

УДК 115.4

Философские аспекты геометродинамики

О.А. Никонов

Политехнический факультет МГТУ, кафедра физики

Аннотация. В статье рассматривается развитие представлений о поле как о характеристике геометрии и топологии пространства-времени. Интерпретация всех типов взаимодействий как искажений искривленной расслоенной геометрии пространства-времени представляет собой центральную идею современной базисной концепции геометризации физики. Геометродинамика – вариант единой теории поля, последовательно сводящий все физические объекты к геометрическим.

Abstract. In the paper development of notions about field as a feature of geometry and topology of space-time has been considered. Interpretation of all types of interactions as distortions of deflected stratified geometry of space-time represents the central idea of the modern basic concept of physics geometrization. Geometrodynamics is a variant of the uniform theory of the field consistently reducing all physical objects to geometrical ones.

Ключевые слова: пространство-время, поле, эфир, континуум, метрика, кванты, геон, инвариантность

Keywords: space-time, field, ether, continuum, metrics, quanta, geon, invariance

1. Введение

Развитие естествознания на современном этапе привело к формулировке новых концепций в теоретической физике элементарных частиц и космологии. Эти концепции основаны, в частности, на представлениях о геометрии пространства-времени, эволюционирующей по квантовым законам, и подтверждаются результатами экспериментальных исследований, полученных в последнее время.

Анализ тех трудностей и противоречий, с которыми столкнулись квантовая и релятивистская физика в исследовании микро- и мегамира, привёл к выводу о том, что все эти трудности и противоречия так или иначе связаны с проблемой пространства и времени в физике.

Развитие представлений о поле, как о характеристике геометрии и топологии пространства-времени, долгое время проводилось без отказа от категории пустоты, но теперь под пустотой понималось состояние, в котором геометрия пространства-времени не деформирована. Пустота отождествлялась с отсутствием как точечных частиц, вызывающих деформацию пространства-времени, так и собственных волновых возбуждений его геометрии. Интерпретация всех типов взаимодействий как искажений искривленной расслоенной геометрии пространства-времени представляет собой центральную идею современной базисной концепции геометризации физики.

Цель данной работы – историко-философский анализ развития геометризации физики.

2. Две основные концепции физики на рубеже XIX-XX веков

"Философия возникает в кризисной ситуации, когда привычное понимание мира и человека перестаёт удовлетворять тех, кто мыслит. И она появляется как критика повседневного мира, как способ выхода за рамки принятых культурных стереотипов. За видимым философией пытается найти глубинную реальность, и строит картину этой реальности, вводя понятия ("эйдос", "форма", "энтелехия", "истина", "бытие" и т.д.), которые чужды обычному жизненному миру. Таким образом, именно вместе с философией появляется теоретическое отношение к миру, своеобразное удвоение реальности. Важно подчеркнуть, что философия, претендуя на познание того, что есть, является средством создания новых типов интеллектуальной и практической деятельности. Исследование существующего и полагание новых норм – это предполагающие друг друга стороны философской деятельности" (Лекторский, 2010).

В конце XIX и начале XX веков в физике возникли две основные проблемы. Первая связана с развитием электродинамики и открытием электромагнитных волн. В связи с этим была выдвинута гипотеза эфира. Постановка проблемы эфира была инициирована экспериментальным обнаружением электромагнитных волн, и этот факт требовал теоретической интерпретации. Сама гипотеза об эфире стояла на двух "китах": один из них – остатки механистического мировоззрения, второй же "кит" – интуитивное неприятие людьми идеи первоначальной пустоты. Вопрос о существовании пустоты (вакуума) как категории имеет давнюю историю, еще в древности философы Эллады и Римской империи понимали, что пустоту необходимо чем-то заполнять, чтобы осмыслить её существование и объяснить её предназначение. Поэтому представления об эфире хорошо согласовывались и с достижениями физики XIX в., и с мироощущением человека.

Попытки экспериментального обнаружения электромагнитного эфира не увенчались успехом. Это обстоятельство привело А. Эйнштейна к критическому анализу положений классической физики, отказу от гипотезы эфира и созданию специальной теории относительности (СТО) (Эйнштейн, 1965а).

Вторая основная концепция физики XX в. возникла в процессе исследования строения вещества и свойств излучения. Первый шаг сделал Макс Планк (1966), сформулировав гипотезу о разбиении электромагнитного поля на дискретные кванты (фотоны) в процессе его взаимодействия с веществом. Затем Эрнест Резерфорд и Нильс Бор (Бор, 1975) создали первую успешно работающую, хотя теоретически и не вполне последовательную, квантово-планетарную модель атома водорода. Дальнейший прогресс в изучении свойств микромира привел к необходимости отказа от детерминистских представлений классической механики о движении частиц по траекториям, определяемым внешними силами и начальными условиями. Частицы в соответствии с представлениями квантовой механики, адекватно отражающей свойства микрообъектов, приобрели волновые свойства, их движение стало описываться вероятностными законами. Вместо траекторий в пространстве и времени микрочастицы стали описываться распределением вероятностей – набором чисел, определяющих вероятность нахождения данной частицы в данном месте в определенный момент времени. Именно распределения вероятностей задают физическое состояние микрообъекта. Во многих ситуациях, например, в атомной и ядерной физике, переход из одного состояния в другое, то есть изменение распределений вероятностей, происходит скачкообразно. Квантованность состояний и квантованность движений и отражены в названии – квантовая физика.

3. Специальная теория относительности и геометрия

Новые представления о времени и пространстве для физических явлений, происходящих со скоростями, близкими к скорости света, были введены в специальной теории относительности (СТО) (Франкфурт, 2010). Время и пространство связаны друг с другом в четырехмерный пространственно-временной континуум. Метрические свойства времени и пространства теряют свойство абсолютности, каким они были наделены в классической нерелятивистской физике. Абсолютным, т.е. ничем не обусловленным, является четырехмерный пространственно-временной континуум.

Труды творцов теории относительности увенчались утверждением в науке так называемых лоренцевых преобразований в качестве универсального закона природы. В этих преобразованиях сконцентрирована сущность специальной теории относительности, ибо если принять их в качестве постулата, то из них можно вывести математически не только все релятивистские эффекты, но и оба исходные постулата Эйнштейна. В настоящее время эти преобразования признаны глубочайшим законом природы, и никакая новая теория не будет заслуживать серьезного научного внимания, если она противоречит преобразованиям Лоренца, или, как говорят, не удовлетворяет требованиям Лоренц-инвариантности. Это обстоятельство придает чрезвычайную значимость сходству формул лоренцевых преобразований с формулами преобразований координат вектора при переходе между любыми псевдоортономированными базисами правой ориентации на комплексной плоскости с псевдоевклидовыми метрическими свойствами (Сазанов, 2008).

4. Общая теория относительности и геометризация физики

В общей теории относительности (ОТО) Эйнштейна пространство-время связано с гравитационными массами. Оно искривляется (время замедляется) вблизи гравитационных масс. Пространство-время неоднородно, неодинаково для различных гравитационных условий. Пространство-время существует не само по себе, а только как структурное свойство гравитационного поля (Эйнштейн, 1965b). Общая теория относительности Эйнштейна является наиболее развитой теорией пространства и времени в физике на сегодняшний день. Уравнения Эйнштейна, формирующие предсказательную основу ОТО, имеют множество решений, каждое из которых описывает возможную четырехмерную конфигурацию пространства, времени и гравитации.

Эйнштейн (1965с) выдвинул ключевую идею, суть которой в том, что поле, заданное на пространственно-временном многообразии, в действительности является характеристикой самого пространства-времени, т.е. поле представляет собой не внешний по отношению к пространству-времени объект, а его внутреннее свойство. Иными словами, поле задает топологию и геометрию пространства-времени. Впервые эта идея была воплощена Эйнштейном в теории гравитации, где было показано, что гравитационное поле есть мера искривленности пространства-времени, а все физические (негравитационные) поля участвуют в процессе его искривления и в реакции на это искривление. На этом этапе теоретические представления о природе гравитационного взаимодействия были сформулированы в терминах искажения геометрии пространства-времени в виде деформаций пространства-времени одними квантами материальных полей и реакций на эти деформации других

квантов полей материи. Гравитационное взаимодействие присуще всем физическим полям, то есть универсально. Однако с электромагнитными, слабыми и сильными взаимодействиями связаны не искривления четырёхмерного пространственно-временного континуума, а искажения геометрии другого типа, а именно расслоения пространства-времени. Причем этим трем типам взаимодействий соответствуют различные типы расслоений (Шутц, 1984).

Общая теория относительности ввела в физику идеи геометризации фундаментальных полей и взаимодействий. Именно глубина и плодотворность этих научных результатов и концепций позволили в дальнейшем предложить теоретическое описание микромира на уровне суперструн, преонов и вакуумных структур (Морозов, 1992).

Развитие представлений о поле, как о характеристике геометрии и топологии пространства-времени, долгое время проводилось без отказа от категории пустоты, но теперь под пустотой понималось состояние, в котором геометрия пространства-времени не деформирована. То есть пустота отождествлялась с отсутствием как точечных частиц, вызывающих деформацию пространства-времени, так и собственных волновых возбуждений его геометрии. Интерпретация всех типов взаимодействий как искажений искривленной расслоенной геометрии пространства-времени представляет собой центральную идею современной базисной концепции геометризации физики.

Геометродинамика – термин, введенный Дж. Уиллером (1962) для обозначения одного из вариантов единой теории поля, последовательно сводящий все физические объекты к геометрическим. Построение геометродинамики осуществляется в несколько этапов.

Принято выделять четыре этапа становления геометродинамики (Латыпов и др., 2001).

На первом этапе строится единая теория гравитации и электромагнетизма на основе общей теории относительности. Основная задача геометродинамики на этом этапе в упрощенной постановке состоит в следующем. По заданной метрике пространства-времени, которая является решением уравнения Эйнштейна, через тензоры кривизны и энергии-импульса электромагнитного поля в вакууме получить тензор электромагнитного поля в вакууме, удовлетворяющий уравнениям Максвелла (Эйнштейн, 1965с). На втором этапе строится теория элементарных частиц. Моделью пары взаимодействующих частиц считается так называемая "ручка", простейшим видом которой является одна из топологических интерпретаций максимального аналитического продолжения поля Шварцшильда. Характеристиками элементарной частицы (например, заряда) в этом случае являются некоторые интегральные инварианты "ручки". Пространство-время в геометродинамике многосвязное. Вводится понятие геона – сгустка того или иного излучения концентрации, достаточной, чтобы соответствующее искривление пространства сделало этот сгусток метастабильным (т.е. существующим долгое время). В геометродинамике предсказываются электромагнитные, нейтринные и гравитационные геоны. Понятие геона является классическим. Считается, что квантовый аналог понятия "геон" представляет собой геометродинамическое описание массы элементарных частиц (экспериментально геоны не наблюдались) (Уиллер, 1970).

В 70-е годы XX века геометродинамика не являлась ещё последовательно развитой теорией. Особенно затруднительно толкование спинорных полей (а не тензорных), в частности, нейтринных.

На третьем этапе строится теория сплошных сред, приводящая в общих чертах к тем же результатам, что и в обычной теории относительности. Предполагается, что в геометродинамике должен нарушаться закон сохранения барионного заряда. В качестве конкретного механизма этого нарушения можно рассматривать процесс гравитационного коллапса и последующего испарения чёрных дыр (Уиллер, 1970).

На четвертом этапе делаются попытки построить последовательную квантовую геометродинамику. Рассматриваются квантовые флуктуации метрики, причём указывается, что на расстоянии порядка 10^{-33} см флуктуации могут существенно изменять топологию пространства. Многие части геометродинамики не имеют достаточного математического обоснования. Одной из попыток дать такое обоснование является теория суперпространства (Зельдович, Новиков, 1975).

"Очевидно, что современный сценарий этой великой драмы познания написан по мотивам физики и космологии вакуума. В отличие от ситуации столетней давности, когда или искали способ описания наблюдаемых явлений локального характера, или проводили эксперименты для подтверждения теории. Сегодня главным источником проблем является сложность самого изучаемого объекта. Глубина этих проблем такова, что приводит к изменению стрелы познания. Если раньше вся сложность системы могла быть сведена только лишь к большему числу достаточно простых её частей, то уже на уровне кварков двигаться в этом направлении оказалось невозможным. Бесцветные кварковые системы нельзя представить в виде набора отдельных элементов и относительно слабых связей между ними во всём энергетическом диапазоне. Невозможность разбиения означает необходимость изучения сложных структур на уровне целостной системы вакуума" (Латыпов и др., 2001).

Резкая интенсификация процесса интеграции научной и мировоззренческой информации при переходе к следующему столетию происходит, по крайней мере, во второй раз. Возможно, необходимость и своевременность такого изменения в структуре и качестве знаний ощущается человеком даже на подсознательном уровне.

Аппарат ОТО основан на римановой геометрии, т.е. на геометрии континуума определённого класса метрик. Однако именно в ОТО автоматически вводятся неточечные размеры объектов – "частицы". Иными словами "частицы" в ОТО неточечны, что противоречит самому духу континуальной римановой геометрии (Уиллер, 1970).

С точки зрения Дж. Уиллера (1970), классическая механика и специальная теория относительности могут быть непротиворечиво описаны в рамках континуальных метрик. Ситуация резко меняется, если мы переходим к общей теории относительности. В ней содержатся уже две фундаментальные константы (γ – постоянная тяготения и c – скорость света) и нефундаментальная масса m^* . Из этих величин можно построить фундаментальную длину r_g – гравитационный радиус нефундаментальной массы и величину с размерностью времени τ . При $c \rightarrow 0$ или $\gamma \rightarrow 0$, т.е. при предельных переходах к механике Ньютона или к СТО, $r_g \rightarrow 0$. Таким образом, в ОТО всегда присутствует некоторая нефундаментальная длина даже для частиц с ненулевой массой.

Если энергия частицы $E^* \rightarrow 0$, т.е. когда в отсутствии энергии поле перестаёт быть гравитационным, то $r_g \rightarrow 0$, и теория вновь становится непротиворечивой, т.е. континуальной. Из этого можно сделать вывод, что в ОТО не может быть использован непосредственно аппарат континуальной римановой геометрии, т.е. ОТО внутренне противоречива. Построения, основанные на континуальной геометрии, приводят в результате к необходимости введения какой-то длины, а, следовательно, к необходимости использования дискретной геометрии. Таким образом, сама риманова непротиворечивая геометрия в применении к физическим проблемам гравитации, по мнению Уиллера, приводит к противоречиям, т.е. она неприменима для решения этих проблем. В нерелятивистской квантовой механике Шрёдингера из фундаментальных констант $\hbar$ и m^* фундаментальной длины построить нельзя. Эта теория непротиворечива – она может быть построена на геометрии континуума. Уравнение Шрёдингера в гравитационном поле Ньютона уже даёт возможность построить нефундаментальную длину l^* и время t^* , т.е. эта теория уже несёт в себе противоречие. В релятивистской квантовой теории из величин $\hbar$, c , m^* можно построить комптоновскую длину волны λ^* , соответствующую различным энергиям. Хотя эта длина и не является фундаментальной, теория, тем не менее, становится противоречивой.

Лишь в квантовой ОТО, ещё не созданной, содержащей три фундаментальных константы $\hbar$, c и γ , можно ввести фундаментальную длину $L \sim 10^{-33}$ см и фундаментальную массу $m^* \sim 2 \cdot 10^{-5}$ г $m \sim 10^{-5}$ г и время $\tau_L = L/c \sim 10^{-43}$ с.

5. Геометрия и физика

В науке продвижение вперед, так или иначе, связано с углублением разума в самого себя, с изменением оснований, стиля и методов, с пересмотром ценностно-целевых установок научного познания, с переходом от привычной парадигмы к новой, более сложной.

Одним из первых шагов на этом пути, как известно, стало внеэмпирическое обоснование неевклидовых геометрий, данное "Эрлангенской программой" Ф. Клейна (1956), явившееся одной из предпосылок понимания геометрического описания как адекватного объяснения динамики физического мира. Ф. Клейн решил важную задачу – объединение различных видов геометрии на основе теоретико-группового метода. Он утверждал, что существуют различные геометрии. Они могут отличаться друг от друга характером элементов рассматриваемого многообразия и строением группы. Последнее различие является наиболее существенным.

Обобщая эти факты, Клейн приходит к расширенному пониманию геометрии, формулируя её задачу следующим образом.

Дано многообразие и в нём группа преобразований; нужно исследовать те свойства образов, принадлежащих многообразию, которые не изменяются от преобразованной группы.

Идея необходимости тесного взаимодействия и взаимопонимания различных ветвей математики, математиков-теоретиков и прикладников всегда была очень близка Ф. Клейну и всячески им пропагандировалась. Очень глубоким представляется и другое положение, касающееся взаимоотношения научного и психологического в геометрическом восприятии.

Это переосмысление роли геометрии в физическом познании привело, в конечном счете, к построению программы геометризации физики. Однако путь к этой программе лежал через конвенционализм Пуанкаре, распространившего инвариантно-групповой метод Клейна на физику.

В решении проблемы соотношения геометрии и физики Пуанкаре (1983) опирался на концепцию "Эрлангенской программы", исходя из представления о геометрии как абстрактной науке, которая сама по себе не отражает законов внешнего мира. Цель математических теорий – систематизировать физические законы, которые мы узнаем из опыта, но которые мы не могли бы даже и выразить без помощи математики.

Исходную посылку физического познания – физика изучает материальные процессы в пространстве и времени – Пуанкаре интерпретирует не как отношение вложения (пространство и время, по Ньютону, являются вместилищами материальных процессов), а как отношение между двумя классами понятий: геометрическими, которые непосредственно в опыте не проверяются, и собственно физическими, логически зависящими от геометрических, но сопоставимыми с результатами опытов. Для Пуанкаре единственным объектом физического познания являются материальные процессы, а пространство интерпретируется как абстрактное многообразие, являясь предметом математического исследования. Как геометрия сама по себе не изучает внешний мир, так физика не изучает абстрактное пространство. Но без отношения к геометрии невозможно понять физические процессы. Геометрия – это предпосылка физической теории, независимая от свойств описываемого объекта.

В эксперименте проверяются лишь совместно геометрия (Г) и физические законы (Ф), и, следовательно, возможно произвольное деление на (Г) и (Ф) в рамках одних и тех же экспериментальных фактов. Отсюда конвенционализм Пуанкаре: неопределенное отношение геометрии к опыту ведет к отрицанию онтологического статуса как геометрии, так и физических законов и интерпретации их как условных соглашений.

При построении специальной теории относительности (СТО) Эйнштейн (1965а) исходил из критического отношения к классическому представлению о материи как веществе. Такой подход определил интерпретацию постоянства скорости света как атрибутивной характеристики поля. С точки зрения Эйнштейна, не принцип постоянства скорости света нуждается в механическом обосновании, а он вынуждает к критическому пересмотру понятий классической механики. Такая гносеологическая постановка проблемы привела к осознанию произвольности предположений об абсолютных пространстве и времени, на которых основывается кинематика классической механики. Но если для Пуанкаре произвольность этих предположений очевидна, то для Эйнштейна она – следствие ограниченности повседневного опыта, на котором основываются эти предположения. Для Эйнштейна бессмысленно говорить о пространстве и времени безотносительно к тем физическим процессам, которые только и придают им конкретное содержание. Поэтому физические процессы, которые не могут быть объяснены на основе привычных классических представлений о пространстве и времени без дополнительных искусственных гипотез, должны вести к пересмотру этих представлений.

Последовательно провести свою гносеологическую установку Эйнштейн смог лишь при построении общей теории относительности (ОТО). Известно, что уже в 1908 году он осознает возможность с помощью принципа эквивалентности, учитывающего факт равенства инертной и тяжелой масс, исключить из физики понятие абсолютного пространства (Эйнштейн, 1965с). Но только через семь лет удалось построить ОТО. Путь к разрешению этой проблемы был найден в римановой концепции геометрии с переменной метрикой. Идея Римана (1948) о связи метрики с физическими причинами содержала в себе реальную возможность построения физической теории, исключающей представление о пустом пространстве, обладающем заданной метрикой и способном воздействовать на материальные процессы.

Общая теория относительности обосновывала объективность пространства и времени, установив однозначную связь между геометрическими характеристиками пространства и времени и физическими характеристиками гравитационных взаимодействий.

Таким образом, отрицание пустого пространства у Эйнштейна выполняет конструктивную роль, так как связано с введением полевого представления в физическую картину мира. Поэтому Эйнштейн подчеркивает, что ход мыслей, приведший к построению ОТО, существенно основан на понятии поля как независимом понятии. Этим подход автора ОТО отличается не только от подхода Пуанкаре, но и от подхода Э. Маха (2000), стремившегося освободиться от пустого пространства, оставаясь в рамках механической картины мира.

В решении проблемы соотношения геометрии и физики в рамках конвенционализма следует различать два аспекта. С одной стороны, язык геометрии необходим для формулировки физических законов. С другой стороны, геометрическая структура не зависит от свойств физической реальности. Для Пуанкаре неважно, какова используемая в физике геометрия; важно лишь то, что без нее невозможно выразить физические законы. Такое понимание роли геометрии в физике ведет к отрицанию её познавательной функции, а это для Эйнштейна неприемлемо (Эйнштейн, 2001). Для него выбор геометрии при построении физической теории подчинен высшей цели физики – познанию материального

мира. Переход от евклидовой геометрии к геометрии Минковского, а от последней к геометрии Римана при переходе от классической механики к СТО, а затем к ОТО был обусловлен не только и не столько осознанием тесной связи используемой геометрии в физике с проблемой физической реальности. С точки зрения Эйнштейна, геометрия в физике не только определяет структуру физической теории, но и определяется структурой физической реальности. Только совместное выполнение физической геометрией этих двух функций позволяет избежать конвенционализма. Позиция автора по данному вопросу сводится к тому, что математика, в частности, геометрия, став аппаратом физической теории, приобретает свойства этой теории. На математический аппарат физики можно распространить методологические принципы, такие как принцип соответствия, дополнительности и другие.

Взаимодействие и взаимопроникновение физики и математики имеет давнюю историю (Нейгебауэр, 2003; Ван-Дер-Варден, 1991) от Архимеда (1962) до Эйнштейна и геометродинамики. В античную эпоху физика обращалась к геометрии как способу расчётов. С появлением математического анализа (Ньютон, 1989) роль геометрии в физике изменилась, она стала использоваться, в основном, как средство иллюстрации аналитических методов. В начале XIX века с появлением неевклидовой геометрии (Лобачевский, 1945) ситуация коренным образом изменилась. Работы Лобачевского, Римана заложили фундамент, на котором строится современная геометризация физики. Полное развитие геометризации физики мы видим в общей теории относительности (Эйнштейн, 2001). Синтез релятивистского и квантового подходов в физике элементарных частиц и космологии привёл к рождению геометродинамики (Уиллер, 1962).

В программе геометродинамики физические явления строятся из свойств пространства-времени. Она утверждает, что в мире нет ничего, кроме пустого искривленного пространства. Материя, заряд, электромагнитные и другие физические тела являются лишь проявлением искривленности пространства. Физика есть геометрия. Все физические понятия должны быть представлены с помощью пустого, различным образом искривленного пространства, без каких-либо добавлений к нему. Классическая геометродинамика, включает в себя построение из геометрии пространства-времени эквивалентов массы, зарядов, электромагнитного поля. В этой теории частица выступает как чисто геометрическое понятие. Масса, время, длина, электромагнитные поля, суть объекты чистой геометрии. Физика оперирует только длинами – и ничем другим. Эта программа была продолжена в квантовой области.

Квантовая геометродинамика – квантовая теория, задача которой состоит в описании процесса рождения Вселенной как физического объекта и в разработке концепции множественности миров. Эти разделы теоретической физики непосредственно смыкаются с проблемами фундаментальной философии. В отличие от проблем, возникающих в развитии самого научного знания, философские проблемы имеют свою специфику. Она заключается: 1) в их предельном характере (шире этих проблем); 2) в их вечности. Характер решения философских проблем, прежде всего, влияет на понимание содержания наиболее общих понятий, необходимых для создания научной картины мира. Главная проблема заключается в том, чтобы с помощью геометризованной полевой картины физического мира объяснить атомистическую структуру вещества и излучения, а также выяснить может ли она в принципе быть достаточной основой для адекватного отражения квантовых явлений.

В сложившейся непростой ситуации: знание о всеобщем и бесконечном нужно построить на основе познания ограниченных областей реальности, но, обладая лишь таким знанием, нельзя быть до конца уверенным в истинности выводов, касающихся всеобщего. В этом двойственном положении, вообще говоря, заключается природа философского знания, которое стремится быть доказательным, построенным по типу естественнонаучного, и в то же время не может быть полностью таковым в силу бесконечности мира и неисчерпаемости бытия.

В квантовой геометродинамике с электромагнитными, слабыми и сильными взаимодействиями связаны не искривления 4-х мерного пространственно-временного континуума, а искажения геометрии другого типа, а именно расслоения пространства-времени. Причем этим трем типам взаимодействий соответствуют различные типы расслоений (Ленроуз, 2007).

Развитие представлений о поле, как о характеристике геометрии и топологии пространства-времени, долгое время проводилось без отказа от категории пустоты, но теперь под пустотой понималось состояние, в котором геометрия пространства-времени не деформирована. То есть пустота отождествлялась с отсутствием как точечных частиц, вызывающих деформацию пространства-времени, так и собственных волновых возбуждений его геометрии. Интерпретация всех типов взаимодействий, как искажений искривленной расслоенной геометрии пространства-времени, представляет собой центральную идею современной базисной концепции геометризации физики.

Экспериментально факт существования этой вакуумной подсистемы был обнаружен при измерении Лэмбом и Резерфордом сдвига энергетических уровней в спектре атома водорода (обусловленного взаимодействием с нулевыми колебаниями), детально эта подсистема была исследована

при измерении аномальных магнитных моментов электронов и мюонов. После этого открытия стало ясно, что вакуум уже не является "абсолютным ничто", пустотой, а представляет собой систему нулевых колебаний квантованных полей. Частицы движутся не в пустоте, а над неким "фоном", в котором непрерывно возникают и гаснут полевые флуктуации. При этом сами свойства частиц определяются их взаимодействием с этим фоном – вакуумом. Таким образом, разработка проблем физики, поставленных на рубеже XIX-XX вв., привела к становлению двух фундаментальных концепций, которые можно выразить ключевыми словами – геометризация и кванты. Имеется в виду геометризация взаимодействий и квантовый характер движения микрообъектов.

Более глубокий синтез этих понятий начался уже в нашу эпоху, в конце XX в. Прежде всего, на геометрическом языке были сформулированы представления о нулевых (квантовых) колебаниях полей. Теперь они интерпретируются как нулевые колебания недеформированных геометрических структур. Экспериментальные данные и более глубокий теоретический анализ привели к выводу, что квантовые геометрические системы способны к спонтанной деформации даже в отсутствие материи в привычном для нас понимании этого слова. Это обстоятельство заставило радикально пересмотреть наши представления о вакууме.

Отказ от представлений о вакууме, как о пустоте, является концептуальным положением современной физики. В настоящее время экспериментальным фактом можно считать утверждение о том, что вакуум – среда с очень сложной структурой, которая изменялась в ходе эволюции Вселенной и которую можно перестраивать путем изменений состояний материи, взаимодействующей с вакуумом, конкретно – путём концентрации энергии в малых областях пространства.

"Дальнейший прогресс в исследовании системы Мира неизбежно приводит человечество к порогу новой культуры, ставя его перед необходимостью изучения структур, по меньшей мере, сравнимых по уровню сложности с наиболее сложной социо-биологической системой – Человеком. Следствием этого переосмысления связи между объектом и субъектом познания должна стать переоценка места Человека в Мире" (*Латыпов и др.*, 2001).

Геометрия реального пространства "говорит" о поведении реальных вещей, метрические свойства пространства и времени и свойства соответствующих материальных взаимодействий связаны друг с другом в объективной действительности. В физической теории по метрическим свойствам пространства и времени некоторой пространственно-временной области объективной действительности судят о соответствующих свойствах господствующих в этой области материальных взаимодействий, по геометрии судят о физике, по (Г) судят о (Ф).

Однако процесс воссоздания свойств материальных взаимодействий по соответствующим метрическим свойствам пространства и времени – не экспериментальная, а чисто теоретическая процедура. Как чисто теоретическая процедура она в принципе не отличается от процесса воссоздания в теории этих же свойств материальных взаимодействий с помощью метрических свойств не реальных пространств и времени, а соответствующих подходящим образом организованных абстрактных пространств. Отсюда, с одной стороны, а) иллюзия о том, что только сумма (Г) и (Ф) является предметом проверки на опыте, что теоретик может произвольно выбирать геометрию как фон для изучения материальных взаимодействий; с другой стороны, б) рациональное зерно концепции взаимоотношения геометрии и физики Пуанкаре: геометрии как компоненты теории, с помощью которых теоретик воссоздает свойства материальных взаимодействий, действительно могут быть различными, и в этом смысле теория содержит в себе элемент конвенциональности.

Однако никакого конвенционализма в этом нет. Во-первых, потому, что (Г) и (Ф) не являются независимыми друг от друга не только в объективной действительности, но и в теории: мы не можем произвольно выбирать геометрию в теории, мы выбираем ее всегда таким образом, чтобы с помощью соответствующей геометрии (Г) воссоздать в теории свойства реальных взаимодействий (Ф). Во-вторых, потому, что вопрос о том, какая из геометрий, с помощью которых в теории воссоздаются свойства материальных взаимодействий, адекватно представляет в ней метрические свойства реальных пространств и времени, внутри теории решен быть не может; он выходит за пределы теории, в область эксперимента.

В последнее время подход Пуанкаре к проблеме взаимоотношения геометрии и физики получил дальнейшее развитие в ряде работ, в которых ОТО противопоставляется релятивистская теория гравитации (РТГ) А.А. Логанова (2006). В основе последней лежат: а) так называемый принцип геометризации, в соответствии с которым в теории можно воссоздать свойства гравитационных взаимодействий как по свойствам искривленного пространства-времени Римана, так и с помощью плоского пространства-времени Минковского; б) тезис о том, что только плоское пространство-время Минковского адекватно представляет в теории реальные пространство и время, тогда как искривленное пространство-время Римана выступает в ней лишь как некое "эффективное" пространство. По словам

А.А. Логунова (2006), "мы покинули удивительной простоты пространство Минковского... и вошли в дебри римановой геометрии, которые затянули последующие поколения физиков".

6. Принцип простоты

Логунов полагает, что геометрия пространства-времени для всех физических полей является псевдоевклидовой (пространство Минковского). Но ведь жесткая связь привычного и простого, обоснование простоты привычным – это идеал психологического стиля мышления.

Эволюция физики убедительно доказывает, что то, что является привычным и простым для одного поколения физиков, может быть непонятным и сложным для другого. Гипотеза механического эфира – яркий пример этого. Отказ от привычного и простого – неизбежный спутник расширения опыта, освоения новых областей природы и знания. Каждому крупному продвижению науки сопутствовали утрата привычного и простого, а затем – изменение самого представления о них. Можно сказать, что привычное и простое – категории исторические. Поэтому не сведение к привычному, а стремление понять реальность является высшей целью науки: "Наша постоянная цель – все лучшее и лучшее понимание реальности... Чем проще и фундаментальнее становятся наши допущения, тем сложнее математическое орудие нашего рассуждения; путь от теории к наблюдению становится длиннее, тоньше и сложнее. Хотя это и звучит парадоксально, но мы можем сказать: современная физика проще, чем старая физика, и поэтому она кажется более трудной и запутанной" (Логунов, 2006).

Что бы ни говорилось о подходе Эйнштейна к проблеме взаимоотношения геометрии и физики, выполненный нами анализ свидетельствует о том, что вопрос о возможностях этого подхода в формировании современной естественнонаучной парадигмы остается открытым. Он остается открытым до тех пор, пока не доказано существование таких свойств материальных явлений, которые никак не связаны со свойствами пространства и времени. И напротив, благоприятные перспективы подхода Эйнштейна обусловлены, в конечном счете тем, что все более и более определенно обнаруживается связь метрических и топологических свойств пространства и времени с различными не пространственно-временными свойствами материальных явлений. В то же время историко-научный и философский анализ подхода Пуанкаре к проблеме взаимоотношения геометрии и физики приводит к выводу о его бесперспективности как альтернативы подходу Эйнштейна. Об этом же свидетельствует и анализ попыток его реанимации, предпринятых в работах Логунова.

7. Выводы

В заключение следует отметить, что развитие представлений о поле, как о характеристике геометрии и топологии пространства-времени, долгое время проводилось без отказа от категории пустоты, но теперь под пустотой понималось состояние, в котором геометрия пространства-времени не деформирована. То есть пустота отождествлялась с отсутствием как точечных частиц, вызывающих деформацию пространства-времени, так и собственных волновых возбуждений его геометрии. Интерпретация всех типов взаимодействий как искажений искривленной расслоенной геометрии пространства-времени представляет собой центральную идею современной базисной концепции геометризации физики.

В новой формулировке естественнонаучные проблемы затрагивают гораздо более глубокие уровни материи, более фундаментальные свойства пространства-времени и других базисных категорий. Помимо осмысления конкретных проблем естествознания и попыток их решения, независимо от нашего желания мы переоцениваем место человека в мире, поскольку наше самосознание в первую очередь определяется уровнем и объемом наших знаний о природе.

На основании вышесказанного, можно сделать вывод, что внутренне непротиворечивыми теориями, основанными на континуальных интервалах, являются механика Галилея – Шрёдингера, классическая теория тяготения, классическая специальная теория относительности.

Общая теория относительности ввела в физику идеи геометризации фундаментальных полей и взаимодействий. Именно глубина и плодотворность этих научных результатов и концепций позволили в дальнейшем предложить теоретическое описание микромира на уровне суперструн, преонов и вакуумных структур.

Интерпретация всех типов взаимодействий как искажений искривленной расслоенной геометрии пространства-времени представляет собой центральную идею современной базисной концепции геометризации физики.

Литература

- Архимед. Послание Эратосфену. О механических теориях. Сочинения. М., Гос. Изд. физ-мат лит., 640 с., 1962.
- Бор Н. О сериальных спектрах элементов. Избранные научные труды в 2 т. М., Наука, т.1, 583 с., 1975.
- Ван-Дер-Варден Д. Пробуждающаяся наука II. Рождение астрономии. М., Наука, 384 с., 1991.
- Зельдович Я.Б., Новиков И.Д. Строение и эволюция Вселенной. М., Наука, 736 с., 1975.
- Клейн Ф. Сравнительное обозрение новейших геометрических исследований ("Эрлангеновская программа"). Об основаниях геометрии. Сборник классических работ по геометрии Лобачевского и развитию её идей. М., Изд-во технико-теоретической литературы, 528 с., 1956.
- Латыпов Н.Н., Бейлин В.А., Верешков Г.М. Вакуум, элементарные частицы и Вселенная: В поисках физических концепций XXI века. М., Изд-во МГУ, 231 с., 2001.
- Лекторский В.А. Философия, общество знания и перспективы человека. Вопросы философии, № 8, с.30-34, 2010.
- Лобачевский Н.И. Геометрические исследования по теории параллельных линий. Л.-М., Изд. АН СССР, 176 с., 1945.
- Логунов А.А. Релятивистская теория гравитации. М., Наука, 253 с., 2006.
- Мах Э. Механика. Историко-критический очерк её развития. Ижевск, Институт компьютерных исследований, НИЦ "Регулярная и хаотическая динамика", 456 с., 2000.
- Морозов А.Ю. Теория струн – что это такое? Успехи физических наук, т.162, № 8, с.83-175, 1992.
- Нейгебауэр О. Точные науки в древности. М., Едиториал УРСС, 240 с., 2003.
- Ньютон И. Математические начала натуральной философии. М., Наука, 689 с., 1989.
- Пенроуз Р. Путь к реальности, или законы, управляющие Вселенной. Полный путеводитель. М.-Ижевск, Институт компьютерных исследований, НИЦ "Регулярная и хаотическая динамика", 912 с., 2007.
- Планк М. Единство физической картины мира. М., Наука, 282 с., 1966.
- Пуанкаре А. О науке. М., Наука, 560 с., 1983.
- Риман Б. О гипотезах, лежащих в основании геометрии. Сочинения. М.-Л., ОГИЗ Государственное изд-во технико-теоретической литературы, 543 с., 1948.
- Сазанов А.А. Четырёхмерная модель мира по Минковскому. М., Изд-во ЛКИ, 288 с., 2008.
- Уиллер Дж.А. Гравитация. Нейтрино и Вселенная. М., Изд-во иностранной литературы, 404 с., 1962.
- Уиллер Дж.А. Предвидение Эйнштейна. М., Мир, 112 с., 1970.
- Франкфурт У.И. Очерки по специальной теории относительности. М., Книжный дом "ЛИБРОКОМ", 200 с., 2010.
- Шутц Б. Геометрические методы математической физики. М., Изд-во "Платон", 305 с., 1984.
- Эйнштейн А. К электродинамике движущихся тел. Собр. науч. трудов. В 4 т. М., Наука, т.1, с.7-35, 1965а.
- Эйнштейн А. О влиянии силы тяжести на распространение света. Там же, т.1, с.165-174, 1965b.
- Эйнштейн А. Формальные основы общей теории относительности. Там же, т.1, с.326-384, 1965с.
- Эйнштейн А. Эволюция физики. М., Наука, 264 с., 2001.