

УДК 167.7

DOI:

10.15372/PS20160406

Е.А. Безлепкин**ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПОСТРОЕНИЯ
ФИЗИЧЕСКИХ КАРТИН МИРА***

Рассмотрены картины мира, представленные фундаментальными физическими теориями (классическая механика, теория электромагнетизма, теория относительности, квантовая механика, теория струн, теория петлевой квантовой гравитации). Показаны закономерности построения физических моделей мира, которые систематизированы следующим образом: 1) унификация – объединение физических категорий в одном физическом образе; 2) простота – стремление к минимизации количества физических категорий; 3) преемственность – сохранение и обобщение полученного ранее знания; 4) дополнительность – синтез антиномичных описаний объекта; 5) объяснение, т.е. физическая картина мира является объяснительным рассказом, объединяющим факты.

Ключевые слова: метафизика, модель мира, физические теории, унификация, простота, преемственность, дополнительность, объяснение

Е.А. Bezlepkina**THE LAWS WHICH REGULATE MODELING
PHYSICAL PICTURES OF THE WORLD**

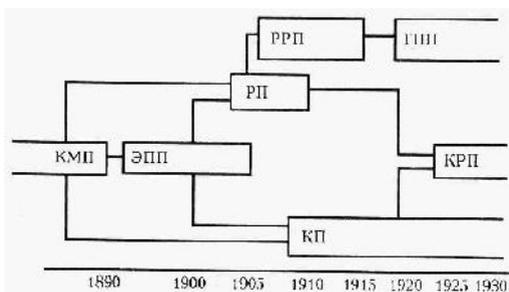
The paper considers pictures of the world represented in the fundamental physical theories – the classical mechanics, electromagnetic theory, relativity, quantum mechanics, string theory, and the theory of loop quantum gravity. The author shows the laws which scientists use to develop physical models of the world and organizes these laws in the following way: 1) the unification which means an integration of physical categories in a single physical pattern; 2) the simplicity which requires minimizing the number of physical categories; 3) the continuity which means retaining and generalization of the knowledge obtained before; 4) the commentary which is a synthesis of antinomic descriptions of the object; 5) the explanation which means that the physical picture of the world is an explanatory description integrating facts.

Keywords: metaphysics; model of the world; physical theory; unification; simplicity; continuity; complementarity; explanation

* Работа выполнена при поддержке Российского гуманитарного научного фонда (проект 16-23-01012).

Физические модели мира представляют собой метатеоретический (качественный) уровень описания физических теорий. Понятие, объединяющее теоретический и метатеоретический уровни физического познания, – это «физическая программа». Физические программы необходимо рассмотреть, для того чтобы понять общую направленность эволюции физического познания.

В.П. Визгин предложил программную модель развития физического познания (см. рисунок). Он определяет понятие физической программы так: физические программы «функционируют наподобие исследовательских программ И. Лакатоса, хотя конкуренция между ними регулируется не только процессами прогрессивных и регрессивных сдвигов, но и путем их сопоставления с системой фундаментальных принципов физического познания физики, являющейся более устойчивым образованием, чем сами эти программы» [6, с. 8].



Классификация физических программ у В.П. Визгина
(расшифровку аббревиатур см. в тексте)

Классико-механическая программа (КМП). Ядро программы – классическая механика. Суть программы – описание окружающего мира в терминах движения и взаимодействия точек, представляющих собой материальные тела. Лозунг программы – сведение описания физических явлений к описанию взаимодействия материальных точек (редукция к механизму);

Электромагнитно-полевая программа (ЭПП). Ядро – классическая электродинамика. Суть – описание окружающего мира в терминах теории электромагнитного поля (непрерывные полевые векторы). Лозунг – сведение описания явлений к описанию взаимодействия и эволюции электромагнитных полей (редукция);

Релятивистская программа (РП). Ядро – специальная теория относительности. Суть – описание физических явлений с использованием геометрического и теоретико-группового подходов. Лозунг – перестройка классической физики в соответствии с новыми принципами (симметрия). Как пишет В.П. Визгин, «именно СТО и РП сформировали тот характерный для современной науки подход, согласно которому исходная симметрия теории, ее геометрия... определяют структуру и динамику этой теории» [6, с. 13].

Расширенная релятивистская программа (РПП). Ядро – общая теория относительности. Суть – геометрическая трактовка гравитационного взаимодействия (отождествление гравитационного взаимодействия с геометрической структурой пространства-времени). Цель и лозунг программы – «геометризация физики», возможность описания взаимодействий через описание искривленного пространства-времени (отождествление категории пространства-времени с категорией поля);

Геометрическая полевая программа (ГПП). Ядро – кандидаты на единую геометрическую теорию поля. Суть – «так расширить четырехмерную риманову геометрию, чтобы электромагнитное поле также можно было трактовать как чисто геометрический феномен» [6, с. 18]. Обнаружение сильных и слабых полей серьезно усложнило полевую программу требованием введения квантовых идей;

Квантовая программа (КП). Ядро – квантовая механика. Суть – описание микромира при помощи новых физических принципов (принцип квантования переменных, принцип неопределенностей, принцип соответствия и пр.) и нового математического формализма (вводится пространство Гильберта, классические переменные становятся операторами);

Квантово-релятивистская программа (КРП). Ядро – квантовые теории поля, образец – квантовая электродинамика. Суть – описание поведения элементарных частиц на языке принципов симметрии, сохранения и инвариантности.

Концептуальная проблема современной физики заключается в фундаментальной несогласованности понимания гравитационного взаимодействия в релятивистской и квантовой программах. Релятивистские теории трактуют пространство-время динамически, а квантовые теории рассматривают его как фиксированный фон. Исходя из сказанного цель нашей статьи заключается в том, чтобы выявить закономерности построения физических моделей мира и попытаться предложить на этом

основании способ концептуального объединения интерпретаций гравитационного взаимодействия.

* * *

Обоснование понятия «физическая картина мира» применительно к физической теории может быть следующим. Поскольку любая теория изучает не реальные объекты с их многообразными свойствами, а идеализированные объекты, которые сохраняют только часть этих свойств, постольку в основе каждой теории «лежит своя идеализированная модель мира; каждая система формулирует исходную аксиоматику в терминах этой модели и, опираясь на нее, строит основные законы» [1, с. 39]. Поэтому мы вправе говорить о таких понятиях, как «категории», «свойства категорий», «физическая модель мира», т.е. о метафизике. М.В. Мостепаненко замечает, что «главная тенденция каждой физической картины мира – дать единое стройное отражение объективной действительности» [8].

Механическая модель мира

Механическую модель мира образуют три категории: вещество (материальные точки в математическом описании и атомы в физическом описании), пространство и время. «Физическая реальность, – пишет А. Эйнштейн, – характеризуется понятиями пространства, времени, материальной точки и силы (взаимодействия материальных точек)» [18, с. 136]. И. Ньютон по поводу категорий пространства и времени замечает, что «время и пространство составляют как бы вместилища самих себя и всего существующего» [9, с. 32]. «Под физическими событиями, – полагает А. Эйнштейн, – следует понимать движение материальных точек в пространстве, управляемое неизменными законами... Понятию материальной точки соответствуют обычные воспринимаемые нами тела» [18, с. 136].

Материальные тела движутся в абсолютном пространстве и абсолютном времени. Как пишет Ньютон, «абсолютное, истинное математическое время... без всякого отношения к чему-либо внешнему, протекает равномерно, и иначе называется длительностью... Абсолютное пространство... безотносительно к чему бы то ни было внешнему, остается всегда одинаковым и неподвижным» [9, с. 30]. Принимается принцип

детерминизма: «каждая точка в отдельности в каждый момент времени находится в определенном состоянии, т.е. имеет определенное положение и обладает определенной скоростью. Ее движение можно совершенно точно вычислить, зная ее начальное состояние и локальные свойства силового поля в тех местах пространства, которые эта точка проходит при своем движении» [12, с. 576].

Парадоксы модели. Здесь присутствует гравитационный парадокс. Теория Ньютона требует, «чтобы мир имел нечто вроде центра, где плотность числа звезд была бы максимальной и чтобы эта плотность убывала с расстоянием от центра так, что на бесконечности мир был бы совсем пустым. Звездный мир должен представлять собой конечный остров в бесконечном океане пространства» [16, с. 583], однако плотность материи в пространстве в наблюдаемом масштабе равномерна.

Закономерности модели:

унификация. (1) Понятие силы объединяет категории, из которых сконструирована модель мира: материальные точки в отсутствие сил трения движутся под действием инерции в пространстве и во времени, под действием силы от другого тела первое тело меняет направление движения. (2) Закон всемирного тяготения устанавливает взаимодействие всех тел во Вселенной и в этом смысле в механической картине мира устанавливает единство Вселенной. Наука приобретает универсальный закон, применимый для описания движения всех тел природы. (3) Классическая механика характеризуется синтезом физики (физических законов) и геометрии (события происходят в евклидовом пространстве);

объяснение. (4) Объяснение в физике – в подавляющем большинстве случаев объяснение редуктивное, когда высокоуровневые факты (например, свет) объясняются в терминах низкоуровневых фактов (например, взаимодействие фотонов). В механической модели мира объяснение фактов основано на механицизме, когда объясняемые факты стремятся интерпретировать в терминах движения и взаимодействия материальных точек;

простота. (5) Сила есть единственное объединяющее модель понятие.

Электромагнитная модель мира

При конструировании электромагнитной модели мира используют три категории: поле (совокупность непрерывных силовых линий), пространство и время. Атомы понимаются как точечные силовые центры,

взаимодействующие с другими атомами. «В XIX в., – пишет Э. Шредингер, – сплошь и рядом атомы представляли себе как центры сил... Казалось, что физическая модель окончательно свелась в дуалистической паре понятий: сила и вещество. На них как-то перешла часть той благоговейной важности, с которой схоластика толковала о субстанции и акциденции» [15, с. 256–257].

Поле представляется совокупностью непрерывных силовых линий. Материя понимается как силовое поле, порождающее гравитационные и электромагнитные поля. «Материя будет повсюду непрерывной и, рассматривая ее массу, нам не надо предполагать различия между ее атомами и каким-то промежуточным пространством. Силы вокруг центров сообщают этим центрам свойства атомов материи; и в свою очередь эти силы, когда много центров в результате своих совместных сил собираются в массу, сообщают каждой части этой массы свойства материи» [13, с. 401].

Силовое взаимодействие осуществляется посредством физических полей между атомами от одного к другому за конечное время (принцип близкодействия). В связи с принятием концепции близкодействия возникает идея эфира, поскольку для любого близкодействия необходим свой носитель – среда, между частицами которой действуют силы (субстанциализация категории поля). «После Максвелла, – пишет Эйнштейн, – физическая реальность мыслилась в виде непрерывных, не поддающихся механическому объяснению полей» [18, с. 138]. В электромагнитной картине мира происходит отождествление поля и материи. Как утверждает Фарадей, «материя заполняет все пространство, на которое распространяется тяготение (включая солнце и его систему), ибо тяготение есть свойство материи, зависящее от некоторой силы, и именно из этой силы состоит материя. В этом смысле материя не просто взаимно проницаема, но каждый атом простирается, так сказать, на всю солнечную систему, сохраняя, однако, свой центр сил» [13, с. 403].

Парадоксы модели. Во-первых, по мере развития физики эфир наделяли противоречивыми свойствами. Во-вторых, обнаружился парадокс в описании понятия «одновременность». В-третьих, при попытках описать количественно излучение абсолютно черного тела обнаружился парадокс, связанный с принципом непрерывности электромагнитного излучения. Следует отметить, что разрешение второго парадокса привело к созданию теории относительности, а третьего – к созданию квантовой механики.

Закономерности модели:

- унификация. (1) Понятие поля унифицирует понятия силы и массы.
- (2) Происходит объединение электрических, магнитных, световых и тепловых явлений на основе представления об электромагнитном поле;
- простота. (3) Поле – единственная описываемая физическая реальность;
- преемственность. (4) Сохраняется концепция абсолютного пространства и абсолютного времени механической модели;
- дополнительность. (5) Модель дискретного описания реальности (через атомы) заменяется моделью непрерывного описания реальности (через понятие поля и атомов как совокупности силовых центров).
- объяснение. (6) Имеется тенденция редукции наблюдаемых фактов к электромагнитным явлениям (объяснение в терминах взаимодействия электромагнитных полей).

Модель мира в специальной теории относительности

В СТО модель мира строится с помощью представления о едином пространственно-временном многообразии, в котором существует предельная скорость распространения взаимодействий. Суть модели сформулирована у М. Планка: происходит «слияние пространства и времени в одно единое понятие. Это слияние происходит не так, как если бы пространство и время были совершенно однородными, но примерно так, как реальное число соединяется с мнимым числом в единое понятие комплексного числа» [12, с. 573].

Частнорелятивистская модель наполняет новым содержанием классическую электромагнитную картину мира. «Согласно Лоренцу, – пишет Эйнштейн, – принципиально существует только поле в пустоте. Вещество, которое предполагается атомистичным, является единственным носителем зарядов; между материальными частицами находится пустое пространство – носитель электромагнитного поля, которое создается положением и скоростью точечных зарядов, сидящих на частицах... Частицы-заряды создают поле, которое в свою очередь действует на заряды частиц. Соответствующие силы обуславливают движение частиц согласно законам Ньютона. Если сравнить это с системой Ньютона, то изменение заключается в следующем: силы дальнего действия заменяются полем, описывающим также и излучение» [18, с. 271].

После этой модели мира физические программы развиваются двумя путями: первая – геометрическая (слияние категорий поля и пространства-времени), вторая – корпускулярная (сумма категорий: масса, плюс взаимодействие, плюс пространство-время).

Закономерности модели:

унификация. (1) Объединяются категории пространства и времени. (2) Отождествляются геометрия (искривленный пространственно-временной континуум) и физика (тяготение). (3) Классические законы сохранения объединяются на основе тензора энергии-импульса. Категории поля и частиц снова разделились;

преемственность. (4) Обобщается математическое пространство (евклидово – псевдоевклидово). (5) Преобразования Лоренца обобщают преобразования Галилея, формулы теории относительности обобщают формулы классической механики и теории электромагнетизма. (6) Обобщается принцип относительности (механические системы – любые неускоренные системы).

Модель мира в общей теории относительности

В ОТО модель мира конструируют из двух независимых категорий: пространства-времени и материи (массы-энергии). «Дуализм (сила – вещество) уже пал благодаря эйнштейновскому закону эквивалентности, – пишет Шредингер, – ...ибо сила была символом возможности передачи энергии и импульса от тела к телу, а теперь энергия-импульс уже неотличима от движущейся материи... движущийся атом не обладает энергией-импульсом, нет, он есть определенная форма энергии-импульса. Уже нет никаких следов субстанции или акциденции – первое столь же субстанциально и столь же акцидентально, как и другое. Так обобщает вопрос принцип эквивалентности» [15, с. 257]. Что касается пространства-времени, то, как утверждает Эйнштейн, «наш мир по своим геометрическим свойствам подобен поверхности, неравномерно искривленной в некоторых частях, нигде, однако, не отклоняющейся значительно от плоскости, и похож на поверхность слабо волнующегося моря. Такого рода мир можно назвать квазиевклидовым. Он был бы пространственно бесконечным» [16, с. 587].

Материальные точки движутся в пространстве-времени по геодезическим линиям. «Искривленные орбиты планет истолковываются как наипрямейшие в пространственно-временной геометрии, которая отличается от нашей школьной геометрии, геометрии Евклида, – пишет

Борн. – Само пространство принимается искривленным, причем его кривизна зависит от масс небесных тел» [3, с. 419]. Распределение и движение материи (массы-энергии) искривляет пространственно-временной континуум, влияя на геодезические линии, которыми описывается тяготение. Движение тел происходит по геодезическим линиям, которые в общем случае оказываются искривленными под действием самих тел и другой материи. Эти искривленные геодезические описывают тяготение.

Закономерности модели.

унификация. (1) С помощью идеи геометризации гравитационного взаимодействия отождествляются категории поля (взаимодействия) и пространства-времени. (2) Происходит слияние категорий силы и вещества;

простота. (3) Гравитация – проявление геометрических свойств пространства-времени;

преемственность. (4) Понятие тензора обобщает понятия скаляра и вектора. (5) Обобщается принцип относительности (механические системы – любые неускоренные системы – любые системы). (6) Обобщается математическое пространство (евклидово – псевдоевклидово – риманово);

дополнительность. (7) Объединяются понятия силы, вещества и пространства-времени.

Модель мира в нерелятивистской квантовой теории

В нерелятивистской квантовой теории модель мира конструируют из двух независимых категорий: вещества и пространства-времени. Что касается категории вещества, «оба фундаментальных понятия – частицы и их взаимодействие – при объединении оказали влияние друг на друга; если, с одной стороны, произошла атомизация взаимодействия, то, с другой стороны, частица стала полеподобным образованием» [15, с. 258]. Что касается категории пространства-времени, «существует пространство-время, выполняющее важнейшую функцию арены, на которой разыгрываются всевозможные физические процессы... имеются физические объекты, задействованные в этих процессах, но ограниченные точными математическими законами» [10, с. 179].

Категория поля вероятности выражается, как правило, через понятие ψ -функции, а именно, ψ -функция «определяет состояние системы и удовлетворяет уравнению детерминистического типа, как это обычно для классической теории. Тем не менее, зная ψ , все же нельзя сделать детерминированных предсказаний о поведении “наблюдаемых” – допус-

каются только статистические утверждения: $|\psi|^2$ представляет собой вероятность состояния, изображаемого функцией $\psi...$ » [4, с. 231].

Основные принципы модели. Во-первых, это принцип дискретности (квантовый постулат). Н. Бор описывает его следующим образом: «Квантовая теория характеризуется признанием принципиальной ограниченности классических физических представлений в применении к атомным явлениям... каждому атомному процессу свойственна существенная прерывность» [2, с. 30].

Во-вторых, в модели используется принцип неопределенностей. В. Гейзенберг характеризует его так: «Можно говорить лишь о том, с какой вероятностью в практических условиях эксперимента мы встретим электрон в определенной точке или установим определенную величину его скорости» [7, с. 100].

В-третьих, модель допускает многообразие интерпретаций. Та или иная интерпретация квантовой механики может рассматриваться как вариант модели мира. Приведем классическую боровскую интерпретацию: «Частица не имеет в действительности ни определенного импульса, ни определенного положения в пространстве; описание с помощью ψ -функции является в принципе полным описанием... местоположение частицы, которое я получаю в результате измерения, не может быть интерпретировано как местоположение частицы до измерения... локализация, которая обнаруживается при измерении, будет проявляться только через неизбежное... воздействие измерения. Результат измерения зависит не только от реального положения частицы, но также и от принципиально неполного знания природы механизма измерения» [17, с. 613].

Закономерности модели:

унификация. (1) Объединяются категории континуального (волна) и дискретного (частица). (2) Объединяются оптический и механический вариационные принципы, что позволяет получить представления о корпускулярно-волновом дуализме. (3) Постулируются две обобщенные категории, которые можно связать формулой: «волнообразная» частица движется на классическом пространственно-временном фоне. Объединение частицы и взаимодействия – от квантовой механики, объединение пространства и времени – от специальной теории относительности;

Простота. (3) Эти два понятия выражают требование простоты, поскольку вместо двух различных сущностей появляется одна объединенная.

Преемственность. (4) Новая теория есть обобщение старой, и между ними существуют отношения предельного перехода (принцип соответствия);

Дополнительность. (5) Принцип дополнительности объединяет альтернативные описания физического объекта.

Модель мира в квантовых теориях поля (релятивистская квантовая электродинамика)

В КТП при построении модели мира используются три категории: вещество (фермионы), поле (бозоны) и классический пространственно-временной фон. Принимается дискретная модель реальности: точечные частицы (представляющие и вещество, и поле) взаимодействуют на классическом пространственно-временном фоне.

Основные принципы модели. Во-первых, это принцип симметрии: каждое из взаимодействий рассматривается как нарушающее первоначальную глобальную симметрию. Во-вторых, законы сохранения: существует связь «симметрия – сохранение», что позволяет каждому типу симметрии ставить в соответствие определенную сохраняющуюся величину (главным образом, заряды). В-третьих, принцип квантования: частица не обладает непрерывной мировой линией, поскольку через взаимодействия она может превратиться в другую частицу либо может распасться на некоторое количество частиц. В-четвертых, принцип неопределенности, который наполняется новым содержанием благодаря введению представлений о виртуальной частице.

Парадоксы модели. Отметим парадокс, который связан с принятием постулата о точечности частиц, что ведет к появлению в некоторых вычислениях бесконечностей. Однако проблема устраняется введением перенормировок.

Закономерности модели:

унификация. Простота. (1) Объединяющее начало модели – принцип симметрии (калибровочная инвариантность), который позволяет с единой точки зрения, а также с помощью одной математической структуры (группа Ли) рассматривать три из четырех фундаментальных взаимодействий. (2) Понятие группы симметрии используется для классификации и для объединения частиц и взаимодействий. (3) Объединение электромагнитного, слабого и сильного взаимодействий на основе прямого произведения соответствующих групп симметрий приводит к стандартной модели. (4) Осуществляются систематизация и объединение адронов на основе концепции кварков;

преемственность. (2) Квантованное поле представляет собой синтез понятий классического поля и поля вероятности квантовой механики.

Модель мира в струнных теориях

Модель вводит новый фундаментальный объект. «В теории струн каждая частица идентифицируется как конкретная колебательная мода элементарной микроскопической струны... Так как существует всего один тип струн и все частицы возникают из колебаний струн, то в результате все частицы естественно включаются в одну теорию... Когда в рамках теории струн мы обсуждаем процесс распада $a \rightarrow b + c$, где элементарная частица a распадается на частицы b и c мы представляем себе одну струну, колеблющуюся таким образом, что она сопоставляется с частицей a , и эта струна разбивается на две струны, колеблющиеся так, что они сопоставляются частицам b и c » [14, с. 29–30]. То есть эта модель рассматривает вместо точечной частицы протяженную струну, вариация параметров которой сопоставляется со всеми известными частицами. Введение единого фундаментального неклассического объекта объединило категории вещества и поля. Однако это предположение ничего не говорит о взаимной превращаемости поля и вещества. Модель гипотетического преобразования фермионов в бозоны и наоборот названа суперсимметрией (имеет статус гипотезы).

Таким образом, модель мира конструируют из материи (струны) и классического пространственно-временного фона. По поводу последнего следует заметить, что «в теории струн число пространственно-временных измерений... десять. Некоторые из этих измерений могут быть скрыты от прямого взгляда, если они свернуты в пространство столь малых размеров, что не могут быть обнаружены экспериментально при низких энергиях» [14, с. 30].

Суть фундаментальной проблемы теории струн описана Р. Пенроузом: «Теория струн оперирует просто с гладким “классическим” фоном пространства-времени, на который присутствие струны даже не оказывает непосредственного влияния, поскольку невозбужденная струна сама по себе не переносит энергии и не приводит к “искривлению” фонового пространства-времени. Большая часть физиков, занимающихся общей теорией относительности, ожидают, что истинная “квантовая геометрия” внесет некоторые элементы дискретности или по крайней мере будет коренным образом отличаться от картины классического гладкого многообразия» [Пенроуз, 2007, с. 742]. То есть проблема связана с описанием гравитонов, которые, по теории относительности, должны быть квантами самого пространства-времени.

Закономерности модели:

унификация. Простота. (1) Идеи неклассического (протяженного) объекта и принципа суперсимметрии окончательно объединяют категории вещества и поля;

преемственность. (2) Сохраняется представление о классическом пространственно-временном фоне, на котором происходят физические события, от квантовой механики.

Модель мира в теории петлевой квантовой гравитации

Здесь модель является объединением принципов общей теории относительности и квантовой механики, а также постулата дискретности пространства-времени. Как пишет Л. Смолин, «согласно теории петлевой квантовой гравитации, пространство подобно атомам... пространство не непрерывно и состоит из определенных квантовых единиц площади и объема... Так же как пространство определяется дискретной геометрией спиновой сети, время задается последовательностью отдельных шагов» [19]. Основная идея теории – описание мира без использования пространственно-временного фона: «все должно выражаться через связи между объектами, а не между объектом и некоторым фоновым пространством» [Пенроуз, 2009, с. 785].

Единственный элемент модели – фундаментальный неклассический объект. Это ленточные структуры, которые имеют топологическую природу (пространственно-временные волокна). Определенным конфигурациям этих объектов ставятся в соответствие известные элементарные частицы.

Для описания положения объектов и их взаимодействия вводится понятие спиновых сетей, которые описываются математической теорией графов. «Частицы, такие как электроны, соответствуют определенным узлам, снабженным дополнительными метками. Поля, такие как электромагнитное, обозначаются аналогичными маркерами на линиях графа. Движение частиц и полей в пространстве представляет собой дискретное (скачкообразное) перемещение меток по графу» [19].

Закономерности модели:

унификация. Простота. (1) Теория петлевой квантовой гравитации вводит неклассический протяженный объект, который объединяет в себе основные категории физики, а именно, вещество, взаимодействие и пространство-время. В философском плане это продолжение программы геометризации физики, произведенное на квантовой основе;

преемственность. (2) Сохраняется представление о динамическом пространстве-времени от общей теории относительности.

* * *

Из рассмотрения метафизических моделей мира, представленных фундаментальными физическими теориями (классическая механика, теория электромагнетизма, теория относительности, квантовая механика, теория струн, теория петлевой квантовой гравитации), мы можем вывести следующие закономерности построения физических моделей мира:

- 1) унификация – объединение физических категорий в одном физическом образе;
- 2) простота – стремление к минимизации физических категорий;
- 3) преемственность – сохранение и обобщение полученных ранее знаний;
- 4) дополнительность – синтез антиномичных описаний объекта;
- 5) объяснение, т.е. физическая картина мира является объяснительным рассказом, который унифицирует факты.

Для того чтобы решить проблему интерпретации гравитационного взаимодействия, на наш взгляд, необходимо продумать следующие вопросы.

1. Если существуют модели дискретного и непрерывного пространства-времени, то с учетом принципа дополнительности возможна модель дискретно-непрерывного пространства-времени. Насколько полезной она может оказаться для решения проблемы интерпретации гравитационного взаимодействия?

2. Статус категории «пространство-время» в разных теориях меняется. Например, в классических теориях пространство-время считается субстанцией, в релятивистских рассматривается в реляционных отношениях (как поле). Каков может быть окончательный статус категории «пространство-время».

3. Должен ли фундаментальный объект теории объединять все категории, как в теории петлевой квантовой гравитации, или какую-то их часть, как в теории суперструн? Так, согласно критериям унификации и простоты предпочтительно максимальное объединение.

4. Являются ли общая теория относительности и квантовая механика окончательными вариантами физических теорий или они должны

(могут) быть модифицированы? Согласно критерию объяснения, они не составляют цельной модели мира и, видимо, не являются окончательно построенными теориями.

Литература

1. Айзерман М.А. Классическая механика. – М.: Наука, 1980. – 367 с.
2. Бор Н. Избранные научные труды. – М.: Наука, 1971. – Т. 2. – 674 с.
3. Борн М. Атомная физика. – М.: Мир, 1970. – 484 с.
4. Борн М. Физика в жизни моего поколения. – М.: Изд-во иностр. лит., 1963. – 535 с.
5. Вайнберг С. Гравитация и космология. – М.: Мир, 1975. – 696 с.
6. Визгин В.П. Математика в квантово-релятивистской революции // Физика XIX–XX вв. в общенаучном и социокультурном контекстах: Физика XX в. – М.: Янус-К, 1997. – С. 7–30.
7. Гейзенберг В. Шаги за горизонт. – М.: Прогресс, 1987. – 368 с.
8. Мостепаненко М.В. Философия и физическая теория. – Л.: Наука, 1969. – 167 с.
9. Ньютон И. Математические начала натуральной философии. – М.: Наука, 1989. – 687 с.
10. Пенроуз Р. Новый ум короля: О компьютерах, мышлении и законах физики. – М.: УРСС, 2003. – 382 с.
11. Пенроуз Р. Путь к реальности, или законы, управляющие Вселенной. – Москва; Ижевск: ИКИ; НИИ «Регулярная и хаотическая динамика», 2007. – 912 с.
12. Планк М. Избранные труды. – М.: Наука, 1975. – 788 с.
13. Фарадей М. Экспериментальные исследования по электричеству: В 3 т. – Л.: Изд-во АН СССР, 1951. – Т. 2. – 538 с.
14. Цвибах Б. Начальный курс теории струн. – М.: Едиториал УРСС, 2011. – 784 с.
15. Шредингер Э. Избранные труды по квантовой механике. – М.: Наука, 1976. – 424 с.
16. Эйнштейн А. Собрание научных трудов. – М.: Наука, 1965. – Т. I. – 598 с.
17. Эйнштейн А. Собрание научных трудов. – М.: Наука, 1966. – Т. III. – 632 с.
18. Эйнштейн А. Собрание научных трудов. – М.: Наука, 1967. – Т. IV. – 599 с.
19. Smolin L. Atoms of space and time // Scientific American. – 2004. – No. 23.

References

1. Aizerman, M.A. (1980). Klassicheskaya mekhanika [Classical Mechanics]. Moscow, Fizmatlit Publ., 367.
2. Bohr, N. (1971). Izbrannyye nauchnyye trudy [Selected Scientific Works]. Moscow, Nauka Publ., vol. 2, 674. [In Russ.].
3. Born, M. (1970). Atomnaya fizika [Nuclear Physics]. Moscow, Mir Publ., 484. [In Russ.].
4. Born, M. (1963). Fizika v zhizni moego pokoleniya [Physics in My Generation]. Moscow, Inostrannaya Literatura Publ., 535.
5. Weinberg, S. (1975). Gravitatsiya i kosmologiya [Gravitation and Cosmology]. Moscow, Mir Publ., 696. [In Russ.].
6. Vizgin, V.P. (1997). Matematika v kvantovo-relyativistskoy revolyutsii. [Mathematics in quantum-relativistic revolution]. In: Fizika XIX–XX vv. v obshchenauchnom i sotsiokulturnom kontekstakh: Fizika XX v. [Physics of the 19-20th Centuries in General Scientific and Socio-Cultural Contexts]. Moscow, Yanus-K., 7–30.

7. Heisenberg, W. (1987). Shagi za gorizont [Schritte über Grenzen]. Moscow, Progress Publ., 368.
8. Mostepanenko, M.V. (1969). Filosofiya i fizicheskaya teoriya [Philosophy and Physical Theory]. Leningrad, Nauka Publ., 167
9. Newton, I. (1989). Matematicheskie nachala naturalnoi filosofii [Mathematical Principles of Natural Philosophy]. Moscow, Nauka Publ., 687. [In Russ.].
10. Penrose, R. (2003). Novyi um korolya: O kompyuterakh, myshlenii i zakonakh fiziki [The Emperor's New Mind: Concerning Computer, Mind, and the Laws of Physics]. Moscow, URSS Publ., 382. [In Russ.].
11. Penrose, R. (2007). Put k realnosti, ili Zakony, upravlyayushchie Vselennoy [The Road to Reality: A Complete Guide to the Laws of the Universe]. Moscow, Izhevsk, IKI, NITs «Regulyarnaya i khaoticheskaya dinamika» Press, 912. [In Russ.].
12. Planck, M. (1975). Izbrannyye trudy [Selected Works]. Moscow, Nauka Publ., 788. [In Russ.].
13. Faraday, M. (1951). Eksperimentalnye issledovaniya po elektrichestvu. V 3 t. T. 2. [Experimental Researches in Electricity. In 3 vol. Vol. 2]. Leningrad., USSR Academy of Science Publ., 538. [In Russ.].
14. Zwiebach, B. (2011). Nachalniy kurs teorii strun [A First Course in String Theory]. Moscow, Editorial URSS Publ., 784. [In Russ.].
15. Schroedinger, E. (1976). Izbrannyye trudy po kvantovoy mekhanike [Selected Works in Quantum Mechanics]. Moscow, Nauka Publ., 424. [In Russ.].
16. Einstein, A. (1965). Sobranie nauchnykh trudov. T. I. [The Collection of Scientific Works. Vol. I]. Moscow, Nauka Publ., 598. [In Russ.].
17. Einstein, A. (1966). Sobranie nauchnykh trudov. T. III [The Collection of Scientific Works. Vol. III]. Moscow, Nauka Publ., 632. [In Russ.].
18. Einstein, A. (1967). Sobranie nauchnykh trudov. T. IV. [The Collection of Scientific Works. Vol. IV]. Moscow, Nauka Publ., 599. [In Russ.].
19. Smolin L. (2004). Atoms of space and time // Scientific American. 23.

Информация об авторе

Безлепкин Евгений Алексеевич – м.н.с., Институт философии и права СО РАН (630090, г. Новосибирск, ул. Николаева 8, e-mail: evgeny-bezlepkin@mail.ru)

Information about the author

Bezlepkin Evgeniy Alekseevich – the junior scientific worker, Institute of Philosophy and Law, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (8 Nikolaeva str., Novosibirsk, 630090, Russia, e-mail: evgeny-bezlepkin@mail.ru)

Дата поступления 04.07.2016