



*Проблемы логики
и методологии науки*

**МЕТАФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВАНИЯ
ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О ПРОСТРАНСТВЕ***

**ЧАСТЬ III.
МЕТАФИЗИКА, МЕТОДОЛОГИЯ, ФИЗИКА**

А.Л. Симанов

В статье обосновывается тезис, согласно которому основной метод формирования метафизических оснований и представлений в фундаментальной физике – аксиоматический, поскольку в любой аксиоматике всегда существует элемент искусственности: аксиомы выбираются так, чтобы соответствовать теории и имеющимся, но в недостаточном количестве, эмпирическим данным. Изменение системы исходных аксиом может привести к созданию новой теории, имеющей определенное физическое значение и отличной тем самым от альтернативной, но относящейся к той же области объективной реальности.

Ключевые слова: метафизика, методология, аксиоматика, физика, теория, пространство.

С одной стороны, каждая теория стремится стать методологической основой научного исследования, и в пределах поля действия самой теории именно так и происходит. Но с другой стороны, этот процесс обусловлен методологическими возможностями философских систем, функционирующих в обществе, определяется ими. Методологические возможности философии вместе с методологическими возможностями

* Продолжение. Начало см.: Метафизические основания представлений о пространстве: Часть I. Философское введение // Философия науки. – 2007. – № 4(35). – С. 19–32; Метафизические основания представлений о пространстве: Часть II. Метафизика, математика, физика // Философия науки. – 2008. – № 2(37). – С. 100–133.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского гуманитарного научного фонда, проект № 08-03-90302 а/Б.

теорий позволяют выдвигать (в случае недостаточной эмпирической базы) такие метафизические гипотезы, которые в ходе развития научного познания могут эволюционировать в научные гипотезы, имеющие методологическое значение для развития теории. Это один из путей реализации методологической функции философии в процессе формирования и развития научных теорий. Он особенно нагляден в развитии физического познания, так как имеет здесь богатую историческую традицию.

Такая поисковая форма реализации методологической функции философии в физическом познании означает возможность выводимости конкретно-научных теорий из умозрительного, метафизического истолкования природы. И здесь мы сталкиваемся с проблемой обоснования истинности полученной теории. Примером этому могут служить безуспешные, но весьма поучительные попытки Оствальда, Авенариуса, Маха, Лоренца, Пуанкаре и других преодолеть кризис в естествознании в конце XIX в. В свою очередь имеются и положительные примеры, связанные с историей становления и развития специальной и общей теорий относительности, которые драматически подтвердили взаимосвязь пространства, времени и материи, ранее предсказываемую на основе метафизических соображений.

В этом отношении богатые возможности для выявления места и роли метафизических оснований физических теорий дают попытки создания единой теории поля, или единой теории физической материи, призванной свести описание многообразных свойств элементарных частиц и законов их взаимопревращений к системе единых универсальных принципов, что позволило бы более глубоко понять сущность и структуру пространства. Создание такой теории методологически оправдано принципом всеобщего универсального взаимодействия, конкретизируемого содержательным образом на уровнях всеобщего, общего и особенного (конкретного) в процессе познания. Данная конкретизация определяет и возможные направления объединения различных физических явлений, варианты и способы их сочетания, связанные с уровнем развития физического познания. Так, в уравнениях Максвелла объединяются электрические, магнитные и световые явления. Менее удачной была попытка объединения электромагнитных и гравитационных явлений на основе общей теории относительности, связывающей, в свою очередь, гравитационное взаимодействие материи с геометрическими свойствами пространства-времени.

Более удачным оказался путь расширения глобальной симметрии уравнений движения до локальной калибровочной симметрии, справедливой в каждой точке единого пространства-времени. На этом пути была построена объединенная теория слабого и электромагнитного взаимо-

действий лептонов и кварков, не имеющая пока противоречий с экспериментом и предсказавшая существование трех тяжелых масс (около 80–90 протонных масс) слабо взаимодействующих векторных частиц (промежуточных векторных бозонов), играющих роль переносчиков слабого взаимодействия. В данную схему пытаются включить и сильное взаимодействие, объединяющее в одно семейство и кварки, и лептоны. Одним из предсказаний такого объединения, называемого великим, допускающим экспериментальную проверку, является предсказание нарушения законов сохранения барионного и лептонного зарядов.

Другим направлением создания единой теории поля, включающим и гравитационное взаимодействие, является расширение калибровочной симметрии до так называемой супергравитации, объединяющей частицы с различными спинами. Но эти попытки оказываются пока малопродуктивными.

Исследования в области создания единой теории поля показывают методологическую ограниченность подходов, опирающихся только на естественно-научные представления эмпирического плана, говорящие о неразрывной связи между всеми частицами, их взаимопревращаемости. В этом случае возникают рецидивы «дурной» метафизики, приводящие к смешиванию онтологии и эпистемологии. Так, В.Гейзенберга интересует, насколько схеме локальной причинности в смысле специальной теории относительности следуют реальные события природы [1]. Но проблема должна ставиться наоборот: насколько схема соответствует реальным событиям. Методологически неправильно, некорректно поставленный вопрос приводит и к неправильным, ложным ответам, которые тем не менее могут сыграть в научном познании принципиальную роль: Например, по мнению В.Гейзенберга, многие физики ищут подлинно элементарные объекты, рассматривая в качестве этих объектов гипотетические кварки. Однако, как считал автор, это заблуждение. Если даже кварки и существуют, подчеркивает он, нельзя утверждать, что, скажем, протон составляют три кварка. Следует говорить, что он с той или иной вероятностью состоит из бесконечного числа различных конфигураций, включающих пары «кварк – антикварк». Поэтому понятие элементарной частицы следует заменить понятием фундаментальной симметрии [2]. Таким образом, по Гейзенбергу, основания физических теорий надо искать не в реальных объектах и процессах, а в математических формализмах, а фактически в той метафизике, которую можно назвать классической и которая неоднократно подвергалась

вполне обоснованной критике. И заблуждения такого рода в среде естествоиспытателей, к сожалению, не единичны и сейчас.

Для современного развития физического знания характерно стремление к синтезу и объяснению все большего числа отдельных фактов на основе все меньшего числа фундаментальных принципов. Предпринимаются попытки создания взамен традиционной, утилитарной формулировки различных разделов физики, не приспособленной для установления фундаментальных принципов, которые объединяли бы различные на первый взгляд теории, физических аксиоматических систем, объединяющих в единое целое отдельные физические теории. Здесь я предполагаю остановиться на причинах возникновения этой тенденции, проанализировать некоторые пути и возможности аксиоматизации физических теорий и взаимодействие аксиоматики как метода построения теории и метафизики как основания теории при отсутствии достаточной эмпирической базы как для формулирования теории, так и для ее обоснования.

Как известно, физику можно излагать четырьмя способами. Это, во-первых, исторический подход, при котором физические теории рассматриваются в их генезисе, начиная с исследования теоретических, экспериментальных и философских предпосылок теории через анализ различных попыток ее формулирования, которые привели к существующей формулировке, и кончая изучением влияния теории на будущее развитие физики. Существенным недостатком этого подхода является то, что он оставляет неясной логическую структуру физической теории, не выявляет наиболее фундаментальные с точки зрения логической завершенности принципы и понятия.

Во-вторых, это утилитарный подход, заключающийся в том, что физические теории излагаются в виде набора формул и рецептов действий с ними, которые позволяют вычислять различные возможные величины, характеризующие изучаемые в данной теории явления, причем обычно вне связи их друг с другом.

В-третьих, наиболее употребляемый эвристический подход, суть которого в том, что физические теории излагаются в виде совокупности теорем и формул, с помощью которых делают выводы о существовании и характере явлений, возможных в области реальности, изучаемой данной физической теорией и описываемой ее формализмом.

К недостаткам последних двух подходов можно отнести следующее: а) интуитивность основных понятий (например, понятий времени, длины, силы, массы, заряда и т. п.); б) интуитивно-наглядный, поверхностный

характер исходных положений и принципов, которые имеют вид аксиом; в) отсутствие логически единой картины физики как целого; г) зачастую многозначный физический смысл теорий и символов; д) наличие большого числа нестрогих доказательств и выводов и т. д.

Четвертый, аксиоматический, подход позволит, очевидно, дать более полную, логически строгую формулировку теорий, более глубокое их понимание, выявить суть и основное содержание той или иной физической теории. Здесь следует особо отметить, что данный подход уже сам по себе имеет метафизический характер, поскольку представляет собой (в условиях недостаточности эмпирических данных) задание исходных положений, не требующих строго обоснованных эмпирических оснований. Эти положения должны быть непротиворечивыми и давать в итоге эмпирически верифицируемую теорию. Но здесь может возникнуть коллизия – альтернативные теории.

Разумеется, все эти четыре подхода к изложению физических теорий применялись и всегда будут применяться, так как они имеют каждый свои задачи и освещают различные стороны физического знания. Но именно аксиоматический подход дает больше возможностей в создании новых теорий с новыми формализмами на основе анализа общих принципов, упорядочивающих и обобщающих на первый взгляд различные физические понятия и теории. Причем известно, что для физика в любой аксиоматике всегда существует элемент искусственности в создании аксиоматической базы, поскольку он знает, что аксиомы выбраны так, чтобы соответствовать теории, которая, в общем, не изменится от введения этой аксиоматики. Однако для выявления того, в чем согласны различные, в том числе и альтернативные теории, и в чем они расходятся, необходимо обращаться к аксиоматике для того, чтобы понять и это согласие, и это расхождение. Изменение системы исходных аксиом может привести к созданию новой теории, имеющей определенное физическое значение и отличной тем самым от альтернативной, но относящейся к той же области объективной реальности, что подчеркивает метафизический характер оснований теорий.

На примере аксиоматического подхода, даже не совсем логически строгого и совершенного, можно показать, насколько интереснее соотношение, скажем, между ньютоновской и релятивистской динамикой материальной точки в контексте исследования проблематики пространства, чем если бы их рассматривать с точки зрения других подходов. Для этого построим систему первичных понятий и аксиом.

1. Пусть K^4 – дифференцируемый четырехмерный континуум $K(x, y, z, t)$; $K_{x, y, z, t}$ – положение материальной точки; F – заданное поле сил; w – скорость распространения сигнала в K^4 .

2. Для ньютоновской динамики материальной точки ($w \ll c$)

$$ds = (dx^2 + dy^2 + dz^2)^{1/2} \quad (1)$$

– элемент длины K^4 ; для релятивистской динамики материальной точки ($w \sim c$) [3]

$$dS = |dx^2 + dy^2 + dz^2 - dt^2|^{1/2} \quad (2)$$

– интервал K^4 .

3. Тогда

$$\begin{aligned} X &= x(t) \\ Y &= y(t) \\ Z &= z(t) \end{aligned} \quad (3)$$

является мировой линией точки, причем для релятивистской динамики

$$\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dz}{dt}\right)^2 < 1, \quad (4)$$

так что

$$dS = (dx^2 - dy^2 - dz^2 - dt^2)^{1/2} \quad (5)$$

– элемент собственного времени точки.

Но если использовать собственное время в качестве параметра мировой линии: $x = x(S)$; $y = y(S)$; $z = z(S)$; $t = t(S)$, то

$$\left(\frac{dt}{dS}\right)^2 - \left(\frac{dx}{dS}\right)^2 - \left(\frac{dy}{dS}\right)^2 - \left(\frac{dz}{dS}\right)^2 = 1 \quad (6)$$

4. Если на материальную точку массой $m = m(t)$ действует сила $F(F_x, F_y, F_z)$, то для (3) при $m = \text{const}$

$$F_x = \frac{d}{dt} \left(m \frac{dx}{dt} \right) \quad F_y = \frac{d}{dt} \left(m \frac{dy}{dt} \right) \quad F_z = \frac{d}{dt} \left(m \frac{dz}{dt} \right) \quad (7)$$

при $m = m(t)$ и $F^4(x, y, z, t)$, с учетом (6), имеем

$$\begin{aligned} \frac{d}{dS} \left(m \frac{dx}{dS} \right) &= F_x; & \frac{d}{dS} \left(m \frac{dy}{dS} \right) &= F_y; \\ \frac{d}{dS} \left(m \frac{dz}{dS} \right) &= F_z; & \frac{d}{dS} \left(m \frac{dt}{dS} \right) &= F_t; \end{aligned} \quad (8)$$

Из выражения (6), следует, что система (7) включает в себе уравнения движения:

$$\frac{dm}{dS} = F_t \frac{dt}{dS} - F_x \frac{dx}{dS} - F_y \frac{dy}{dS} - F_z \frac{dz}{dS}. \quad (9)$$

Если $F(x, y, z, t)$ – заданные функции величин

$$m, x, y, z; \frac{dx}{dt}; \frac{dy}{dt}; \frac{dz}{dt}, \quad (10)$$

то частица движется в заданном поле силы. Тогда уравнения (7) определяют единственную мировую линию и массу m , соответствующую (10).

Предположим $m = \text{const}$ в нерелятивистской и в релятивистской динамике. Тогда в нерелятивистской динамике

$$F_x = m \frac{d^2 x}{dt^2}; F_y = m \frac{d^2 y}{dt^2}; F_z = m \frac{d^2 z}{dt^2}, \quad (11)$$

а в релятивистской динамике, в соответствии с уравнением (9),

$$F_t = F_x \frac{dx}{dt} + F_y \frac{dy}{dt} + F_z \frac{dz}{dt}, \quad (12)$$

так что Ft задается в отличие от F_x , F_y и F_z зависимым образом. Этот факт отличает существенным образом релятивистскую динамику от нерелятивистской, пока речь идет о движении частицы постоянной массы в заданном поле силы. Значительно большая разница между релятивистской и нерелятивистской динамикой возникает при анализе системы частиц, движущихся под действием сил, которые обусловлены только взаимодействием частиц. В этом случае метафизические основания играют еще большую роль в построении аксиоматики, так как она связана

с проблемой однородности и изотропности пространства, конкретизируемой в данном случае в преобразованиях Лоренца. Причем чем большей степени общности достигает аксиоматика, тем важнее для ее построения конструктивная форма метафизических оснований.

Аксиоматизированные таким образом физические теории соответствовали тому общему взгляду на единство природы, который существовал в тот или иной исторический период развития физики. Например, механика Ньютона связана с метафизическим представлением о природе как о совокупности атомов, двигающихся в абсолютном пространстве и в абсолютном времени. С подобными представлениями связаны и классические теории теплоты (термодинамика и статистическая физика). Признание в качестве метафизических оснований основной роли в природе единой сплошной материальной среды, поля (континуальное понимание материи, противопоставляемое ньютоновскому корпускулярному пониманию) привело к электродинамике Максвелла и т.д.

Существенным недостатком развития научного познания в этом направлении явилось то, что законы той или иной теории представлялись абсолютными и универсальными. Иными словами, происходила абсолютизация метафизических оснований. Создание квантовой теории и релятивистской физики опровергли эту абсолютность. Стал общепризнанным тот факт, что законы физических теорий ограничиваются определенной областью явлений. И все же в процессе эволюции неклассической физики наблюдались факты некритического переноса классических понятий в неклассические теории, использования классических рецептов перехода от математических величин к физическим опять же с опорой на метафизику. Эта проблема носит эпистемологический характер. Она решается путем исключения из новой фундаментальной теории старых, казалось бы незыблемых, понятий, неклассической их интерпретацией или введением новых понятий. Таким образом, при создании аксиоматических систем в физике необходимо учитывать связь между господствующими метафизическими представлениями, фундаментальными физическими понятиями, их генезис, диалектику соотношения понятий и реальности, отражаемой в этих понятиях.

Следующим основным классом предпосылок аксиоматизации физических теорий являются *формально-логические предпосылки*. Действительно, любая аксиоматическая система представляет собой прежде всего формальную систему, записанную на основе логических и математических правил и требований. С помощью логических и математи-

ческих правил и законов в аксиоматических системах проводится анализ понятий и формул, делаются выводы и доказательства. Тем самым любая аксиоматика является дедуктивной системой.

Анализ формально-логических предпосылок составляет предмет специального исследования, поэтому здесь мы лишь остановимся коротко на их эвристической ценности. Этот вопрос очень важен, поскольку ряд авторов, в том числе А.Эйнштейн и Р.Фейнман [4], отрицают эвристическую значимость аксиоматизации физики в силу формально-логического характера аксиоматики. Действительно, можно считать, что в системе аксиом и правилах вывода содержатся все теории и следствия аксиоматической физической системы. Но это как раз и заставляет рассматривать ее как развивающуюся систему, в которой от незнания переходят к знанию, от метафизики – к физике, получают новые факты и теории, выявляются скрытые черты. Кроме того, в процессе создания системы манипулирование с аксиомами (замена одних аксиом другими и т.п.) позволяет получать новые аксиоматические системы и даже новые теории, позволяет сравнивать конкурирующие системы, определять их границы и заменять более совершенными системами. Появляется возможность выделять то общее, что характерно для нескольких теорий. Иначе говоря, использование формально-логических основ аксиоматики выступает основой получения нового научного знания.

Примером этому может быть аксиоматическая теория поля – квантовая теория поля, которая строится таким образом, чтобы все ее результаты выступали как строгие математические следствия единой системы аксиом [5]. К последним относятся причинность (или локальность взаимодействия), которая требует, чтобы событие, происшедшее в одной точке, не могло повлиять на событие в другой точке, если до нее не успеет дойти сигнал, движущийся со скоростью света (что равносильно утверждению об отсутствии в природе сигналов, скорость распространения которых больше скорости света); релятивистская инвариантность, т.е. независимость физических законов от выбора системы координат и ее равномерного и прямолинейного движения; спектральность, которая требует, чтобы энергия любого допустимого состояния системы была положительна по отношению к энергии вакуума, принимаемой за нулевую.

Цель создания аксиоматической теории поля – получение таких следствий из системы аксиом, объединяющих фундаментальные представления о физических процессах, которые эмпирически проверяемы.

Определенные результаты уже получены. Так, на этой основе построена *CPT*-теорема, получен строгий математический вывод связи спина частицы со статистикой, доказаны дисперсионные соотношения, связывающие две экспериментально измеримые характеристики рассеяния частиц (полное эффективное сечение рассеяния и вещественную часть амплитуды рассеяния). В рамках аксиоматической теории поля в дополнение к названным аксиомам предполагается и определение механизма взаимодействия частиц.

Специфика аксиоматической теории поля применительно к проводимому исследованию заключается в том, что эта теория существенным образом подтверждает конструктивную роль метафизических предположений, когда конкретно проинтерпретированные общие первичные (исходные) понятия (в данном случае – понятие причинности) входят в структуру теории и определяют методологию исследования в рамках данной теории. Иными словами, метафизические представления входят в конкретную научную теорию в форме своих специально-научных утверждений и понятий, хорошо поддающихся формализации, но требующих эмпирическое наполнение и подтверждение. Сравнение приведенных выше примеров аксиоматических систем показывает, что степень «явности» вхождения метафизических предпосылок определяется степенью общности (но не фундаментальности) физической теории, особенно если она имеет основания претендовать на ведущую методологическую роль в рамках данного конкретного этапа физического познания. И в данном случае необходимо соблюдать особую меру вхождения этих предпосылок в научную теорию в качестве ее конструктивного элемента, имеющего методологическую значимость, чтобы, с одной стороны, не спровоцировать примитивную натурфилософию, а с другой – не гальванизировать метафизику типа механицизма. Применительно к рассматриваемой нами проблеме аксиоматизации физики эта мера в известной степени определяется *общефизическими предпосылками* аксиоматики. Они включают в себя совокупность понятий и принципов, которые имеют общефизический смысл, граничащий с метафизическим. Эти понятия могут быть описаны с помощью и на основе физической картины мира, в рамках которой создается аксиоматическая система.

Кроме общефизических, необходимо указать и *частнофизические предпосылки* аксиоматики, которые связаны с уже существующей частной физической теорией, изложенной по меньшей мере феноменологическим образом.

Имеющиеся относительно удачные примеры аксиоматики в физике, как правило, относятся к частным физическим теориям. Попытки создания более общих аксиоматик, объединяющих классы теорий, далеко не всегда успешны, и именно потому, что не учитывают все названные выше предпосылки создания этих аксиоматик, и создаются, кроме того, обычно «постфактум». Создание же единой аксиоматики, охватывающей всю физику в целом, видимо, невозможно из-за бесконечного разнообразия физических явлений, требующих для описания специфического аппарата, характерного для каждого класса явлений. И это несмотря на то, что существуют основополагающие физические законы, такие как, например, законы сохранения или экстремальные принципы. Однако попытки создания общих аксиоматических систем в физике необходимо продолжать, так как они имеют большое эпистемологическое и методологическое значение, если представлять их не как нечто окончательное, а как определенный этап развития физического знания, что, как мы увидим далее, показывает история концепций великого объединения и суперструнных подходов, представляющим проблематику пространства в новом свете.

Очевидно, что аксиомы обычно выбираются так, чтобы соответствовать теории, которая уже понимается достаточно ясно и которая, как казалось бы, не изменится от введения аксиоматики. Однако когда возникает проблема выбора теории из альтернативных теорий, когда необходимо понять, в чем согласны и в чем расходятся они, необходима именно аксиоматика, представляющая собой соответствующую методологическую базу для решения этих проблем. Можно сказать, что аксиоматика вызывает «интеллектуальное возбуждение», когда серьезно обдумывается создание новых теорий путем изменения аксиом – новых теорий, имеющих физическое значение. Именно манипулирование аксиомами (замена одних аксиом другими и т. п.) на базе названных выше предпосылок аксиоматизации физических теорий позволяет получать новые аксиоматики и, как следствие, новые физические теории, выделять общее, характерное для различных теорий. Но в таком случае необходимо рассматривать аксиоматику как развивающуюся систему, источник нового физического знания, несмотря на некоторую ограниченность ее применения. Этими определяются методологический и эпистемологический статусы аксиоматики с метафизическими основаниями в физических науках.

Однако ведущую роль в создании аксиоматики играет физическая картина мира с ключевыми для понимания последней представлениями о материи, пространстве, времени и движении, предоставляющая для этого теоретический и эмпирический материал и методологическую базу. Тем самым выяснение смысла понятия «физическая картина мира» в контексте ее метафизических оснований и анализ структуры физической картины мира на различных этапах ее исторического развития имеют для проводимого здесь исследования определенное методологическое значение. Решение этих вопросов позволит, на мой взгляд, по-новому подойти к проблеме влияния метафизики на физику в общем и на развитие представлений о пространстве в частности, показать, как те или иные метафизические представления конкретизируются в физическом взгляде на мир. Интересна также появляющаяся при этом возможность рассмотрения под новым углом зрения взаимосвязи, взаимозависимости и взаимодействия различных физических теорий, принципов и понятий в исследовании проблематики пространства.

Однако выяснение смысла понятия «физическая картина мира» и анализ структуры физической картины мира, выявление метафизических оснований и такого класса физических понятий, принципов, теорий, гипотез, методологических и логических моментов, которые ответственны за структуру и содержание физической картины мира, сопряжены с известными трудностями, что обусловило существование различных, порой противоположных, подходов и, к сожалению, полное отсутствие исследований этой проблематики в последние два десятилетия.

Так, например, Г.Я. Мякишев считает, что основными элементами физической картины мира являются представления о строении вещества, о взаимодействии материальных объектов и об уравнениях движения этих объектов. По мере развития физики центр тяжести представлений о единстве мира непрерывно перемещается (от уравнений движения механики, понятия силы, строения вещества к сведению в одну схему всех фундаментальных положений физики: уравнениям движения, законам взаимодействия, представлениям о строении вещества) [6].

М.В. Мостепаненко, анализируя понятие физической картины мира в связи с проблемой генезиса физических теорий, делает вывод, с которым я более склонен соглашаться, чем с предыдущим, что структуру картины мира составляют конкретизированные представления о материи и движении, пространстве и времени, взаимодейст-

вии, которые я определяю как метафизические, зафиксированные аксиоматическим способом, а также эмпирический материал [7].

Согласно С.Г. Мелюхину, физическая картина мира представляет собой комплекс теоретических моделей, концепций, имеющих мировоззренческое и методологическое значение и выходящих за рамки экспериментальных возможностей науки на данном этапе ее развития [8].

Под влиянием революционных изменений, которые произошли в физике после создания релятивистской теории и квантовой механики и привели к ломке старых, сложившихся картин мира (механической и электродинамической), большинство философов пришли к отрицанию возможности построения картины мира. Это особенно характерно для позитивистов того времени. Так, М. Шлик, анализируя границы картины мира, пришел к выводу, что в силу невозможности применения в современной физике наглядных образов, функция науки состоит не в построении картины внешнего мира, а в отражении его логической структуры [9]. Ф. Франк считает понятие картины мира ненаучным и призывает к построению логической схемы мира [10].

Между тем многие ученые-физики склонны считать, что построение физической картины мира возможно и необходимо. Однако по поводу понимания физической картины мира и ее структуры у них также нет единого мнения. М. Планк, например, прямо утверждает, что построение картины мира, отражающей реальные, не зависящие от нас явления природы, возможно [11]. Л. де Бройль рассматривает эволюцию в физике как переход от одной физической картины мира к другой [12]. М. Борн придерживается мнения, что физическая картина мира есть отражение законов природы, и на каждом этапе развития науки построение теорий и оценка новых концепций осуществляются в рамках стиля мышления, который характерен для той или иной картины мира [13]. А. Эйнштейн понимает под физической картиной мира систему фундаментальных принципов, которые позволяют связывать воедино опытные данные, и считает, что сама картина мира определяет характер и направление научных исследований [14].

Как видим, проблема выяснения смысла понятия «физическая картина мира» и выявления структуры картины мира актуальна, и мы пока далеки от ее окончательного решения. У разных авторов в качестве элементов физической картины мира выступают и общенаучные принципы и понятия, и фундаментальные теории, и методологические принципы и требования, и эмпирические данные, и гипотезы, и отдельные теории

и т.д. Отсутствие фундаментального анализа взаимосвязи, взаимозависимости и роли этих элементов в физической картине мира не позволяет дать удовлетворительного решения указанной проблемы. Не ставя перед собой задачу детального исследования этого вопроса, я попытаюсь наметить некоторые возможные, на мой взгляд, пути преодоления возникших трудностей в выделении структуры физической картины.

Очевидно, для выявления структуры физической картины мира необходимо соотнести эту картину мира как с изучаемой физикой действительностью, так и с процессом познания ее. Для этого целесообразно опираться на выделение двух уровней познания, характерных для физики – эмпирический и теоретический.

На эмпирическом уровне происходит выяснение взаимоотношений между данными опытного, экспериментального изучения явлений или связей между несколькими явлениями одной группы. Результат формулируется в виде эмпирического закона (например, закон падения Галилея, газовые законы, закон Ома и др.). Имеется непосредственная возможность соотнесения эмпирического закона с действительностью, что позволяет установить его достоверность. Поскольку эмпирические законы, формулируемые в терминах наблюдения, которые отражают отдельный момент, отдельного явления или весьма ограниченной группы явлений, относятся только к конкретной группе явлений, постольку эти законы не выступают элементами структуры физической картины мира.

Совокупность эмпирических терминов, эмпирических законов и соответствующий математический аппарат составляют эмпирическую теорию. Эмпирические теории относятся к различным группам явлений и не связаны между собой на эмпирическом уровне. Эта связь наблюдается лишь на теоретическом уровне, на котором формулируются более общие представления. Кроме того, эмпирические теории, как правило, дают знание о явлениях, но не о сущностях, и связаны с ограниченными чувственными восприятиями [15]. В силу этого эмпирические теории, на мой взгляд, также не способствуют возникновению единого представления о природе, выступают лишь фрагментами его, и поэтому не могут быть элементами структуры физической картины мира.

Сложнее обстоит дело с теоретическим уровнем физического познания. Здесь происходит объединение узких групп явлений в более широкие классы и строятся теории этих классов явлений, представляющие собой системы понятий и математических соотношений между физическими величинами. В теории выясняются взаимосвязи между группами явлений

данного класса. Эти взаимосвязи отражаются в теоретических законах, которые формулируются в теоретических понятиях, относящихся к широкому классу явлений (например, в поднятиях массы, энергии и т.п.).

На теоретическом уровне познания можно выделить четыре подуровня, характеризующихся разной степенью общности и разным вхождением эмпирических и теоретических терминов. Первый подуровень можно назвать переходным. Его составляют полуэмпирические законы, которые формулируются в эмпирических и теоретических терминах. По охвату явлений они шире, чем эмпирические законы, но ближе к опыту, эксперименту, чем теоретические, хотя непосредственно опытом и не проверяются. Примером таких законов могут служить второй закон Ньютона и объединенный газовый закон.

Ко второму подуровню можно отнести теоретические понятия и законы классов явлений, которые формулируются только в теоретических терминах (например, законы Максвелла).

Третий подуровень – это подуровень общефизических принципов и законов типа законов сохранения, которые одновременно выступают и как принципы запрета.

Четвертый подуровень объединяет фундаментальные физические теории, причем любая такая теория выступает как система теоретических принципов, законов и их математических выражений и в значительной степени опирается на метафизические основания. При этом с помощью математического языка и соответствующей эмпирической интерпретации последних в физике можно совершить переход к эмпирическим физическим величинам и делать эмпирически проверяемые предсказания о будущем поведении системы, примером чему служат, например, теории относительности и квантовая механика.

Первый подуровень не может служить элементом разработанной и сложившейся физической картины мира, так как он охватывает довольно ограниченный круг явлений и вполне может быть обобщен на чисто теоретических уровнях. Однако следует заметить, что в процессе формирования физической картины мира полуэмпирические законы играют важную роль. Например, механическая картина мира формировалась на основе механики Ньютона, в которой полуэмпирический закон движения имеет фундаментальное значение. Но уже в развитой механической картине мира механика Ньютона была заменена механикой аналитической, имеющей более общий и абстрактный характер. И именно аналитико-механические представления и соответствующие им методологичес-

кие требования и стиль мышления господствовали на протяжении почти двух столетий, до возникновения электродинамической картины мира, становление которой также началось с полуэмпирических представлений.

Что касается второго, третьего и четвертого подуровней, то степень их общности достаточна для создания, картины мира, для формирования единого представления о природе.

Итак, физическая картина мира – это идеальная модель природы, включающая в себя метафизические основания и выступающая как определенный итог исторического развития физики на том или ином его этапе и функционирующая на теоретическом уровне познания. Она строится на теориях, господствующих в данный период развития физики.

Эти теории формируют определенный стиль мышления и методологические требования подходов к изучению природы. Существенное значение имеют и философские представления, поскольку они определяют мнение исследователей об отношении физической картины-мира к объективной природе, определяют методы и пути обобщения теорий и т.д. Структура физической картины мира представляет собой специфическое отражение структуры природы в рамках господствующих теорий и структуры научного знания. Природа в физической картине мира отражается в виде системы теоретических понятий, принципов и законов, опирающихся на аксиоматическую базу. В свою очередь, сами аксиомы опираются на систему понятий, кажущихся элементарными, очевидными, далее не определяемыми, в итоге – метафизическими. Это прежде всего понятия (с кажущейся их очевидностью) пространства, времени, движения, материи. Но именно из этих понятий и аксиом, попыток их интерпретации по определенным правилам строятся теории. В свою очередь, физические теории, на которых строится физическая картина мира, определяют и методологическую схему анализа природы. С появлением новых эмпирических и теоретических данных, противоречащих сложившейся картине мира, и сменой методологических требований после длительной борьбы происходит смена физической картины мира.

(Продолжение следует)

Примечания

1. См.: Гейзенберг В. Введение в единую полевою теорию элементарных частиц. – М.: Мир, 1968. – С. 23.

2. См.: *Heisenberg W.* Development of concepts in the history of quantum theory // Amer. J. Phys. – 1975. – V. 43. – No. 5. – P. 389–394.
3. Для упрощения изложения примем $c = 1$, изменив единицы измерения t .
4. См.: *Эйнштейн А.* О методе теоретической физики. – Собрание научных трудов. – М.: Наука, 1967. – Т. IV. – С. 182–184; *Фейнман Р.* Характер физических законов. – М.: Наука, 1968. – С. 47–58.
5. См.: *Боголюбов Д.Н., Логунов А.А., Тодоров И.Т.* Основы аксиоматического подхода в квантовой теории поля. – М.: Наука, 1969; *Блохинцев Д.И.* Пространство и время в микромире. – М.: Наука, 1982; и др.
6. См.: *Мякишев Г.Я.* Эволюция связи основных элементов единой физической картины мира // История и методология естественных наук, вып. 4. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1966. – С. 211–212.
7. См.: *Мостепаненко М. В.* Философия и физическая теория: Физическая картина мира и проблема происхождения и развития физических теорий. – Л.: Наука, 1969. – С. 71.
8. См.: *Мелюхин С. Г.* Марксизм-ленинизм и современная естественнонаучная картина мира. – М.: Знание, 1968. – С. 41.
9. См.: *Schlick M.* Causality in everyday life and in recent science readings in philosophical analysis. – N.Y., 1949.
10. См.: *Frank Ph.* Modern science and its philosophy. – N.Y., 1955.
11. См.: *Планк М.* Физические очерки. – М.: Наука, 1965. – С. 6.
12. См.: *Бройль Л., де.* Революция в физике. – М.: Наука, 1963.
13. См.: *Борн М.* Физика в жизни моего поколения. – М.: Госатомиздат, 1963. – С. 228, 411–439.
14. См.: *Эйнштейн А.* Собрание научных трудов. – М.: Наука, 1967. – Т. V. – С. 158.
15. См.: *Мостепаненко М. В.* Философия и методы научного познания. – Л.: Лениздат, 1972. – С. 59–60.

Симанов А.Л.,
 доктор философских наук, профессор,
 заведующий сектором философии науки,
 Институт философии и права СО РАН,
 630090, г. Новосибирск, ул. Николаева, 8,
 Контактный телефон: (383) 330-52-35
 E-mail: simanov@philosophy.nsc.ru

Simanov, A.L. Metaphysical bases of ideas about space. Part III: Metaphysics, methodology, physics

The paper proves the thesis that the major method of forming of metaphysical basis and notions in fundamental physics is the axiomatic one, since in any axiomatic there is an artificiality component. It means that one choose axioms in the way favoring them to correspond to the theory and available – though insufficient – empiric data. Change of the system of initial axioms may result in development of a new theory which will have a certain physical sense and eo ipso differ from the alternative theory but relate to the same area of objective reality.

Keywords: metaphysics, methodology, axiomatic, physics, theory, space