

---

---

## ФИЛОСОФИЯ И ФИЗИКА: СОВРЕМЕННЫЙ ЭТАП НА ПУТИ К ЕДИНСТВУ

В.Д. Эрекаев

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова*

В настоящее время взаимоотношения между физикой и философией выходят на качественно новый уровень, что обусловлено растущей опосредованностью и абстрактностью фундаментального физического познания. Рассмотрены некоторые специфические особенности философии физики. Особое внимание уделено онтологической проблематике фундаментальных физических теорий.

**Ключевые слова:** философия физики (ФФ), фундаментальная физика, физическая онтология, методология физического познания.

Взаимодействие между физикой и философией в настоящее время выходит на качественно новый уровень. Современная фундаментальная физика все в большей степени становится опосредованной, абстрактной и теоретически нагруженной дисциплиной. Вопросы о том, что описывают сложные уравнения современной математической физики и что находится «на другом конце» сложной экспериментальной установки типа Большого адронного коллайдера, заставляют исследователей решать все более сложные эпистемологические, методологические и онтологические проблемы. О фундаментальных проблемах философии и науки можно писать сложно и изощренно, но можно попытаться это делать просто и ясно. Нас здесь будет также вдохновлять то обстоятельство, что многие философствующие физики писали об основополагающих проблемах своей науки как раз просто и ясно. Поэтому попытаемся говорить о связи интересующих нас двух великих дисциплин говорить именно в таком духе.

### 1. Соотношение философии и физики

Взаимоотношения между философией и физикой всегда были очень специфическими. С одной стороны, например, античная философия, как источник и основа всей западной европейской цивилизации, с самого начала своего существования<sup>1</sup> формировалась под воздействием представлений о природе. Философия природы, космоса была фундаментом раннеантичной философии. Свой предмет и метод натурфилософия находила в природе. С

---

<sup>1</sup> По крайней мере, в соответствии с классическим пониманием истории античной философии, начиная с досократиков.

другой стороны, физика как отдельная, конкретная наука возникла из философии.

И до сих пор философия и (фундаментальная) физика эволюционируют бок о бок. Конечно же, важно и интересно знать, как к такому взаимодействию относились великие. Многие выдающиеся физики высоко ценили значение философии для своей науки. Так, Эйнштейн отмечал, что «в наше время физик вынужден заниматься философскими проблемами в гораздо большей степени, чем это приходилось делать физикам предыдущих поколений» [1. С. 248].

Эти слова Эйнштейна выражают существование особой ситуации в современной фундаментальной физике: необходимо все более глубокое осмысление многих основополагающих физических понятий. Это, в частности, означает, что как только исследователь решится изучать фундаментальные вопросы физики, собственно, как и любой другой области знания, он с *необходимостью* «выпадает» в область философии, выходит на философский уровень. В современной фундаментальной физике критическому пересмотру подлежат буквально все фундаментальные физические понятия и категории.

А вот как Н. Бор определил значимость физики для философии: «Значение физических наук для философии состоит не только в том, что они все время пополняют сумму наших знаний о неодушевленной материи, но и прежде всего в том, что они позволяют подвергнуть проверке те основания, на которых покоятся наши самые первичные понятия, и выяснить область их применимости» [2. С. 139]. Отсюда следует, что достижения современной фундаментальной физики должны подвигнуть философов на расширение и углубление уже существующих великих философских учений, например, материализма и диалектики, а также на выдвижение, возможно, новых философских подходов, в которые, например, в качестве гипотетического предложения входили бы элементы холистического, голографического и квантово-информационного представлений мироздания.

Серьезное внимание философским аспектам уделял Э. Шредингер. Он опубликовал около 100 статей на общенаучные и философские темы, в Лондонском университетском колледже читал курс лекций по греческой философии. Вслед за Платоном в качестве важнейшего он выделял понятие «единого». Обращение Шредингера к древнеиндийской и античной философии было связано с попытками осознать глубину понятия «объективная реальность» [3]. Это ему было необходимо, в том числе, для построения единой физической теории, над которой он работал в 1942 г. [4. С. 72]. Оба этих понятия остаются актуальными и эпистемологически чрезвычайно трудными для фундаментального физического познания, поскольку, например, на планковском масштабе ожидается построение не только квантовой теории гравитации, но и квантовой космологии, и единой теории.

Любопытно также отметить, что Э. Шредингер подчеркивал теснейшую связь физики и метафизики. Он писал, что метафизика является «лесами»

научного познания, «острием копья», и «невидимой рукой» помощи, протягивающейся к теоретику «из тумана» фундаментальных физических проблем [5. С. 13]. Метафизическое он видел буквально во всем: «...в действительности оказывается невообразимо трудно, может быть, совершенно невозможно представить себе понятным образом полное исключение метафизики даже в рамках самой узкой специальной области любой науки. Сюда же относится – ограничусь самым грубым примером – несомненное принятие более чем физического, следовательно, трансцендентного значения большого количества черных пятен, покрывающих пласты древесины, находящиеся сейчас перед вашими глазами» [5. С. 11–12].

Он также выделил, с его точки зрения, важнейшую методологическую и эпистемологическую проблему<sup>2</sup>: «С естественнонаучной точки зрения мне представляется, что чрезвычайно трудная послекантовская задача заключается в том, чтобы ограничить влияние метафизики на интерпретацию твердо установленных фактов специальных наук; вместе с тем, однако, следует сохранить ее в качестве незаменимой опоры наших общих и специальных знаний. Видимое противоречие, присутствующее в такой постановке задачи, и составляет проблему» [5. С. 12–13]. Таким образом, в современном физическом познании и мировоззрении метафизика продолжает играть существенную роль. Кажется, А. Эйнштейн говорил, что физика является разновидностью метафизики. «Всякая метафизика есть углубление познания природы» (В.В. Розанов), а в процессе научного познания метафизическое становится физическим. Ввиду важности этой темы скажем еще несколько слов о связи фундаментальной физики и метафизики.

### *1.1. Метафизика и фундаментальная физика*

Понятие «метафизика» имеет несколько смысловых значений. Буквально – это то, что находится за физикой. Исторически так был назван труд Аристотеля под названием «Первая философия», который следовал после его книги «Физика» в посмертном издании его трудов и с легкой руки издателей был назван Метафизикой, то есть следовавший после «Физики». В дальнейшем в истории философии, как и в «Первой философии» Аристотеля, под метафизикой понимали учение об абсолютных и неизменных первоначалах и первопринципах. Следует отметить, что современная физика не признает таких первопринципов; она не признает ничего абсолютного и неизменного.

Семантически несколько смещенная трактовка аристотелевского понимания предлагает рассматривать метафизику как лежащий за уровнем явлений материальной объектности уровень, который выступает как определяющий для этого мира, ибо содержит в себе причины проявленных в нем со-

<sup>2</sup> Правда, эту противоречивую проблему он назвал «видимой», что, конечно же, неоднозначно и требует особого обсуждения.

бытий и объектов. Тонкий момент состоит в том, как трактовать этот уровень: он может рассматриваться в качестве нефизического, идеального или даже «потустороннего», мистического, а может отождествляться с какими-то очень глубокими уровнями материального мира. Третья семантика делает акцент на окончательности и завершенности метафизического, то есть на его антидиалектическом характере.

Наконец, можно трансформировать буквальный смысл метафизики и рассматривать метафизическое знание как такое, которое лежит *за границами современного фундаментального физического познания* даже с учетом возможности его радикальной новизны. При этом если бы такое постсовременное физическое знание попало уже сегодня в руки исследователей, то оно, скорее всего, воспринималось бы фактически как мистическое, запредельное, и уж, конечно же, ненаучное, поскольку наука с помощью существующих методов и критериев не смогла бы с этим знанием работать. Оно воспринималось бы как выходящее за рамки всех физических законов.

Однако исследователю важно всегда держать свое сознание открытым по отношению к любому гносеологически возможному и честно говорить о том, что, возможно, это «безумное» и существует, но современная наука с помощью имеющихся у нее методов пока не может исследовать соответствующие феномены и уровни реальности. Это очень тонкий методологический момент, поскольку, например, дискурс о «рождении Вселенной», реальном существовании состояний с нулевой энергией или (пусть даже пока квантовой) телепортации находится «на грани фола», но настоящего сциентиста утешает то, что все это получено в рамках существующего научного познания, с помощью научных методов. Однако философия науки уже почти нас научила, что именно научная революция разрушает привычные методы и критерии, причем чем радикальнее революционный сдвиг проблем, тем непонятнее новое мировоззрение. И здесь важно правильно услышать Н. Бора: насколько ваша теория безумна, чтобы быть правильной?

В связи с этим любопытно появление в современной физике и философии понятия «экспериментальная метафизика», вошедшего в науку с легкой руки известного американского физика и философа науки Абнера Шимони. В честь его 60-летия был выпущен сборник, который так и назывался: «*Experimental metaphysics. Quantum mechanical studies for Abner Shimony*» (1997), содержащий статьи известных физиков и философов науки. Казалось бы, что речь здесь идет исключительно о мысленном экспериментировании, поскольку как раз именно мысленные эксперименты могут приводить к каким-то метафизическим последствиям. И действительно, при чисто ментальном конструировании достаточно легко выйти за пределы реального.

Однако последние десятилетия показали, что не только мысленные, но и реальные эксперименты дают результаты, которые содержат нечто, что, по крайней мере, пока не удастся трактовать однозначно, что выходит за рамки существующих (общепринятых) представлений. В основании экспериментальной метафизики лежат такие фундаментальные понятия современной

физики как нелокальность, несепарабельность, запутанные состояния, квантовые корреляции и др. К подобным экспериментам можно отнести эксперименты группы Р. Манделла, эксперименты с фотонами А.В. Белинского и, конечно же, ставший уже каноническим уилеровский эксперимент с отложенным выбором и многие другие. Несомненно, что основные проблемы здесь связаны с проблемой интерпретации этих экспериментов и нахождения адекватной онтологии.

На современном этапе взаимоотношение философии и физики трансформировалось в новую дисциплину – философию физики. В чем же ее суть?

### 1.2. Философия физики. Предмет

*Философия физики* (ФФ) представляет собой своеобразный качественный синтез философии и физики (философской рефлексии и физического познания). Для выяснения содержания такой синтетической структуры необходимо попытаться дать определение ее составляющих и хорошо чувствовать их специфику. Специфика философии, в частности, состоит в том, чтобы в рамках этой дисциплины пытаться *мыслить на уровне всеобщих категорий*. Например, попробовать размышлять о категориях «мир», «движение», «время» и т.д. как о всеобщих понятиях. С точки зрения онтологического и гносеологического аспектов для определения ФФ, по-видимому, наиболее подходит определение философии как учения о наиболее общих и глубоких законах и формах бытия и познания. Следует также учитывать специфику всех разделов философии (онтология, гносеология, логика, аксиология, этика и др.) и возможность применения специфического содержания этих разделов для исследования оснований физического познания. При исследованиях по философии физики было бы очень полезно держать эти разделы в сознании в актуализированном состоянии и при исследованиях оснований физики автоматически «сканировать», просматривать любую проблему по этим разделам.

Существуют понятия, смысл которых полностью так и не прояснился за целые тысячелетия. Одним из таких ярких, глубочайших и совершенно неясных понятий является следующее. Физики изучают молекулы, атомы, элементарные частицы, жидкие кристаллы, звезды и галактики. Казалось бы, понятные конкретные *материальные* вещи изучает физик. А вот что такое материя – до сих пор малопонятно. Или – совсем непонятно. И такое классическое определение материи, как «объективная реальность, данная нам в ощущении» – хорошее и конструктивное, далеко не однозначно и не полно отражает содержание этого понятия. Материя – хорошее понятие для философии. Вот такие наиболее общие и фундаментальные понятия и пытается осознать философия, а в проекции на физическое познание – и философия физики.

Дать определение физике также не просто, хотя она представляет собой так называемые *точные науки*, что, казалось бы, должно обеспечить точность и однозначность определений. Например, ее можно определить как науку о природе, поскольку физика в самом широком плане собственно и исследует природу («фюзис» – природа). Вместе с тем очевидны недостатки такой дефиниции: существует много других наук, изучающих природу, каждая в своем аспекте. Вместе с тем существует естествознание как объединяющая дисциплина, исследующая природу. Причем естествознание является, с одной стороны, буквально знанием о природе, а с другой – системой наук о природе. Но если это так, то понимание физики как науки о всей природе или *системы теорий природы* также неудовлетворительно и нуждается в уточнении. Правда, если встать на точку зрения жесткого редукционизма и считать, что все сводится к физическим процессам, то физику можно было бы рассматривать в качестве единой и всеобщей теории природы. Однако и эта точка зрения неубедительна, поскольку на каждом новом уровне реальности возникают принципиально новые качества бытия, например, температура, давление вплоть до живой материи и сознания, которые довольно трудно в полном объеме свести к перемещениям и взаимодействиям атомов или элементарных частиц. Кроме того, очевидно, что нельзя утверждать и то, что современная физика изучает природу в целом, поскольку в этом случае она должна претендовать на всеобщность утверждений в отношении природы, а всеобщность – удел философии.

Отметим, что на протяжении всей истории существования философии большинство философов в той или иной степени тщательно изучали, в том числе, и философию природы. В динамике формирования предмета физики и естествознания в целом важную роль играют дифференциально-интегративные процессы, в соответствии с которыми из физики вычлениются все новые и новые дисциплины, изучающие различные области реального мира. С другой стороны осуществляется слияние различных дисциплин (биофизика, астрофизика, квантовая химия, физическая география и др.), пополняя тем самым естествознание. И хотя физика в целом сегодня все еще претендует на некоторую метанауку в отношении изучения природных явлений, богатство и многообразие природы порождает все больше и больше наук о себе. Но в любом случае до сих пор физика *остается ядром всего естествознания*. На ее базе построены *три физические картины мира* (механистическая, электромагнитная и квантово-полевая), что уже само по себе требует философского осмысления.

Попытаемся синтезировать эти две составляющие, то есть философию и физику, до определения содержания новой дисциплины – философии физики. Можно дать, по меньшей мере, следующие *два определения* философии физики.

1) Философия физики – учение о наиболее общих и глубоких законах и формах физического бытия и физического познания.

2) Философия физики – учение о:

- физической онтологии,
- гносеологии физики,
- методологии физического познания,
- мировоззренческом аспекте физики,
- аксиологии физики,
- логике физического познания,
- физической эвристике,
- физической герменевтике,
- психологии научных (физических) открытий,
- социокультурных аспектах физики и др. (то есть в соответствии с рядом содержательно связанных с физикой разделов философии).

Работа с этими разделами является достаточно специфической и требует определенного опыта. Может показаться, что некоторые из этих разделов очень далеки от интересов современного физика. При более внимательном рассмотрении оказывается, что, в действительности, они все «работают» в физике и могут быть ему полезны для более глубокого и более широкого понимания своей науки.

Чуть подробнее остановимся на двух разделах – онтологии и герменевтике, имеющих чрезвычайно важное значение для физического познания.

### ***1.3. О понятии онтологии***

Под онтологией (греч. *on*, *ontos* – сущее, *logos* – учение) понимается учение о бытии. В классической философии – это учение о бытии как таковом, выступающее (наряду с гносеологией, методологией, логикой, этикой и др.) базовым разделом различных философских систем. В современной философии под онтологией понимают интерпретации способов бытия. Термин онтология был введен в XVII веке в качестве эквивалента понятию «метафизика», и во всей классической философии онтология, как правило, содержательно совпадает с метафизикой.

В эволюции классической онтологии могут быть выделены два направления [27]. С одной стороны, онтология понимается как метафизика и разворачивается в рамках трансцендентального: стоящее за внешними проявлениями мира внечувственное Бытие элеатов; платоновская концепция эйдосов (мир идей) как идеальных сущностей – образцов земных объектов; трактовка бытия как этапа развития Абсолютной идеи у Гегеля и др.

Вместе с тем параллельно этой интерпретации онтологии развивается ее трактовка как философии природы, возвращающая термину его изначальное смысловое значение и ориентированная на получение позитивных знаний о природе, исходя из нее самой: наивный реализм раннеантичных космогоний; натурализм философии Возрождения; ориентированная на тесное взаимодействие с естествознанием философия природы Нового времени и т.п. Онтология как философское учение сама по себе широка и многогранна и не имеет точной и окончательной трактовки. Она достаточно плюралистично с

точки зрения конкретного наполнения ее объема. С последним аспектом связано, например, понятие «онтологической относительности» У. Куайна [7].

К настоящему времени в философии существует блестящая концептуальная онтологическая база. Это и гениальные образы, и представления мыслителей древней Индии, предлагавших нам представлять суть мироздания как шуньяту (пустоту), а весь наблюдаемый мир – как майю (иллюзию). Любопытно отметить, что эти, казалось бы, очень странные и с научной точки зрения несерьезные взгляды постепенно все больше находят свою реализацию и, в общем-то, подтверждение в некоторых фундаментальных разделах современной физики. Причем они находят свое выражение в обеих современных фундаментальных физических программах: программе геометризации физики и в квантово-полевой программе, которые, что немало важно, развиваются в тесном тандеме. Так, в программе геометризации физики (суть которой радикально выразил Дж. Уилер в своей геометродинамике: «Физика есть геометрия») существуют модели пустого пространства, из которого в конечном счете и строится наблюдаемый мир. В квантово-полевой программе существуют представления о фундаментальном уровне реальности – квантово-полевом вакууме, который порождает не только различные элементарные частицы, но и Вселенную<sup>3</sup>. При этом в обеих программах наблюдаемая реальность является, по существу, структурной и эмерджентной реальностью. Структурами являются атомные ядра, атомы, газы, жидкости, твердые тела, весь астрономический мир. При этом тенденция фундаментального физического познания говорит о том, что *любая* объектность является физической структурой и не обладает какой-то последней субстанцией. Предел субстанциональности сегодня останавливается на уровне даже не элементарных частиц, а на уровне гипотетических суперструн, из которых «состоят» все еще точечные в эксперименте электроны и кварки. В теории струн они становятся специфическими структурами – соответствующими модами колебаний струн. В радикальном варианте программы геометризации физики основа материального мира – элементарные частицы – представляют собой сложные «сгустки», «узлы» пустого искривленного (либо закрученного или более сложного топологического) пространства.

Раннеантичные мыслители оставили интересные онтологические представления о мире как совершенном шарообразном объекте, имеющем конечные размеры (Парменид); о первоначалах бытия (архэ): апейроне (Анаксимандр), гомемериях (Анаксагор), атомах и пустоте (Демокрит): мире эйдосов (Платон), едином (Плотин) и др. Позднее философия обогатилась онтологиями Декарта, Спинозы, Лейбница, субъективистскими онтологиями

---

<sup>3</sup> Следует отметить, что квантово-полевой вакуум не пуст, а представляет собой нулевые колебания (при полном отсутствии квантованных частиц) соответствующих квантованных полей, и в этом смысле имеет второй порядок пустотности по сравнению с пустым геометрическим пространством.



английских эмпириков Беркли и Юма, трансцендентной и трансцендентальной онтологиями Канта, абсолютной онтологией Гегеля, материалистическими онтологиями французских просветителей, марксизма и др. В современной философии возникли и развивались: онтология диалектического материализма<sup>4</sup>, фундаментальная онтология М. Хайдеггера, критическая онтология Н. Гартмана и др.

*Актуальность онтологической проблематики* в современной фундаментальной физике стремительно возрастает в связи с возрастающим уровнем абстрагирования теоретического и опосредования эмпирического знания. На наш взгляд, важнейший методологический, а одновременно гносеологический и онтологический, вопрос состоит в том, можно ли для описания принципиально нового уровня реальности, коим, прежде всего, несомненно, является Вселенная на планковском масштабе, использовать онтологию «предыдущих» уровней реальности, в частности уровня элементарных частиц (полей и квантовых объектов). Материал современной фундаментальной физики настоятельно требует расширения содержания *физической онтологии*.

В онтологическом учении можно выделить мощный пласт, связанный с понятием *физического бытия*. В истории философии он нередко отождествлялся с философией природы. В этой связи физическую онтологию можно рассматривать как учение о формах существования физического бытия (объектности). Ее также можно определить как совокупность утверждений о существовании объектов, или в другой формулировке – «совокупность объектов, существование которых предполагается теорией» [8. С. 35]. Проблема существования в современной фундаментальной физике чрезвычайно актуальна, поскольку, например, далеко не очевидно, что же изучается «на другом конце эксперимента» даже в опытном познании, не говоря уже о теоретическом. Эта проблематика активно обсуждается в рамках научного реализма и его концептуального оппонента – антиреализма.

В физической проекции онтологию можно (хотя и не совсем полно) понимать как учение о наполненности бытия определенной субстанциональностью и объектностью, а также о способах и формах бытия соответствующих объектов физического мира самой различной природы. При этом понятие онтологии тесно связано с понятием реальности. Так, например, в квантовой физике широко используются такие понятия, как *квантовые онтологии* и *квантовая реальность*. Термин «квантовые онтологии» – достаточно активно работающее понятие в современной философии физики и в первую очередь в философии квантовой теории. Поскольку квантовая теория описывает принципиально новую (по сравнению с привычной, во многих случаях непосредственно данной макроскопической) область физической реальности, постольку постоянно предпринимаются попытки более адекватного описания этого радикально нового уровня бытия.

<sup>4</sup> Хотя в самом диамате понятие онтологии автономно не существует.

Можно расширить понятие физической онтологии. Кроме традиционного понимания онтологии как существования объектности будем рассматривать ее более широко, включая всевозможные формы физического существования (в том числе объектности)<sup>5</sup>. Сюда будут входить процессы, события, потенциалы, размерность пространства и времени, отношения сосуществования объектности различной природы, различные принципы, выражающие такое существование и сосуществование (например, принципы корпускулярно-волнового дуализма, минимальности действия, эквивалентности и др.). Примерно такой же позиции придерживался А. Пуанкаре: «Уравнения выражают отношения, и если эти уравнения остаются справедливыми, то это означает, что и эти отношения сохраняют свою реальностью» [9. С. 102]. Онтология становится гораздо богаче и адекватнее. Таким образом, вводятся два понимания онтологии: объектная онтология и расширенная онтология.

*Поиски новых онтологий.* Важнейшая проблема современной фундаментальной физики состоит в том, чтобы открыть новую физическую онтологию такой же радикальной новизны и фундаментальности, какими в свое время были открытия электромагнитного поля в период господства механистической картины мира или искривленного пространства-времени. К сожалению большинство разрабатываемых теорий носят модельный характер и не вводят какой-то новой онтологии. В этом их слабость. Например, квантовая механика. Эффективнейшая физическая теория, но не имеет своей хорошей полной онтологии, поскольку принципиально новые объекты – квантовые объекты – движутся в старом евклидовом пространстве и времени. По-видимому, в этой теории очень не достает нового более сложного представления о пространстве и времени [10].

Может ли теория струн претендовать на онтологическую новизну? С точки зрения объектности, по-видимому, нет, поскольку она использует уже известные представления о корпускулярно-волновых свойствах объектов квантовой механики, причем сами фундаментальные объекты в основном рассматриваются как растянутые в одном измерении точечные частицы. В ядерной физике ранее предлагались неточечные модели, в том числе и трехмерные, однако все попытки не привели к какому-либо прорыву. Поэтому корпускулы, перемещающиеся в пространстве-времени, не являются принципиально новой онтологией.

Однако с позиций расширенного понимания онтологии теория струн онтологически достаточно богата. Так, в ней обнаружены новые дуальности. В частности, космологически чрезвычайно интересная Т-дуальность, возможно, обеспечивает принципиально новую форму существования космо-

---

<sup>5</sup> Любопытно, но можно сформулировать и так: разнообразные формы сосуществования, в том числе и объектности. Кроме того, в этой работе рассматриваются еще более конкретные основания – онтологические основания. Как известно, существуют онтологические, гносеологические, методологические, социокультурные, этические и т.д. основания науки. В данном случае акцент делается на рассмотрении именно онтологических оснований и только одной из наук – физики<sup>5</sup>.

гообразующих объектов<sup>6</sup> на планковском масштабе<sup>7</sup>. Несомненно, обладают онтологической новизной появляющееся в теории струн 7-мерное компактифицированное пространство Колаби–Яу, хотя основная онтологическая идея – возможность существования дополнительного пятого свернутого измерения в качестве онтологически нового была высказана еще в 30-х годах прошлого века Калуцей. Онтологически любопытны также концепция бран, в том числе миров на бранах [13], хотя их онтологическая, по существу физически содержательная, трактовка требует дальнейшего концептуального осмысления.

*Материя как колебания в теории струн.* Вопрос о реальности и материальности фундаментальных физических объектов становится все более острым и сложным. Приведем пример из теории струн. В этой теории элементарные частицы представляют собой *моды колебаний струн*. Они не представляют собой конструкцию из струн как новейших первоэлементов некоей неизменной материальной субстанции. Другими словами, они не являются структурой из материальных элементов. Хотя последнее – довольно привычно в науке: макрообъекты состоят из молекул, те, в свою очередь, – из атомов, атомы – из элементарных частиц. Здесь ясно прослеживается структурная организация материи. Но теория струн предлагает рассматривать сами элементарные частицы уже не как очередную структурную организацию, а как *объекты, структурно уже не состоящие из других объектов*. Элементарные частицы – это вибрации, моды колебаний струн. Таким образом, *колебания создают новый вид материальности* – элементарные частицы. По существу, теория струн предлагает рассматривать наблюдаемую физическую реальность как не имеющую субстанциональной основы. Субстанции как определенной подосновы, некоего субстрата, из которого «сделан» вышележащий уровень наблюдаемого мира, который не может быть воспринят с помощью органов чувств не только непосредственно, но и любым возможным опосредованным, в том числе и приборным, способом. Здесь следует сделать существенную оговорку: асубстанциальность касается пока только наблюдаемого мира, начиная с уровня элементарных частиц, которые, однако, как считалось, лежат в основании этого мира и являлись современными первоэлементами, архэ квантово-полевой физики.

Таким образом, материальные объекты представляют собой вибрации. Традиционно под материальностью понималась некая субстанциональность, хотя и существующая в различных *формах материального существования*: в пространстве, во времени, движении, взаимодействии и т.д. Но и теория струн и ряд других вариантов планковской физики, в том числе квантовые теории гравитации, утверждают о возможном отсутствии как пространства, так и времени на планковском масштабе, что повлечет за собой и необходимость радикального пересмотра физического движения и взаимодействия.

<sup>6</sup> Понятие космологообразующих объектов было введено в [11].

<sup>7</sup> Об основных свойствах T-дуальности можно прочитать в [12].

Это свидетельствует о том, что для материализма настала необходимость уточнить и углубить свои представления в свете современной фундаментальной физики. Но если струны все же представляют собой материальные объекты, то это существенно упрощает проблему, сводя ее к обнаружению границ теперь уже исторически преходящего субстанциального уровня физической реальности – элементарных частиц, которые к тому же в квантовой теории поля представляют собой кванты возбуждения соответствующих полей. Однако не исключены и предлагаемые ниже варианты возможной природы струн.

Плюрализм и многообразие современного физического познания поднимают проблему не только выбора теории [15], но и нетривиальную *проблему выбора онтологии*. В методологическом плане выбор теории должен включать в себя выбор онтологии. Сегодня онтологическая проблематика стоит очень остро. Так, крайне интересен вопрос о том, достаточна ли онтологическая база квантовой механики и теорий относительности, чтобы на ее основе строить теорию, описывающую планковский уровень, или необходимы принципиально новые онтологические представления.

К онтологической проблематике современной физики относятся также следующие вопросы:

- проблема онтологизации абстрактных конструкций одного из претендентов на теорию квантовой гравитации – теории петлевой квантовой гравитации;
- онтологический статус струн и бран;
- природа квантово-полевого вакуума и Мета вселенной в инфляционных космологических моделях;
- онтология эвереттовских миров в многомировой интерпретации КМ и многие другие.

Ввиду чрезвычайной важности онтологической тематики для современного физического познания во второй части несколько подробнее также будут обсуждаться некоторые онтологические проблемы современной фундаментальной физики.

#### 1.4. Герменевтика. Интерпретации

Герменевтика – хотя и не так часто упоминаемый в вопросах физического познания раздел философии, но является чрезвычайно важным, поскольку самым непосредственным образом связан с проблемой *интерпретации*. В своем первоначальном значении герменевтика (греч. *hermeneutike*, от *hermeneuo* – разъясняю, толкую); экзегетика (греч. *exegetike*, от *exegeomai* – истолковываю) – учение об истолковании текстов. В самом широком понимании герменевтика – учение о смыслах. Это – достаточно широкое и разветвленное учение. Выделим, с нашей точки зрения, две ее важнейшие части: герменевтику как учение о поиске смысла в текстах и герменевтику как учение об интерпретации. Следует отметить, что нередко всю

современную герменевтику понимают как интерпретацию. Хотя это во многом справедливо, но в связи со спецификой физического познания мы будем придавать специфическое значение, о котором речь пойдет чуть ниже.

Герменевтика берет свое название от имени бога греческой мифологии Гермеса – вестника богов, который доносил до людей волю богов. При этом был ли он интерпретатором посланий богов или только вестником – вопрос достаточно тонкий. Герменевтика – учение об истолковании текстов, преимущественно древних. И действительно, если сам Господь сошел на землю и оставил людям Завет, то хорошо бы понять что он означает, каков его смысл. С нашей точки зрения, в герменевтике можно выделить два уровня: уровень поиска смысла в тексте и уровень интерпретаций. Поиск смысла текстов отнесем к первому уровню герменевтики. В то же время мы его расширим и будем рассматривать процедуру выявления смысла по отношению к любому тексту.

Для начала обратимся к привычному тексту. То, что в любой книге, даже в pocket-book детективе (несмотря на различное к нему отношение), существует определенный смысл – вряд ли можно сомневаться. Гораздо интереснее следующий вопрос: в этом детективе существует один-единственный смысл, ведь он написан о конкретных людях и конкретных ситуациях. Тем более, что герменевтический принцип конгениальности говорит о том, что у читателя должен быть уровень понимания (развития, интеллекта, «гениальности») близкий к уровню автора произведения – только тогда он сможет понять написанное. Или в одном и том же популярном детективе смыслов много? Может быть столько же, сколько существует людей: ведь каждый чуть-чуть по-разному понимает и оценивает то или иное произведение. Или, наконец, *в каждом произведении смыслов всегда бесконечно много*, и сколько бы ни появлялось людей, они всегда будут находить свои смыслы? Хотя, конечно же, в рамках определенного заданного автором сюжета. Естественно, что это – богатая тема для исследования. Но означает ли это, что и в физических текстах также (бесконечно) много физических смыслов? Например, в фундаментальных учебниках Л.Д. Ландау и Е.М. Лифшица. Или в основополагающей работе А. Эйнштейна «К электродинамике движущихся тел». В то же время в его же работе с коллегами «Можно ли считать квантовомеханическое описание физической реальности полным?» [16. С. 604–611] даже при первом чтении различных смыслов просматривается значительно больше. Отсюда можно сделать вывод о том, что в некоторых текстах многообразие текстов более очевидно, а в других менее очевидно. Развитие современного физического познания показывает, что в современную эпоху неклассической (и постмодернистской) науки это недалеко от истины: даже в фундаментальных физических теориях существуют различные смыслы вплоть до конкурирующих прямо противоположных, что хорошо видно на примере интерпретаций квантовой механики.

В рамках обсуждаемой дисциплины – философии физики – в связи с этим возникает много нетривиальных вопросов. Так, если вряд ли можно

сомневаться в том, существует ли смысл в текстах по физике, то бывает не просто сформулировать, в чем же именно он состоит. Кроме того, можно говорить о расширении содержания понятия «текст». Наиболее интересный вопрос в данном случае следующий: является ли текстом сама природа? Посмотрев в окно, вспомнив объекты микро- или астрономического масштаба, на первый взгляд среди них трудно увидеть привычный текст. Разве деревья, дома, электроны и галактики являются текстом? Но ведь текст – это *определенная последовательность знаков, символов*. Можно ли дерево, электрон и галактику рассматривать как символы? В определенном смысле – вполне допустимо, причем на различных уровнях: на уровне формы объектов (сама форма, например, дерева или дома представляет собой своеобразные знаки и символы); на содержательном уровне (в рамках семантического анализа); расположение, рядоположенность и темпоральная последовательность также задают своеобразные структуры, которые нужно научиться считывать и т.д. Галилей говорил, что книга природы написана на языке математики: «Философия написана в величественной книге (я имею в виду Вселенную), которая постоянно открыта нашему взору, но понять ее может лишь тот, кто сначала научится постигать ее язык и толковать знаки, которыми она написана. Написана же она на языке математики, и знаки ее – треугольники, круги и другие геометрические фигуры, без которых человек не смог бы понять в ней ни единого слова...» [17. С. 41]. Таким образом, природу нужно уметь читать. Как водитель «читает» дорогу или как музыкант «читает» музыку на нотном стане. Книга природы богата и увлекательна, хотя и трудна.

Нередко саму герменевтику понимают как науку об интерпретациях. Однако, учитывая вышесказанное, мы предлагаем интерпретации рассматривать в качестве второй части или второго уровня герменевтики. Интерпретация в физическом познании – это процедура, в результате которой мы пытаемся что-то сказать об интересующих нас, прежде всего, глубинных процессах не на формальном абстрактном языке, а на языке физических событий и понятий. Интерпретация – это то, как можно понимать сложные физические процессы и явления. Интерпретация – это *приписывание физического смысла* формализму теории: символам, уравнениям, отдельным выражениям и т.д.

Проблема интерпретации напрямую связана с вопросом об установлении физического содержания той или иной теоретической конструкции. Поскольку физическое содержание фундаментальной теории и ее отдельных элементов (конкретного математического выражения, члена уравнения, экспериментальных данных и т.д.) основывается на широких концептуальных основаниях, то физическая интерпретация должна быть тесно связана не только с собственно физической теорией, но и с философскими основаниями этой теории, физической картиной мира [18. С. 96] и т.д.

В связи с этим возникает проблема более глубокого понимания соотношения формализма и физического содержания (интерпретации) теории. Согласно Дж. Кашингу, формализм и интерпретация «логически делимы,

даже если они часто перепутываются практически» [19. С. 4]. С его точки зрения (и это представляется важным материалом для обсуждения), «один формализм с двумя различными интерпретациями должен рассматриваться как две различные теории» [19. С. 4]. В современной науке, и в первую очередь в современной фундаментальной физике, роль и значение интерпретации приобретают все большую значимость и актуальность. Это определяется растущим опосредованным характером познания, все возрастающей теоретичностью фундаментальных исследований и всего познания.

### 1.5. Философия физики. Некоторые специфические особенности

Философию физики (ФФ) можно определить как учение (науку<sup>8</sup>) о наиболее общих формах и законах существования и развития природы и физического познания, а также о его основаниях (онтологических, гносеологических, логических, социокультурных, этических и др.). При всей ограниченности (недоопределенности) этого определения оно все же в существенной степени отражает специфику этой дисциплины.

Следует отметить, что физики нередко использовали своеобразную методологию: они достаточно тщательно изучали различные философские концепции (о чем можно судить по их произведениям; см., например: [1, 2, 20]), выбирая в них лишь то, что отвечало их интуитивным и мировоззренческим представлениям о мироздании и бытии. При этом они редко становились явными сторонниками какой-то конкретной философской доктрины. Так, Эйнштейн читал работы Аристотеля, Платона, Демокрита, Ламетри, Спинозы, Беркли, Юма, Маха, Канта, Рассела и др., которые он анализирует в своих работах. При этом «Эйнштейна представляли берклианцем, махистом, кантианцем, позитивистом, приверженцем конвенционализма, эмпириком, рационалистом и т.п. Некоторые философы причисляли его к сторонникам диалектического материализма» [21. С. 104–105]. Естественно, что такие выводы делали сторонники соответствующих учений, однако сам Эйнштейн не отождествлял себя ни с каким конкретным философским течением.

<sup>8</sup> Хотя уже И. Кант, Э. Гуссерль и другие стремились сделать философию строгой наукой, однако вопрос о том, можно ли ее считать наукой, а тем более строгой наукой, остается очень спорным. И действительно, в философии не проводят экспериментов как в физике, не используют формул и вообще формализма, в философии не требуется вычислительной точности, собственно как и вычислений вообще и т.д. И даже блестящая попытка Б. Спинозы в своей «Этике» построить философию по образу геометрии не может служить убедительным аргументом в пользу полноценного достижения заявленного стремления. Тем не менее существует активно развивающаяся дисциплина «философия науки» и нередко используется термин «научная философия». Последний, по-видимому, все же больше отражает интенцию философии на исследование конкретных специальных научных дисциплин, а не говорит о собственно научности философии.

Поэтому, поскольку рассматриваемая здесь дисциплина называется *философией* физики, видимо, будет более корректно считать ее не наукой, а учением, что более характерно для философского дискурса.

Философы не мыслят формулами. А.Эйнштейн считал, что формулами не мыслят и сами ученые. Философы науки, исследующие фундаментальные аспекты физического познания, работают в основном с интерпретациями физических теорий. А их предоставляют сами физики, те физики, которые умеют мыслить не только математически формально. На наш взгляд, блестяще сказал В. Гейзенберг: «...для физика возможность описания на обычном языке является критерием того, какая степень понимания достигнута в соответствующей области» [20. С. 104–105]. Можно сказать, что философы физики работают с *качественной физикой*, понимая под последней физическое содержание теорий, лишенное (насколько это возможно) математического формализма. Здесь можно отметить, что, например, Дж. Кашинг считает, что интерпретация и формализм теории существенно разделены [19. С. 4].

Многие физики не признают никакой значительной роли философии в отношении физики и не любят философов, пытающихся что-то писать о физических проблемах. И нередко они правы, поскольку, к сожалению, большинство философов физики пишут в основном обзорные, научно-популярного характера статьи, в которых многократно (и самое главное «без изюминки») пересказываются уже хорошо известные данные современной физики, не выдвигая никаких интересных идей для самих физиков. Либо пишут о чем-то о своем, очень философском. Философия не конструктивна для современного физика, радуется лишь то, что, рассуждая подобным образом, физики при этом нередко активно философствуют [22].

Характеризуя взаимоотношения между физикой и философией, можно предложить следующую аналогию. Взаимоотношения между этими дисциплинами подобны взаимоотношению между общей теорией относительности (ОТО) и квантовой механикой: обычно и первая пара, и вторая пара несовместимы и в чем-то даже «антагонистичны» по отношению друг к другу, но при определенных условиях и те и другие с необходимостью требуют взаимного слияния. Сегодня уже хорошо известны эти условия: ОТО и квантовая механика не могут друг без друга на планковском масштабе, а физика и философия – на уровне фундаментального познания. Обобщая и одновременно конкретизируя, можно надеяться, что с точки зрения современных представлений все они должны совместиться как раз на планковском масштабе. Хорошо бы, если бы на этом уровне физики и философы наконец-то крепко подружились навсегда...

В современной фундаментальной теоретической физике исследования проводятся по нескольким возможным путям. Во-первых, теоретик «плотно» работает с формализмом: он анализирует математические выражения, решает уравнения, ищет связи между их составляющими и т.д. Во-вторых, теоретик не должен забывать об эмпирических данных и их анализировать, пытаясь обнаружить закономерности и эмпирические законы, а также связь с самыми абстрактными теоретическими конструкциями. В-третьих, в своих исследованиях физик должен почаще обращаться к основаниям физики, в



том числе к философским (метафизическим), поскольку наука без философии концептуально слепа. Как бы кто в научном сообществе на практике к философии ни относился, но она действительно является «лесами» научного познания, «острием копья», или «невидимой рукой» помощи, протягивающейся к теоретику «из тумана» фундаментальных физических проблем [5. С. 13]. Естественно, что для решения проблем современной фундаментальной физики требуются философы физики и философствующие физики, способные в итоге объединить в своем творческом методе все три перечисленные методологические особенности физического познания.

ФФ является *составной частью* философии науки. Вместе с тем открытым остается вопрос о соотношении между философией науки и философией конкретных наук, в том числе философией физики. По своему фактическому содержанию (как философия конкретно-научной дисциплины) ФФ существенно отличается от основных направлений исследований философов науки. Последних интересовали на разных этапах эволюции этой дисциплины, прежде всего, такие проблемы, как структура научного знания (позитивизм), а позднее (постпозитивизм – К. Поппер и др.) – вопрос о том, как прирастает научное знание. В то же время следует отметить, что большинство концепций философии науки основывались на материале физической науки (концепции всех трех позитивизмов, учения К. Поппера, Т. Куна, П. Фейерабенда и др.).

Сделаем еще несколько существенных замечаний о современной философии науки, которые пояснят некоторые особенности нашего дальнейшего анализа. В настоящее время в современной философии науки доминирует эпистемологическая и социокультурная направленность исследований. Мы же попытаемся рассмотреть онтологические аспекты указанного конкретного раздела фундаментальной физики. Сегодня существует большая потребность в расширении исследований по онтологии фундаментального физического познания. Актуальность онтологических аспектов в современной фундаментальной физике в первую очередь связана с высочайшим уровнем абстрагирования и глубокой опосредованностью соответствующих физических представлений и построений. И действительно, можно ли с полной уверенностью говорить о том, что современные представления о происходящем «на другом конце» Большого адронного коллайдера, то есть на масштабах энергий в несколько ТэВ или эквивалентно – на расстояниях примерно  $10^{-17}$  см, являются полностью адекватными происходящим там процессам. Чисто онтологически цепочка опосредованности между этими процессами и макроскопическими показаниями приборов «на выходе» существенно возросла и продолжает увеличиваться в процессе физического познания.

ФФ интересуют в первую очередь *основания физики*. И прежде всего – фундаментальной физики. Под основаниями физики можно понимать совокупность ее фундаментальных понятий, идей, принципов и законов физического познания, уравнений и теорий, составляющих его каркас и придающих

ему целостность. В то же время сохраняют актуальность и силу все те вопросы и результаты, которые рассматривала философия науки как более общая дисциплина.

Вместе с тем «в каждой науке существуют *собственные* теоретические основания, выступающие в качестве взаимосогласованных и подкрепляющих друг друга принципов и законов теории. Эти законы используются для объяснения эмпирических фактов и предсказания новых явлений на основе экстраполяции следствий из законов. Кроме того, в теории имеются философские основания в виде важных положений, принципов и законов, имеющих мировоззренческое, методологическое или социальное содержание» [23. С. 17].

Философия физики исследует большой спектр проблем, связанных с основаниями современной физики. Специфика и интерес философии физики обычно выражается в так называемых *философских проблемах физики*. Очень важно научиться видеть в физике фундаментальные проблемы и оценивать возможность того, претендуют ли они на некоторую философию или нет. К ним, в частности, относятся:

1. Философская проблематика, связанная с важнейшими категориями<sup>9</sup>, работающими в физике (пространства, времени, причинности, взаимодействий, случайности, материальности и т.д.). В принципе можно утверждать, что в физике каждая из категорий проблемно нагружена. Вот только некоторые из таких философски нагруженных проблем в физике:

– Являются ли все эти категории всеобщими формами существования физической объектности и физических процессов? Если предыдущее верно, то каким образом сохранить причинность и детерминизм в квантовой механике?

– Верна ли интенция квантовой теории рассматривать случайность в качестве более фундаментальной категории по сравнению с причинностью во всем физическом познании?

– Что такое время и каков его статус в природе?

– Каким образом расширить и обобщить представление о материальности, основываясь на достижениях современной фундаментальной физики?

Отметим здесь, что существует следующая важная закономерность, непосредственно касающаяся физического познания: «если та или иная философская категория имеет общенаучное значение, интенсивно используется и “работает” в частных науках, то она детально разрабатывается в ее смысловом содержании в контексте науки, а также в самой философской теории; если же старые философские категории или принципы не используются в науке, то и в философии они со временем выходят из употребления и представляют лишь исторический интерес. Так, общенаучный статус приобрели такие категории, как материя, движение, пространство, время, связь, взаимодействие, причинность, система, структура, вероятность, бесконечность,

---

<sup>9</sup> Категории – это наиболее общие, всеобщие понятия. Из этого следует, что все они обладают философским статусом, поскольку философия и занимается всеобщим.

развитие, целостность и др. Многие из них выражают атрибуты материи или стороны весьма общих законов. Разработка их содержания составляет одну из важных задач философии естествознания. ...Вместе с тем некоторые широко употреблявшиеся в прошлом философские категории, как, например, модусы субстанции, акциденции, всевозможные “сущностные силы”, “вещь в себе”, абсолют, “в-себе-бытие”, “для-себя-бытие” и другие, не прижились в науке, и... вышли из употребления» [6. С. 16].

2. Философские проблемы новых и ряда старых фундаментальных физических понятий (нелокальности, несепарабельности, физической бесконечности, многомерности и т.д.).

Философа физики, конечно же, должны заинтересовать, прежде всего, проблема природы этих понятий. Следует ли, например, понимать несепарабельность и тождественность квантовых частиц одного вида только в квантовомеханическом смысле или же, в частности, все электроны во Вселенной, как считают некоторые физики, абсолютно неотделимы друг от друга и абсолютно неразличимы даже пространственно, то есть если находятся в различных точках пространства? Бесконечна ли Вселенная и что под этим следует понимать? Могут ли реально существовать физические объекты бесконечно малых размеров, в частности точечные элементарные частицы (электроны, кварки и т.д.)?

3. Философские проблемы конкретных фундаментальных теорий (теории относительности, квантовой механики, космологии и др.).

Кроме уже рассмотренных выше разделов (онтологии и герменевтики) отметим также:

- 1) гносеологические аспекты фундаментальной физики;
- 2) методологические вопросы физического познания (существуют ли какие-то принципиально другие методы исследования элементарных частиц, кроме очень дорогостоящей и громоздкой современной ускорительной техники? Как, например, развивать технологию мысленного экспериментирования? и др.)
- 3) социокультурные аспекты физики;
- 4) психологические аспекты научного творчества (физического познания) и т.д.

Философские вопросы естествознания, в том числе и физики, исторически менялись вместе с развитием науки: «В XVII–XVIII вв. философскими считались вопросы о природе тепла, электричества, магнетизма, о свойствах атомов, строении Солнечной системы, причинах болезней и т. п. Затем, по мере их решения, они отходили в ведение физики, астрономии или медицины. Мысль философов устремлялась к новым малоисследованным проблемам на крайних рубежах научного знания, по которым выдвигались самые различные гипотезы. Но как только эти проблемы становились объектом специального научного исследования в конкретных дисциплинах, по ним накапливался большой эмпирический материал и давалось их теоретическое

освещение, большинство философов утрачивало к ним интерес, обращая свое внимание на новые спорные вопросы весьма общего характера.

В конце XIX в. весьма остро обсуждался вопрос о природе эфира, сущности электромагнитного поля, строении атомов, происхождении звезд, эволюции живой природы и др. Затем философские дискуссии переместились в область анализа квантовой механики, теории относительности, космологии, генетики, и многие из этих дискуссий продолжаются до сих пор. Из этого исторического опыта видно, что философские проблемы науки обычно находились на самом переднем крае науки, отличались неоднозначностью их решений, были объектом различных подходов в дискуссиях. Иногда они совпадали с общетеоретическими проблемами какой-либо фундаментальной науки, но это не обязательно, ибо в науках было и есть много таких общетеоретических проблем, которые не являются философскими. Совпадение общетеоретических проблем с философскими имеет место тогда, когда решение данной проблемы важно не только для одной конкретной науки, но и для других наук, вносит вклад в общую картину мира и методологию познания. Философские проблемы естествознания возникают на «стыках» различных дисциплин, а также научной философии, их разработка и решение выступают в качестве одной из важных форм интеграции научного знания» [23. С. 13–14].

Результаты анализа оснований, проблематики, методологии и других аспектов физического познания распределяются двояким образом: если они имеют глобальное мировоззренческое, методологическое или социальное значение, то они могут стать основанием или существенной частью новых философских концепций или обогатить содержание уже существующих философских систем; если же степень общности выводов значительно меньше, то они включаются в концептуальные основания соответствующих фундаментальных наук, обогащая их методологию.

Одна из особенностей ФФ состоит в том, что не всегда философские проблемы формулируются в явном виде, артикулированно. Можно даже сказать, что чаще всего в чисто физических работах по фундаментальной физике они присутствуют неявным образом. ...Кроме того, сами физики, выдвигая те или иные гипотезы, принципы и вообще идеи по поводу природы тех или иных фундаментальных физических объектов или процессов, возможно, сами не подозревая, высказывают идеи философского содержания или наполнения. В крайнем случае, они могут претендовать на такой статус, поскольку обязательно включают в себя мировоззренческий аспект. Так что сами физики нередко могут быть творцами философских идей. Искусство заключается в том, чтобы разглядеть среди чисто физических идей такие, которые способны претендовать на философский (метафизический) статус. Основные проблемы в фундаментальной физике всегда связаны с ее основаниями, поэтому физик, стремясь разобраться с ними, автоматически выходит (трансцендирует) в область философии.

Философские проблемы науки имеют весьма общий и комплексный характер, затрагивают существенные вопросы мировоззрения, научного познания, методологии и социологии науки. Это, прежде всего, проблемы оснований науки. Соответственно философские проблемы конкретных наук связаны с основаниями конкретных наук. В данном конкретном случае философские проблемы квантовой механики – это, в первую очередь, проблемы оснований квантовой механики. Приведенный ниже список проблем, касающихся этой теории, каждый может попробовать проанализировать на предмет ее философичности (а именно: фундаментальности, всеобщности, в плане соотношения материя-сознание и т.д.). Другими словами, нужно попытаться дать *обоснованную оценку*: могут ли они быть отнесены к философским проблемам квантовой механики?

- 1) Не ясны физические основания квантовой механики (КМ).
- 2) Не ясны концептуальные основания КМ.
- 3) Проблема редукции волновой функции.
- 4) Наличие многих интерпретаций КМ.
- 5) Не ясна онтология квантового мира.
- 6) Проблема объективного существования квантового объекта до измерения (Согласно копенгагенской интерпретации КМ).
- 7) Роль и статус наблюдателя в квантовой механике (в частности, на примерах парадокса друга Вигнера и уилеровского мысленного эксперимента с отложенным выбором).
- 8) Активная (и онтологическая?) роль сознания в квантовых измерениях (на основе мысленных экспериментов п. 7).
- 9) Корпускулярно-волновая природа квантового объекта.
- 10) Эмпирическая неразличимость интерпретаций КМ.
- 11) Противоречивый характер КМ: вероятностный характер значений физических величин и детерминированный характер уравнения Шредингера как фундаментального уравнения этой теории.
- 12) Неполнота квантовой механики (например, по Эйнштейну).
- 13) Тождественность квантовых объектов одного и того же типа (например, всех электронов во Вселенной).
- 14) Тотальность квантовомеханического описания (волновую функцию можно приписать даже всей Вселенной).
- 15) Возможное отсутствие пространства и времени в микромире.
- 16) Доминирование (приоритет) импульсно-энергетического описания на микроуровне.
- 17) Интерпретация волновой функции.
- 18) Природа вероятности в КМ.
- 19) Отсутствие траектории у квантовых объектов (в рамках копенгагенской интерпретации КМ).
- 20) Проблема квантовой дополнителности.
- 21) Индетерминизм квантового мира.
- 22) Природа симметрии квантовомеханических законов.

- 23) Нелокальность КМ.
- 24) Несепарабельность КМ.
- 25) Холизм в КМ.
- 26) Проблема декогеренции.
- 27) Проблема измерения.
- 28) Пропенситивная природа микромира (К. Поппер).

## **2. Некоторые философские проблемы современной фундаментальной физики**

Вся фундаментальная физика пронизана философской проблематикой. Она хорошо просматривается с позиций разделов философии, о которых было сказано выше. Кратко рассмотрим некоторые онтологические и методологические проблемы в различных областях современной фундаментальной физики.

### **2.1. Философские проблемы современной космологии**

С концептуальной точки зрения в космологии остается неясным основной вопрос: что такое Вселенная? Этот вопрос неоднократно обсуждался в литературе, однако ясности пока не достигнуто. Так, трудно определиться, например, в вопросе о том, тождественны ли следующие понятия: Вселенная, мир, реальность, действительность, материя, Метавселенная? Является ли Вселенная физическим объектом? Если – да, то где находится наблюдатель, которому этот объект познания противостоит? Особенно остро этот вопрос стоит в рамках квантовой трактовки Вселенной. Если – нет и Вселенная – это все физически существующее, то это дает основания для положительного вопроса о тождественности, по крайней мере, некоторых из перечисленных выше понятий. Кроме того, в этом случае выглядят странными рассуждения о ее начале, рождении, коллапсе и т.д. И здесь концептуально прав был А. Эйнштейн: всё (Вселенная) как целое не может изменяться. Внутри Вселенной могут рождаться и исчезать звезды, галактики, черные дыры и т.д. Но Вселенная как целое как все физически сущее должна оставаться неизменной. Поэтому его первая релятивистская космологическая модель (цилиндрическая модель Вселенной) в отношении постулата стационарности концептуально очень сильна. Другое дело, что вопрос об использованных в этой модели других характеристиках Вселенной (пространственной 3-мерности, 1-мерном времени, однородности и изотропности и др.), на наш взгляд, должен будет претерпеть существенные изменения. Но, возможно, что все эти рассуждения, в действительности, сохраняют силу, правда, в этом случае необходимо существенно обогатить наши представления о мироздании.

По факту можно считать, что космология всегда описывает только локальные структуры Вселенной все больших и больших масштабов. Причем

эти растущие масштабы нельзя в актуальном смысле устремить к бесконечности, поскольку в этом случае в концептуальном плане мы выходим на уровень всеобщности, а это – удел чистой философии. Парадоксальность заключается в том, что и физика, и космология уже работают с такими «космологическими бесконечностями» и даже могут конформно стягивать их к локальным структурам (см., например, [24]). Но такая парадоксальность только подчеркивает тот факт, что физика и философия не только теснейшим образом связаны друг с другом, но на фундаментальном уровне неразделимы.

В последнее время среди физиков и космологов вновь активно дискутируется вопрос о единственности Вселенной [25–27]. Так, в рамках инфляционных моделей, которые стали неотъемлемой частью современной космологии, вполне естественна концепция мультиверса, то есть мироздания, в котором существуют минивселенные, одна из которых наша. Однако в некоторых вариантах инфляционной космологии (например в хаотической инфляции) присутствует также и понятие Метавселенной – той гигантской Вселенной<sup>10</sup>, которой стал первичный (как вариант) планковский объект после экспоненциально быстрого раздувания. Онтологический и космологический статус этого «объекта» пока плохо определен. Существуют и другие модели. Так, в струнной космологии предполагается, что изначально Вселенная была бесконечной и холодной [28]. Недавно крупный современный теоретик Л. Смолин опубликовал статью, в которой настаивает на единственности Вселенной [25].

Концептуально значимым является также вопрос о природе темной материи. Он порождает непростую методологическую и мировоззренческую проблему: если темная материя и темная энергия действительно составляют порядка 95 % материи Вселенной, то отсюда вытекает, что, несмотря на все успехи «незатемненной» космологии, мы знаем нашу Вселенную только на 5 %. А с учетом того, что темная материя может «комковаться» (А.Д. Линде), можно предположить существование в Метагалактике значительно больших по масштабу и распространенности космологических структур, в том числе вокруг галактик. Еще более радикальный эпистемологический вывод состоит в том, что, по существу, мы практически не знаем нашу Вселенную. И действительно, знание только о 5 % Вселенной означает, что мы наблюдаем ее «в замочную скважину», делая при этом далеко идущие выводы.

Тем не менее не стоит впадать в эпистемологические крайности: результаты в космологии впечатляющи, а ситуацию можно рассматривать и оптимистически: с открытием темной материи и темной энергии мы сразу узнали о Вселенной почти в 20 раз больше и космологов ожидает много важных результатов и открытий.

<sup>10</sup> По оценкам А.Д. Линде, первоначальный размер Вселенной увеличился в  $10^{10^{12}}$  раз [26].

## 2.2. Онтологическая проблематика планковского масштаба

«Физика встречается с философией на планковском масштабе» – так называется сборник, выпущенный в 2004 году, в котором принял участие ряд ведущих физиков и философов [29]. Планковский масштаб представляет собой совершенно особую область исследования: по существу, исследуется, возможно, предельная форма физического бытия. Он был открыт Планком в 1899 году, фактически сконструирован из двух введенных им постоянных величин (получивших позднее названия планковской и больцмановской констант) и двух уже известных в то время физических констант (скорости света  $c$  и гравитационной константы  $G$ ) [30], комбинация которых изначально предназначалась для получения значений известных физических измеримых величин: расстояния, времени, энергии и т.д. Можно сказать, что на планковском масштабе в фундаментальной физике сейчас ожидается все самое интересное. В современном фундаментальном физическом познании планковский масштаб играет чрезвычайно важную, можно даже сказать, определяющую роль. Можно полностью согласиться с тем, что «следует обратить внимание на существенность качественного скачка при приближении к планковским границам, требующего и более углубленного философского подхода к реальности» [31].

Важнейшая задача создаваемой квантовой теории гравитации состоит как раз в том, чтобы «дать точное описание природы на всех масштабах, включая планковский» [32]. При этом она должна «сказать нам, что есть время и пространство на языке, полностью совместимом и с квантовой теорией, и с тем фактом, что геометрия пространства-времени является динамической. Сказать как световой конус, причинная структура, метрика и т.д. должны описываться квантово-механически, в том числе на планковском масштабе» [Там же].

Это, по-видимому, известная предельная физическая реальность, которая требует выдвижения и осмысления новой онтологии. На этом масштабе реальности не представляется возможным проводить исследования с помощью существующих методов, так же как и использовать старые онтологические представления. Поэтому нужны новые философские обобщения, новые мировоззренческие представления, в том числе, возможно, как это предполагают некоторые варианты фундаментальных физических теорий, даже исключение времени и пространства.

Концептуально интересны многие вопросы планковской физики и космологии. Среди них важнейший связан с выяснением статуса фундаментальной физической длины – планковской длины. Прежде всего, это вопрос о том, существуют ли физические размеры меньше планковского? Различные точки зрения по этому вопросу можно посмотреть в [33]. Физически не менее принципиален вопрос о том, какова природа планковского времени? Можно ли рассматривать планковский масштаб в качестве самостоятельного физического объекта типа максимона или планкеона? Если последнее верно,



то что представляет собой этот квант реальности? Могут ли в нем протекать физические процессы, происходят какие-то изменения вообще: ведь *в предельном случае* Вселенная возникла из планковской ячейки, а звезды достаточно большой массы и даже вся Вселенная «в конце своей эволюции» должны коллапсировать в планковскую ячейку? Что онтологически представляет собой квантованное (состоящее из планковских ячеек) пространство и время?

С другой стороны, тщательно должен быть проанализирован и вопрос о том, насколько фундаментален планковский масштаб? По этому поводу также существуют различные точки зрения (см., например: [33. С. 183–187]).

### 2.3. Атемпоральные и беспространственные онтологии

Современная фундаментальная физика дает много новых данных о том, что нам снова необходимо пересмотреть природу времени и пространства (см., например, [34]). Этот пересмотр должен быть концептуально не менее глубоким, чем тот, который был осуществлен Эйнштейном в обеих теориях относительности. Можно отметить ряд попыток построения сложных темпоральных конструкций типа «времени до времени» [35], интерпретации квантовой механики с двойным временем [36], трехмерной теории времени [37] и др. Большинство из них имеют выход на квантовую космологию.

Однако современная фундаментальная физика достигла такого уровня своего развития, что готова свергать даже всеобщие философские категории. Так, важнейшим основанием современных подходов к созданию квантовой теории гравитации и квантовой космологии является квантованный характер пространства и времени, что требует радикального пересмотра представлений о физических процессах и объектах. В наиболее радикальном варианте предлагается полное устранение пространства и времени из физической реальности. Обе эти категории становятся сугубо макроскопическими понятиями и эмерджентными феноменами. Физики активно включились в разработку подобных подходов. Крупный современный теоретик, один из создателей теории петлевой квантовой гравитации К. Ровелли, пытается последовательно строить физику без времени. Согласно развиваемому им подходу обычное время имеет термодинамическое происхождение и представляет собой, как он называет, *тепловое время*<sup>11</sup>. Физику, как предполагается, вполне корректно можно формулировать без понятия времени.

Подобные и другие подходы к проблеме пространства и времени в квантовой теории гравитации и в квантовой космологии позволяют сделать предположение о постепенном формировании двух фундаментальных физических программ: *программы построения неметрической физики* и *программы физики без пространства и времени*. Очевидно, что вторая про-

<sup>11</sup> Одна из последних обобщающих его работ по этой тематике называется «Забыть время» («Forget time») [38].

грамма более радикальна. Дискретная физика существует и сейчас. Например, это – физика кристаллов, физика на решетке и т.д. Но в программе построения неметрической физики предполагается более глобальный подход – радикальная перестройка всей физики. Она должна строиться не на континуальной парадигме, а принципиально на дискретной, в отсутствии метрики, что значительно проблематизирует теорию измерения и, соответственно, фундаментальную для физики процедуру измерения. Второй, радикальный подход к проблеме времени предлагается в одном из направлений теории квантовой гравитации – квантовой геометродинамике. На уровне квантовой гравитации, а следовательно, и на планковском уровне в соответствии с уравнением Уилера–деВитта времени не существует. Можно ли себе представить физические процессы без времени? Можно ли себе представить любое изменение в природе вне времени?

Если эти тенденции имеют перспективу, то, возможно, они будут реализовываться в два этапа: на первом будет более быстрыми темпами формироваться неметрическая физика, а уже затем, на втором этапе, будет осуществляться переход к физике без времени. Можно предположить, что основная трудность построения этих программ будет связана даже не со сложнейшими математическими проблемами, а с поиском адекватной физики и онтологии.

С другой стороны, если оставить пространство и время в качестве всеобщих (философских) категорий, то они должны сохранить фундаментальную роль и в науке о природе. Но поскольку на планковском масштабе эти понятия теряют свои метрические свойства, то следует развивать представления об их неметрических формах и свойствах, а в отношении физического познания – создавать неметрическую планковскую физику, в которой пространство и время приобретут принципиально новые – квантованные формы, а затем еще более радикальные формы физического бытия станут основаниями программы построения физики без пространства и времени. Особенно остро эта проблема уже сейчас встает в планковской физике и космологии. В частности, потому, что *в предельном случае* в ней остается только один квант пространства и, соответственно, один квант времени (момент рождения Вселенной). В рамках концепции времени как длительности между процессами и событиями мы должны отыскать, например, в неметрическом подходе такие процессы, которые могут происходить вне известных метрических отношений пространства и времени. По-видимому, это будут пространства большей сложности.

Уже существуют теории, претендующие на фундаментальные, которые являются полностью неметрическими. Ярким примером подобной теории является теория петлевой квантовой гравитации. Но всем подобным подходам в их совокупности не хватает масштабности и коллективной целенаправленности, чтобы стать программой научных исследований. В неметрическом направлении должно возникнуть еще больше серьезных результатов, а самое главное – должны быть получены новые концептуальные идеи и

принципы. Неметрическая программа должна стать такой же фундаментальной, как программа геометризации физики, в то время как современная ситуация с неметрической физикой отчасти напоминает положение дел в формирующейся, на наш взгляд, очень перспективной *программе топологизации физики*.

#### **2.4. Реляционная физика и проблема непостижимой эффективности математики в естествознании**

Реляционные идеи высказывались давно. В Новое время знаменитым сторонником реляционной концепции пространства и времени был Лейбниц. В наше время идеи реляционизма активно разрабатываются в реляционной физике [39–42]. Основная идея состоит в том, что буквально всю физику можно представить как отношения: отношения частот колебаний, как структурные соотношения и т.д. Другими словами, *вся физика должна быть представлена как отношения сосуществования*. Но сосуществования чего? Прежде всего, – физической объектности. Более широко – физических объектов, свойств и процессов. Нетрудно заметить, что и здесь основная проблематика связана с выяснением соответствующей физической онтологии.

По-видимому, основной проблемой реляционной физики является выяснение природы того, что находится «на концах» соответствующих отношений. То есть выяснения вопроса о том, между чем имеют место те или иные отношения. Будем называть эти концевые реляционные элементы *релятами*. И если на онтологическом масштабе, близком к макроскопическому масштабу самого наблюдателя, этот вопрос решается достаточно адекватно, то в микромире на уровне квантованных полей, квантово-полевого вакуума, на планковском уровне квантованных пространства и времени это становится концептуальной проблемой. Например, вопрос о том, что собой представляют планковские ячейки, между которыми должны быть установлены отношения сосуществования, дающие в рамках реляционной физики квантованное пространство-время и квантовую космологию, представляет собой *принципиальную онтологическую проблему* для современной фундаментальной физики. С реляционным подходом тесно связан *физический структурализм*. А. Эддингтон предлагал рассмотреть некоторое созвездие, например, созвездие Большой Медведицы. С одной стороны, мы его наблюдаем, можем сфотографировать и проанализировать. Значит, оно существует, и не так важно, как оно называется. С другой стороны, ковш Большой Медведицы для разных наблюдателей, смотрящих на него под разным углом зрения, будет менять свои очертания вплоть до неузнаваемости. В этой ситуации А. Эддингтон колебался в выборе названия для своего подхода к этому вопросу: называть это селективным субъективизмом или структурализмом. В настоящее время в философии науки также активно развивается концепция структурного реализма, которая, на наш взгляд, требует существенного содержательного осмысления.

В рамках реляционной физики может найти свое объяснение удивительный факт непостижимой эффективности математики в естествознании (Ю. Вигнер). И действительно, трудно объяснить, каким образом абстрактные идеальные объекты и конструкции математики описывают природу. Гипотеза состоит в том, что в самом широком смысле математика описывает как раз отношения сосуществования физической объектности в самом широком плане. Все геометрические структуры (природа написана на языке математики с помощью кругов, треугольников и т.д. (Г. Галилей)), все уравнения, функциональные зависимости и т.д. можно рассматривать как выражение отношений сосуществования физических объектов самой различной природы. Отсюда вытекают следствия концептуальной значимости. А именно: математика становится естественной частью естествознания, а в радикальном подходе, с учетом идеи о том, что вся физическая реальность есть отношения – и всем естествознанием. В то же время крайние варианты всегда следует принимать очень осторожно. С одной стороны, математика как дисциплина, описывающая отношения, может развиваться самостоятельно, с другой стороны, математические построения – это не просто игры чистого разума, но всегда нечто соответствующее физической реальности. Об этом свидетельствует *история формализмов* фундаментальных физических теорий, когда уже существовавшие в математике очень абстрактные (в данную историческую эпоху) объекты и структуры находили свою нишу в физическом познании и становились неотъемлемой частью физической теории. В качестве примеров приведем следующие: 1) теорию вероятностей, которая стала основой формализма статистической физики, термодинамики и переросла в более сложные формы современной физики, прежде всего квантовую механику и квантовую теорию поля; 2) тензорный анализ, ставший формализмом ОТО; 3) матричный формализм в квантовой механике. В ряде случаев математический аппарат специально создавался для формирующихся фундаментальных физических теорий: дифференциальное исчисление для классической механики, операторный анализ в гильбертовом пространстве для квантовой механики и др. Подобный вывод о природе эффективности математики может оказать существенное влияние на методологию научного и, прежде всего, фундаментального физического познания.

Совсем кратко отметим, на наш взгляд, еще одну актуальную онтологическую проблему: выяснение физической природы теснейшим образом связанных друг с другом квантовых корреляций, квантовой нелокальности, квантовой несепарабельности и квантового холизма.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Эйнштейн А.* Собр. научн. тр. – М.: Наука, 1965. – Т. 4. – 599 с.
2. *Бор Н.* Квантовая физика и философия // *Атомная физика и человеческое познание.* – М.: Изд-во иностранной литературы, 1961. – С. 139–147.
3. *Томилини К. А.* Предисловие к Шредингер Э. *Мой взгляд на мир.* – М., 2005. – URL: [http://www.odinblago.ru/filosofiya/erwin\\_shredinger/shredinger\\_e\\_poiski\\_puti/1/](http://www.odinblago.ru/filosofiya/erwin_shredinger/shredinger_e_poiski_puti/1/)

4. Хоффман Д. Эрвин Шредингер. – М.: Мир, 1987. – 94 с.
5. Шредингер Э. Мой взгляд на мир. – М., 2005. – 146 с.
6. Новейший философский словарь. – 3-е изд., испр. – Мн.: Книжный Дом, 2003. – 1280 с.
7. Куайн В. Онтологическая относительность // Современная философия науки / под ред. А.А. Печенкина. – М., 1996. – С. 40–61.
8. Современная философия науки / под ред. А.А. Печенкина. – М.: Логос, 1996. – 396 с.
9. Пуанкаре А. Наука и гипотеза // О науке. – М., 1983. – С. 5–152.
10. Эрекаев В.Д. О пространстве квантовой механики // Метафизика. – 2015. – №1 (15). – С. 79–90.
11. Эрекаев В.Д. Онтология квантовой космологии // Современная космология: философские горизонты. – М.: Канон+, 2011. – С. 216–269.
12. Грин Б. Элегантная Вселенная – М.: УРСС, 2005. – 286 с.
13. Грин Б. Ткань космоса: Пространство, время и текстура реальности. – М., 2009. – 601 с.
14. Рэндалл Л. Закрученные пассажи. Проникая в тайны скрытых размерностей пространства. – М.: УРСС, 2011.
15. Мамчур Е.А. Проблема выбора теории. – М., 1975. – 227 с.
16. Эйнштейн А., Подольский Б., Розен Н. Можно ли считать квантово-механическое описание физической реальности полным? // Эйнштейн А. Собр. науч. тр.: в 4 т. – М., 1966. – Т. 3. – С. 604–611.
17. Галилей Г. Пробирных дел мастер. – М.: Наука, 1987.
18. Степин В.С. Становление научной теории. – М., 1976. – 319 с.
19. Cushing J. The Causal Quantum Theory Program // Bohmian Mechanics and Quantum Theory: an Appraisal // Boston Studies in the Philosophy of Science. Dordrecht/Boston/London. – 1996. – V. 184. – P. 1–19.
20. Гейзенберг В. Физика и философия. Часть и целое – М.: Наука, 1989. – 400 с.
21. Грибанов Д.П. Философские взгляды А. Эйнштейна и развитие теории относительности. – М.: Наука, 1987. – 272 с.
22. Вайнберг С. Мечты об окончательной теории. – М.: УРСС, 2004. – 253с.
23. Философские проблемы естествознания. – М.: Высшая школа, 1985. – 400 с.
24. Пенроуз Р. Циклы времени. – М.: Бином, 2010. – 333 с.
25. Smolin L. The unique universe. – Physicsworld.com. – Jun 2, 2009.
26. Линде А.Д. Элементарные частицы и инфляционная Вселенная. – М., 1990.
27. Линде А.Д. Многоликая Вселенная. – Лекция в ФИАН. – 10 июня 2007 г. – Цит. по: «Элементы». – URL: <http://elementy.ru/lib/430484?context=2455814>
28. Венециано Г. Миф о начале времен – В мире науки. – 2004. – URL: [www.sciam.ru/article/2296](http://www.sciam.ru/article/2296).
29. Physics meets philosophy at the Planck scale. Contemporary theories in quantum gravity // Cambridge University Press. – 2004.
30. Дубровский В.Н. Новая концепция пространства-времени на планковских масштабах расстояний // Философия физики элементарных частиц. – М., 1995. – С. 80.
31. Томилин К.А. Фундаментальные физические постоянные в историческом и методологическом аспектах. – М.: Физматлит, 2006. – 368 с.
32. Смолин Л. Как далеко мы находимся от квантовой теории гравитации / пер. А.Д. Панова. – URL: <http://alpha.sinp.msu.ru/~panov/SmolinTransl1.pdf>. – С. 12.
33. Эрекаев В.Д. Онтология планковской космологии // Космология, физика, культура. – М.: ИФРАН, 2011. – С. 163–190.
34. Эрекаев В.Д. Проблема времени в квантовой гравитации и квантовой космологии // Метавселенная, пространство, время. – М.: ИФРАН, 2013. – С. 122–140.

35. *Vaas R.* Time before Time – Classifications of universes in contemporary cosmology, and how to avoid the antinomy of the beginning and eternity of the world. – URL: arXiv:physics/0408111 – 25 Aug 2004.
36. *Aharonov Y., Gruss E.Y.* Two-time interpretation of quantum mechanics. – URL: arXiv:quant-ph/0507269 v1 28 Jul 2005.
37. *Chen X.* Three Dimensional Time Theory: to Unify the Principles of Basic Quantum Physics and Relativity. – URL: arXiv:quant-ph/0510010 v1 3 Oct 2005.
38. *Rovelli C.* Forget time. – *Foundations of Physics.* – 2011. – 41: 1475–1490.
39. *Кулаков Ю.И.* Элементы теории физических структур. – Новосибирск: Изд-во Новосибирского гос. университета, 1968.
40. *Владимиров Ю.С.* Реляционная теория пространства времени и взаимодействий. – М.: Изд-во Московского университета. – 1996. – 447 с.
41. *Rovelli C.* Relational Quantum Mechanics. – URL: arXiv:quant-ph/9609002v2 24 Feb 1997
42. *Munkhammar J.* Canonical Relational Quantum Mechanics from Information Theory. – URL: arXiv:1101.1417v1 [physics.gen-ph] 7 Jan 2011

## PHILOSOPHY AND PHYSICS: THE MODERN STAGE ON A WAY TO UNITY

**V.D. Erekaev**

Now the relationship between physics and philosophy go to a qualitatively new level, owing to the growing mediation and abstractness of fundamental physical knowledge. Some of the specific features of the philosophy of physics are discussed. The basic attention is given to the ontological aspects of fundamental physical theories.

**Key words:** philosophy of physics, fundamental physics, physical ontology, methodology of physical knowledge.