

---

## ФИЛОСОФСКИЕ АСПЕКТЫ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ПАРАДИГМ В ФИЗИКЕ

В.Н. Князев

Кафедра онтологии и теории познания  
Факультет гуманитарных и социальных наук  
Российский университет дружбы народов  
ул. Миклухо-Маклая, 10а, Москва, Россия, 117198

В статье рассматриваются философские смыслы фундаментальных физических парадигм, выдвинутых Ю.С. Владимировым на основе базовых физических категорий. Специфика философских проблем физики как смежной области знания раскрывается в ходе развития фундаментального физического познания и требует гибкости содержательной эпистемологической интерпретации современного парадигмального знания.

**Ключевые слова:** философия физики, фундаментальные парадигмы, эпистемология, гравитация, суперструны.

Современная физика представляет собой систему теоретических моделей природы, пронизанных онтологическими, эпистемологическими и методологическими смыслами, осознание которых реализуется в лоне философского знания. Взаимопроникновение этих форм знания (физика и философия) порождает смежную область знания, получившую название *философия физики* или *философские проблемы физики*. Если сама физическая наука есть высокоспециализированная деятельность учёных-физиков, связанная с выработкой, систематизацией и верификацией объективно истинного знания о природе с целью его последующего эффективного использования как в теории, так и на практике, то философия физики исследует, прежде всего, мировоззренческие и методологические вопросы, возникающие в ходе развития самого физического познания. Классики физики XX века — М. Планк, А. Эйнштейн, Н. Бор, В. Гейзенберг, Э. Шредингер, Л. де Бройль, М. Борн, В. Паули и др. — считали естественным для себя обсуждать принципиальные философские вопросы, появлявшиеся в ходе развития физического познания.

### О множественности физических парадигм

Современная физика характеризуется множеством конкретных теорий, идей, концепций, школ, парадигм. Подобный плюрализм вполне естественен и свидетельствует о том, что поиск объективно истинного знания о бесконечно разнообразной природной реальности необходимо приводит к становлению множества теоретических моделей. Разумеется, возникает потребность выделить наиболее фундаментальные формы знания, т.е. такие, которые несводимы одни к другим. Именно таковыми являются фундаментальные парадигмы в физике.

Научную парадигму можно охарактеризовать как совокупность принципов, убеждений и ценностей, принятых научным сообществом и определяющих для учёных соответствующую научную традицию. При некоторой размытости понимания научной парадигмы Т. Куном (то ли это сама теория, то ли это некоторая

понятийная матрица, то ли стандартная совокупность научных методов), всё же есть основания характеризовать сложное состояние тенденций развития физического познания посредством фундаментальных физических парадигм.

Представляется, что характер парадигмального знания может быть выявлен на разных, как минимум на двух, уровнях: 1) более общем и абстрактном и 2) более определённом и конкретном. К первому из означенных уровней можно отнести соответственно парадигмы классической физики, квантовой теории и релятивистской физики. Тогда, например, квантовая парадигма характеризуется единством принципов квантования действия, прерывности квантово-механического движения, дополнительности, вероятностно-статистического описания, индетерминизма и квантового холизма; в свою очередь, релятивистская парадигма раскрывается как единство принципов относительности, непрерывности пространственно-временного описания и его геометризации, детерминизма (динамические закономерности) и редукционизма.

Второй уровень парадигмальных знаний следует проиллюстрировать принципиальной постановкой вопроса о классификации физических парадигм, обоснованных Ю.С. Владимировым [1]. В основу анализа физических парадигм им положен принцип соотношения базовых физических категорий: 1) пространства—времени, 2) частиц (на квантовом уровне — фермионов) и 3) полей — переносчиков взаимодействий (бозонов). Исходной первой парадигме соответствует объединение всех трёх вышеназванных физических категорий как самостоятельных. Другие парадигмы образуются на основе признания «первичности» одних и производности других категорий. Уже сама по себе классификация и систематизация современных фундаментальных парадигм заслуживает серьезного внимания с точки зрения проблемы единства физического знания и выявления его философского смысла.

Обоснованное Ю.С. Владимировым естественнонаучное миропонимание опирается на сопоставление всего спектра фундаментальных парадигм. Нынешнее состояние физики в определённом смысле можно соотнести с периодом начала XX века, когда формировались теория относительности и квантовая механика. В этой связи можно напомнить, что в теории относительности было введено понятие *пространства—времени* на основе объединения понятий пространства и времени, а в квантовой механике — понятие *корпускулярно-волнового дуализма*. Последующее развитие физики вскрыло принципиальные сложности, связанные с попытками объединения этих двух фундаментальных теорий. В самом деле, в квантовой физике нет частиц в классическом их понимании, а также нет непрерывных полей как переносчиков взаимодействий в пространственно-временном континууме. В свою очередь, в общей теории относительности вводится новое обобщенное понятие *искривленного (риманова) пространства—времени*. В возникших в последующем многомерных геометрических моделях типа теории Калуцы-Клейна геометризуются не только гравитационные поля, но и поля — переносчики других взаимодействий — электромагнитного, электрослабого и сильного [2. С. 67—81].

### **Роль гравитации в фундаментальной физике**

Следует признать, что объединенное описание всех фундаментальных взаимодействий можно реализовать лишь при условии нахождения их единого основания. Особую роль при этом играет гравитация. Ныне выявляются несколько путей объединения гравитации с другими взаимодействиями: либо реализовать попытки в традиционном духе теории поля, либо осуществить полную геометризацию всех взаимодействий, либо найти некую основу баланса полевого и геометрического подходов. Первую из этих возможностей можно проиллюстрировать на примере так называемой релятивистской теории гравитации (РТГ), разрабатываемую А.А. Логуновым и его сотрудниками.

В РТГ геометрия пространства—времени определяется не на основе изучения движения света и пробных тел, а на основе общих динамических свойств физической материи — её законов сохранения, которые не только имеют фундаментальное теоретическое значение, но и экспериментально проверяемы. А.А. Логунов и М.А. Мествиришвили следующим образом обосновывают необходимость принятия псевдоевклидовой геометрии как физической и естественной: «Поскольку экспериментальные данные, полученные при изучении сильных, слабых и электромагнитных взаимодействий, свидетельствуют, что для полей, связанных с этими взаимодействиями, естественная геометрия пространства—времени является псевдоевклидовой, то по крайней мере на данной ступени наших знаний можно считать, что эта геометрия является единой естественной геометрией для всех физических процессов, в том числе и для гравитационных» [3. С. 50—51].

Во-первых, мне видится в этом рассуждении авторов РТГ не вполне правомерная экстраполяция, которая как таковая может носить лишь гипотетический характер, а не быть непреложной истиной. Во-вторых, понимая под «естественной геометрией» геометрические свойства реального пространства, любому исследователю далее необходимо позаботиться об адекватном отражении в теории этой «естественной геометрии», что решается уже не в самой теории, а за её пределами, в сфере физического опыта. Как показывает конкретный анализ, проведенный Я.Б. Зельдовичем и Л.П. Грищуком, «попытка истолкования метрических соотношений плоского мира как наблюдаемых и основанные на этом толковании конкретные наблюдательные предсказания приводят только к противоречию с экспериментом» [4. С. 695—696].

Какие же исходные идеи лежат в основаниях РТГ? Как утверждает А.А. Логунов, он развивает взгляды А. Пуанкаре, А. Эйнштейна и Г. Минковского, выдвинув обобщенный принцип относительности, который обеспечивает в РТГ строгое выполнение законов сохранения энергии-импульса и момента количества движения для вещества и гравитационного поля вместе взятых. В РТГ принимается, что исходным и физически истинным является пространство Минковского, а Вселенная тем самым бесконечная и плоская; это приводит к выводу о том, что плотность материи во Вселенной должна быть строго равной её критическому значению. Риманова геометрия объявляется производным, вторичным понятием, первичными берутся плоский «фон» Минковского и физическое гравитационное поле типа Фарадея—Максвелла.

По моему мнению, один из основных недостатков РТГ связан с представлением её сторонников о том, что метрика пространства должна быть всюду одинаковой — именно быть плоским фоном пространства—времени Минковского, что напоминает ньютоновские взгляды на пространство и время как вместилища материи. Законы же сохранения в РТГ просто декларируются. И в самих постулатах, и математически исходным признается пространство—время Минковского; далее согласно теореме Нётер автоматически вытекает связь свойств пространственно-временной симметрии и законов сохранения. Декларативный характер вводимых в теорию законов сохранения проявляется в том, что совершенно не выявляется их детерминирующая функция, а тем самым и их динамические свойства. Вообще, онтологический и эпистемологический аспекты подхода авторов РТГ ими самими должным образом не осознаются и сплошь и рядом смешиваются. В этом состоят гносеологические корни подмены реального пространства и времени абстрактным пространством—временем Минковского. В самом деле, ведь пространство—время Минковского есть теоретический образ, физико-математическое понятие и тем самым не обладает свойством быть объективной реальностью. Так называемая геометрия реального пространства и времени (т.е. метрические и топологические свойства реального пространства и времени) определяется свойствами движения физической материи, материальными взаимодействиями. Более того, евклидовость пространства и времени (и псевдоевклидовость пространства—времени) суть проявления свойств электромагнитных взаимодействий, господствующих во вполне определенной пространственно-временной области (область макромира) [5. С. 346].

Итак, при обсуждении проблемы противопоставления ОТО А. Эйнштейна и РТГ А.А. Логунова речь, по существу, может идти не об альтернативных физических теориях, а о существенно разных формулировках одной и той же теории. Одновременно на этом примере мы убеждаемся в чрезвычайной важности и актуальности «практической герменевтики», т.е. истолковании, интерпретации любой фундаментальной физической теории. В данном случае происходит дивергенция позиций в зависимости от уровней рассмотрения: по существу, используется один и тот же математический формализм, понимание физической сути приводит к существенным отличиям в зависимости от исходных физико-теоретических оснований интерпретации; ещё более принципиальны отличия, основанные на соответствующих философско-методологических позициях, ибо здесь решается вопрос об адекватности описания самой объективной реальности.

### **О значимости парадигмы суперструн в современной физике**

Исследование фундаментальных физических парадигм может быть реализовано в области знания между метатеоретическим уровнем физической науки и так называемой фундаментальной теоретической физикой, которая включает в себя базовые принципы, законы и концепции, составляющие основу физической картины мира. Подчас такие фундаментальные обобщения граничат с уровнем философского знания. В этой связи Ю.С. Владимиров пишет: «Вопросы об основаниях

(физической) картины мира, о числе ключевых физических категорий, о виде возможных парадигм и их числе следует отнести к сфере метафизики. Таким образом, *фундаментальная теоретическая физика XX века оказалась неразрывно связанной с метафизикой*» [1. С. 23].

С моей точки зрения, современное понимание единства картины мира обусловлено нынешней степенью развития физики как науки, выраженной в основных парадигмах фундаментальных взаимодействий. При этом развитие физического познания в XX веке от первых попыток единых теорий поля к современным моделям объединения фундаментальных взаимодействий по существу привело к концепции супервзаимодействия [2. С. 81, 118], которая может быть охарактеризована как последовательный результат развития современных тенденций объединения различных физических представлений, интегративно выражающих идеи теории Великого объединения, суперсимметрии, суперструн, супергравитации и глобально эволюционного подхода. При этом следует отметить, что так называемые «планковские параметры» («фундаментальная длина» («квант длины»)  $\sim 10^{-33}$  см, «квант времени» —  $10^{-43}$  сек. и соответствующая им планковская энергия (масса) —  $10^{19}$  ГэВ) своим физическим содержанием свидетельствуют о наличии принципиальных границ для познания физической реальности с позиций современных теоретических знаний. Теории могут быть экстраполированы только до этих «границ»: за пределами этих границ все рассуждения носят исключительно умозрительный характер. Известно, что на сегодняшний день существует ряд теоретических моделей в рамках нелокальных квантовых теорий поля, которые свидетельствуют о фундаментальной роли планковских параметров. Одними из наиболее убедительных являются результаты, достигнутые в рамках теории суперструн. Последнюю следует соотносить с самыми фундаментальными теориями современной физики с учётом того обстоятельства, что, как пишет Б. Грин, «гладкая искривленность пространства в общей теории относительности находится в противоречии с вытекающим из квантовой механики неистовым, вихревым поведением Вселенной на микроскопическом уровне. До середины 1980-х гг., когда теория струн разрешила этот конфликт, он справедливо считался центральной проблемой современной физики. Более того, теория струн, построенная на основе специальной и общей теории относительности, требует нового серьезного пересмотра наших концепций пространства и времени. Например, большинство из нас считает само собой разумеющимся то, что наша Вселенная имеет три пространственных измерения. Однако, согласно теории струн, это неверно. Теория струн утверждает, что Вселенная имеет гораздо больше измерений, чем доступно нашему глазу, но дополнительные измерения туго скручены и спрятаны в складчатой структуре космического пространства... Теория струн, по существу, отражает историю развития представлений о пространстве и времени в постэйнштейновскую эпоху» [6. С. 13].

Теорию струн можно интерпретировать как теорию, в которой фундаментальными объектами являются не нульмерные точечные частицы, а крошечные «одномерные нити», называемые струнами. Согласно теории струн, если бы физики

смогли экспериментально исследовать эти частицы-нити с такой высокой точностью, то они бы обнаружили каждую из частиц как крошечную одномерную петлю. Внутри каждой подобной частицы — вибрирующее, колеблющееся, «танцующее» волокно, подобное бесконечно тонкой резиновой ленте, которое физики и назвали струной. Теория струн выявляет новый супермикроскопический уровень реальности — колеблющуюся петлю — в дополнение к известной иерархии, идущей от молекул к атомам, от атомов к нуклонам и электронам, от последних к кваркам и лептонам, а от них уже — к струнам. В самой теории струн реализуется объединение идей и методов квантовой механики и общей теории относительности, что совершенно не достигалось ранее. До появления теории суперструн на субпланковском масштабе расстояний квантовые флуктуации становятся настолько явными, что нарушают критерии гладкости геометрии пространства, принятые в традиционной ОТО.

В современной физике получили распространение представления об «окончательной теории», на роль которой не без оснований претендует теория суперструн. Теория такого типа создаёт фундамент, лежащий в основе всех остальных теорий. В англоязычной литературе подобная теория уже много лет называется *ТОЕ* («*theory of everything*»), а в отечественной литературе — *ТВС* (*теория всего сущего*). Современная теория суперструн принципиально объясняет свойства фундаментальных частиц и их взаимодействий. Её создание претендует на объяснение *начала* нашего мира (Вселенной), а на этой основе развертывание понимания его эволюции. Однако создание теории в духе *ТВС* никоим образом не означает завершения исследовательской деятельности. Сегодня физики на полном серьезе говорят о том, что если теория суперструн верна, то устройство Вселенной имеет такие особенности, которые наверняка изумили бы даже Альберта Эйнштейна.

Философские аспекты фундаментальных физических парадигм во многом предопределены не только их взаимной дополнительностью, но и тем, что некоторые из них альтернативны по отношению к другим. Так, одна из парадигм, выражающая принципы и идеи теории прямого межчастичного взаимодействия (*action-at-a-distance*) Фоккера—Фейнмана и основанная на концепции дальнего действия, альтернативна полювому подходу. Разумеется, физико-теоретическое знание непосредственно не содержит в себе явного философского содержания. Философские смыслы конкретно-научного знания раскрываются в онтологическом, логико-гносеологическом и методологическом аспектах. При этом логико-гносеологический аспект раскрывается в эпистемологическом обосновании парадигмальных теорий и их важнейших элементов, определением их степени универсальности и границ применимости; методологический аспект реализуется в методологии физического познания в рамках соотношения между разными парадигмальными теориями, разными методами познания; онтологический аспект венчает главный смысл физико-теоретического исследования с точки зрения выявления содержания природно-материальных систем. Специфика философских проблем физики как смежной области знания раскрывается в ходе развития фундаментального физического познания и требует гибкости содержательной интерпретации знания.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Владимиров Ю.С.* Метафизика. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2002.
- [2] *Князев В.Н.* Концепция взаимодействия в современной физике. — М.: Прометей, 1991.
- [3] *Логонов А.А., Мествиришвили М.А.* Основы релятивистской теории гравитации. — М.: Изд-во МГУ, 1986.
- [4] *Зельдович Я.Б., Грицук Л.П.* Тяготение, общая теория относительности и альтернативные теории // *Успехи физических наук*. — 1986. — Т. 149. — Вып. 4.
- [5] *Аронов Р.А.* О методе геометризации в физике. Возможности и границы // *Методы научного познания и физика*. — М.: Наука, 1985.
- [6] *Грин Б.* Элегантная Вселенная. Суперструны, скрытые размерности и поиски окончательной теории. — М.: Едиториал УРСС, 2005.

## PHILOSOPHICAL ASPECTS OF FUNDAMENTAL PARADIGMS IN PHYSICS

V.N. Knyazev

Ontology and Epistemology Department  
Faculty of Humanities and Social Sciences  
People's Friendship University of Russia  
*Miklukho-Maklaya Str., 10a, Moscow, Russia, 117198*

In the article philosophical ideas of fundamental physic paradigms are under review. They were put forward by Yu.S. Vladimirov on the grounds of basic physic categories. The specific character of philosophical problems in physics as an allied sphere of knowledge is revealed in the course of development of fundamental physic experience and requires flexibility of epistemological interpretation of modern paradigmal knowledge.

**Key words:** philosophy of physics, fundamental paradigms, epistemology, gravitation, superstring.