаружил ряд парадоксов, таких, например, как вывод, гласящий, что «электрон без всякого внешнего воздействия, самопроизвольно может излучать два кванта, после чего исчезает» [8, с. 182]. Тогда Дирак изменил физическую трактовку переменных в своих уравнениях (не меняя уравнений) и получил на сей раз и соответствие эксперименту, и отсутствие парадоксов.

Другой пример — это процедуры Бора–Розенфельда при создании ими квантово-релятивистской теории электромагнитного поля. Подобно Дираку, Бор и Розенфельд использовали математическую гипотезу, перенеся на новую область уравнения электродинамики Максвелла. Но они пошли дальше Дирака методологически, выработав процедуру уточнения смысла понятий переменных в этих уравнениях в приложении их к новой области — процедуру, позволившую значительно сократить количество потребного действительного эксперимента, заменив его мысленным. Эту процедуру В. Степин называет «конструктивным обоснованием» теоретических объектов гипотезы, и она вытекает из того факта, что привязка понятия к действительности, его «надеваемость» на эту действительность связана с принципиальной измеримостью тех свойств, которые лежат в основе определения понятия. Проверять же принципиальную возможность измерения можно и в мысленном эксперименте, а не обязательно в активном. Если такой измеримости нет, то понятие неконструктивно, а пользование им может (по В. Степину, я полагаю, что и должно) привести к парадоксам. Используя этот метод, Бор и Розенфельд уточнили изначальные значения понятий переменных в уравнениях Максвелла, в частности, заменив для новой области значения полевых переменных E и H, бывшие значениями электрической и магнитной напряженности в точке поля, на напряженности, усредненные по некоторому элементарному объему в окрестностях этой точки, величина которого была связана со свойствами так называемого пробного тела, и доказали в мысленном эксперименте (мысленно построили соответствующий эксперимент, который при желании можно было осуществить и физически) принципиальную измеримость этих новых величин в новой области, в то время как прежние величины (точечные) в новой области были неизмеримы, в чем и состоял парадокс, отмеченный Л. Ландау и Р. Пайерлсом и поставивший в тупик физику в тот период.

Исходя из этих двух примеров можно сформулировать суть проблемы, требующей аксиоматического объяснения. Четыре дифференциальных уравнения Дирака есть не что иное, как аксиомы его волновой теории электрона, а переменные в них — не что иное, как базовые понятия этой теории. Но, как мы знаем, аксиомы однозначно определяют базовые понятия и наоборот. Как же тогда может быть, что, не меняя уравнений-аксиом, Дирак менял понятия? Аналогично, как Бор и Розенфельд, не меняя аксиом-уравнений Максвелла, меняли физическое содержание переменных в них, т.е. понятия.

Для того чтобы разобраться в этом вопросе, нужно еще раз углубиться в суть самого аксиоматического подхода. А именно: как мы делаем выводы из аксиом? Мы делаем их по правилам вывода, которые называем дедуктивными. Но откуда взялись эти правила и что они из себя представляют? Эти правила есть не что иное, как аксиомы (или выводы из них) некой метатеории. Точнее, как будет показано, речь идет о многих метатеориях. Но пока ограничимся метатеорией так сказать первого порядка и покажем на примерах, что правила вывода из аксиом сами есть аксиомы метатеории. Лучшим примером для этого может служить весь тот материал, который рассматривает В. Степин в своей книге, начиная с механики Ньютона и кончая современными физическими теориями. Реальное создание научных теорий, их генезис, по В. Степину (и тут я с ним вполне согласен), представляет собой попеременное употребление генетических и аксиоматических приемов. Причем в качестве аксиоматического В. Степин рассматривает только дедуктивные построения на базе аксиом. (А я говорю, что сюда относится и является даже главной частью и само формулирование аксиом и понятий и выяснение их соответствия эмпирии — но не об этом сейчас речь.) А в качестве главного образца этого дедуктивного построения он рассматривает «движение внутри математического формализма», в данном случае в основном это решение дифференциальных уравнений или их преобразования. А что из себя представляют правила решения дифферециальных уравнений или их преобразования? Не что иное, как аксиомы или выводы из них — теоремы математической теории (в принципе аксиоматической), именуемой дифференциальным исчислением или матанализом, исчислением бесконечно малых и т.д., с ответвлениями в виде теории дифференциальных уравнений и т.п.

Итак, показано, что правила получения выводов из аксиом внутри аксиоматической теории являются сами аксиомами (или выводы из них) некой метатеории. Аксиомами, естественно, отличными от базовых аксиом рассматриваемой теории. Например, аксиомы дифференциального исчисления, разработанные тем же Ньютоном, это не аксиомы его же механики, хотя для того, чтобы получить выводы из второго закона Ньютона (одной из аксиом его механики): $F = md''s/dt$, мы решаем это дифференциальное уравнение по правилам-аксиомам метатеории — дифференциального исчисления. Уточним здесь понятие метатеории. С одной стороны, это теория, область действия которой накрывает (полностью или частично) область действия данной и выходит значительно за ее пределы. Скажем, исчисление бесконечно малых применимо не только в механике Ньютона или физике вообще, но и в биологии, и в экономике, т.е. везде, где оправданно допущение непрерывности и дифференцируемости (причем только там, где это допущение оправданно, и поэтому эта метатеория не применима для любой области даже физики, не говоря об экономике и биологии). С другой стороны, метатеория не является альтернативой теории, для которой она служит мета. Она не трогает ее аксиом, она, если можно так выразиться, индифферентна к ним. Этим она отличается от вкладывающихся (или охватывающих друг друга) теорий, сменяющих друг друга в процессе развития науки, как, скажем, эйнштейновская механика в отношении ньютоновской, у которых аксиомы и понятия одной заменяют аксиомы и понятия другой. Или как в случае кинетической и классической теории газов, где большая теория дает основание, дедуктивный вывод аксиом меньшей теории (но не правила вывода из них). Как сказано выше, существует не одна метатеория. Это следует хотя бы из того, что в современной физике используются далеко не только дифференциальные уравнения в качестве математического аппарата. Но, что нам важно здесь отметить и показать, это существование вкладывающихся друг в друга метатеорий, т.е. метаметатеорий и т.д. Это следует хотя бы из того, что при аксиоматическом построении самой метатеории, т.е. при получении выводов из ее аксиом, мы опять же пользуемся некими правилами вывода, которые есть аксиомы (или следствия из них) теперь уже метаметатеории, и т.д. Такими метатеориями (метамета…мета) могут служить одна для другой различные разделы математики, скажем, алгебра для дифференциального исчисления (но не теория пределов, которая относится к дифференциальному исчислению, как кинематическая теория газов к классической, т.е. дает обоснование аксиом), затем различные логики для математики и, наконец, различные логики одна для другой.

Теперь можно ответить на выше заданный вопрос, как может быть, что Дирак менял физическое содержание понятий в своей теории, не меняя аксиом (и то же самое делали Бор и Розенфельд). Ответ в том, что уравнения сами по себе, любые уравнения, в том числе и Дирака или Бора и Розенфельда, без физической трактовки входящих в них переменных не являются аксиомами никакой физической теории, они лишь некоторые выводы в метатеории, именуемой дифференциальным исчислением. Например, если в математической записи второго закона Ньютона f — не сила, m — не масса и s — не перемещение, то это вовсе и не запись второго закона Ньютона, а просто дифференциональное уравнение определенного типа относительно произвольной функции s(t), удовлетворяющей только требованиям непрерывности и дифференцируемости. Поэтому когда Дирак меняет физическую трактовку переменных в своих уравнениях, то он меняет не только базовые понятия, но и сами аксиомы, сохраняя только математическую форму их записи, своего рода матрицу, в которую отливаются аксиомы данной теории. А это уже не противоречит аксиоматическому подходу, при котором мы варьируем аксиомы вместе с основными понятиями до тех пор, пока не получим соответствие эксперименту и отсутствие парадоксов. Разница же по сравнению с генезисом теорий в классической физике только в том, что мы заранее принимаем не только метатеорию, т.е. математический аппарат, но и вид уравнений, служащих матрицей для наших аксиом (но не сами аксиомы). Основанием для этого служит наличие большого количества уже наработанного материала в виде развитых, формализованных, если не до аксиоматического вида, то, по крайней мере, до применения математических формализмов, теорий для разных смежных областей, позволяющее заимствовать из них по аналогии формы — матрицы для аксиом новой области или, пользуясь языком В. Степина, математические формализмы. Кстати, сам В. Степин понимает, что математические уравнения без указания физического смысла их переменных не есть, как он пишет, «физические законы» [8, с. 186].

Еще одна проблема, поднятая В. Степиным и требующая аксиоматической разборки, — это влияние так называемой «картины мира» на научную, в частности физическую, теорию. Картиной мира В. Степин называет самые общие физические представления, посылки или допущения, принимаемые за основу при разработке глобальных теорий. Так, ньютоновская механика базируется среди прочих, например, на представлении дальнодействия, т.е. мгновенного действия силы на любом расстоянии, в то время как электродинамика Максвелла базируется на картине мира, исходящей из взаимодействия, передаваемого от точки к точке, т.е полевом взаимодействии. Картинномирные допущения являются универсальными, т.е. действующими во всех областях физики (естествознания) без исключения (откуда и название). Поэтому когда утвердилась, скажем, электродинамика Максвелла, то ее картину мира стали распространять и на механику Ньютона и вместо мгновенного действия сил тяготения на любое расстояние стали говорить о поле тяготения, в котором передача взаимодействия идет от точки к точке, как в любом поле.

Уже из этого примера видно, что картина мира меняется в процессе эволюции познания. Причем, как показал В. Степин, она меняется не только под влиянием вновь появляемых глобальных физических теорий, но даже под влиянием еще более быстро изменяющегося социокультурного фактора. С другой стороны, В. Степин показал, что картина мира влияет на генезис глобальных теорий, в частности на выбор абстрактных объектов для них. Все это, по видимости, противоречит принципиальной аксиоматизируемости научной теории и единому методу обоснования. Поэтому проблема требует пролития на нее «аксиоматического света», что и предлагается ниже.

Как сказано, В. Степин показал, что картина мира влияет на выбор абстрактных объектов. Но, как показано выше, абстрактный объект — элемент генезиса теории, но не элемент ее обоснования. Поэтому влияние изменяющейся картины мира заканчивается генезисом и не касается аксиоматических выводов теорий, которые остаются неизменными при всех сменах картин мира, парадигм и социокультурных мод. Покажем это на примерах.

Ньютон, как уже сказано, определял массу как количество корпускул в теле. Как пишет В. Степин, это представление было навеяно Ньютону существовавшей тогда картиной мира, которую принимал и Ньютон и в которой помимо дальнодействия (а также в связи с ним) принималось, что мир состоит из материальных корпускул, размещенных в нематериальном вакууме, не способном взаимодействовать с материей или влиять на взаимодействие материальных тел или корпускул. С другой стороны, из второго закона Ньютона, независимо от желания его открывателя, вытекает аксиоматическое определение массы как меры инерции тел (т.е. как свойства инерции, с соответствующей мерой). Из разобранного выше взаимоотношения аксиом и базовых понятий следует, что в рамках аксиоматической теории не может быть двух разных определений одного понятия и если все же такое происходит, то это значит, что теория не выстроена чисто аксиоматически, что в свою очередь не может не привести к противоречию. И, как отмечает сам В. Степин, такое противоречие и было обнаружено Эйлером, со времен которого определение массы как числа корпускул было отброшено.

Итак, определение массы как числа корпускул (навеянное картиной мира) не было аксиоматическим или, иными словами, не было определением понятия аксиоматической теории. А определением чего оно было и как оно позволило Ньютону прийти к правильным аксиомам-законам? Это было определение абстрактного объекта, определение, содержащее избыточные допущения-свойства, но среди избыточных содержащее и то необходимое теории (т.е. аксиоматическое), которое впоследствии и было извлечено из него Эйлером. Действительно, если считать, что материальные корпускулы тела обеспечивают его инерциальные свойства, что и предполагалось Ньютоном, то получим, что определение массы как меры (свойства) инерции заключается в определении ее как количества корпускул, но там сидит еще избыточное (с точки зрения аксиоматически выстроенной механики) допущение корпускулярности.

Этот пример иллюстрирует, прежде всего, ранее сказанное о разнице между абстрактным объектом и понятием аксиоматической теории, а именно, что абстрактные объекты содержат в определении, как правило, избыточные допущения-свойства. Во-вторых, он показывает, как пользование абстрактным объектом позволяет исследователю нащупать правильные законы, несмотря на избыточность допущений в нем. И, наконец, пример иллюстрирует то, ради чего он приведен: влияние картины мира на научную теорию ограничивается избыточными допущениями в определении абстрактных объектов, которые отпадают при аксиоматической перестройке — обосновании теории. На аксиоматическую теорию и на ее выводы, как показывает этот пример, сменяющие друг друга картины мира не влияют.

Максвелловская полевая картина мира, трактующая силовое поле как непрерывное, континуальное, т.е. такое, что все величины, характеризующие его (типа напряженностей E и H), существуют и могут быть в принципе измерены в каждой точке поля, также оказалась не последней в ряду известных нам на сегодня картин мира и уже сменена на квантово-полевую, в которой силовое поле обладает одновременно как свойством континуальности, так и свойством дискретности — корпускулярности. Найдены уже и избыточные допущения в абстрактных объектах, навеянные этой картиной, и тот парадокс, к которому они приводили. А именно, это упомянутый уже парадокс, открытый Ландау и Пауэрлсом. Избыточность состояла в допущении существования и измеримости полевых величин в каждой точке, а преодолен парадокс был Бором и Розенфельдом, которые обнаружили избыточность этого допущения и элиминировали его, показав, что аксиомы-уравнения Максвелла требуют лишь существования и измеримости усредненных полевых величин для некоторых элементарных объемов поля. Заметим, что и после этой смены картин мира аксиомы-уравнения Максвелла и дедуктивные выводы из них — законы Ампера, Кулона и т.д. сохранились неизменными.

Кстати, если бы во времена Бора и Розенфельда физика имела уже эксплицитно представленный и принятый единый метод обоснования, то парадокс Ландау и Пауэрлса мог бы разрешиться значительно быстрее. Дело в том, что еще лет за 100 до Бора физика уже знала и хорошо изучила область, являющуюся аналогом квантованного поля в смысле наличия в ней единовременно свойств континуальности и корпускулярности. Речь идет о газах, континуальные свойства которых описываются дифференциальными уравнениями классической теории газов, а корпускулярные — кинетической теорией. Там тоже полевые характеристики, давление P и температура T, не существуют, т.е. могут быть измерены не в точке, а лишь в неких элементарных объемах. Это было хорошо известно до Ландау и Бора и не мешало применению аппарата дифференциальных уравнений с его требованиями непрерывности и дифференцируемости в точках. А отсюда автоматически следует достаточность и для квантованного поля усредненных характеристик вместо точечных. Ведь хотя абстрактные объекты квантованного поля и газов совершенно разные, но аксиомы и выводы из них касаются не абстрактных объектов, а понятий со свойствами, фиксируемыми аксиомами. Свойства континуальности и корпускулярности одинаковы для этих двух областей — значит, все выводы, полученные из аксиом, фиксирующих эти свойства для одной области, будут справедливы и для другой.

Список литературы

1. *Воин А*. Абсолютность на дне онтологической относительности // Философские исследования. 2001. № 1. С. 211–233.
2. *Воин А*. Научный рационализм и проблема обоснования // Философские исследования. 2000. № 3. С. 223–235.
3. *Воин А*. Особый эпистемологический статус науки и современная физика // Философия физики. Актуальные проблемы. М.: ЛЕНАНД, 2010. С. 29–32.
4. *Воин А*. Проблема абсолютности — относительности научного познания и единый метод обоснования // Философские исследования. 2002. № 2. С. 82–102.
5. *Гильберт Д.* Основания геометрии. М.: Огиз: Гостехиздат, 1948. 492 с.
6. *Йолон П.*, Крымский С., Парахонский Б. Рациональность в науке и культуре. Киев: Наукова думка, 1989. 286 с.
7. *Нагель Э.*, Ньюман Д.Р. Теорема Геделя. М.: Знание, 1970. 64 с.
8. *Степин В.* Становление научной теории. Минск: Изд-во Белорусского государственного университета, 1976. 319 с.

ON PRINCIPAL POSSIBILITY OF AXIOMATIC RECONSTRUCTION OF SCIENTIFIC THEORIES

Alexander M. Voin

International Institute of Philosophy and Society problems;
5–143, M. Tsvetaeva str., Kiev, 02232, Ukraine

In the article the prevailing today in epistemology and philosophy of science understanding of the fundamental impossibility of axiomatic reconstruction rich enough theory is refuted. This study helps to understand better the nature of scientific theory and its relationship to described reality.

Key words: genesis of theory; foundation of theory; the axiomatic method; the genetic (constructive) method; concept; abstract object; the picture of the world.