
ПРОБЛЕМЫ ЭВОЛЮЦИИ ФИЗИЧЕСКОЙ ФОРМЫ МАТЕРИИ

В.Ф. Панов

Пермский государственный национальный исследовательский университет

В.А. Рыбальченко

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

В статье анализируется проблема космологической сингулярности, рождения мира из «ничего», роль темной материи. Выявлено, что эволюционный потенциал развития Вселенной отражен в следующих законах: законе Эйнштейна о связи массы и энергии в аспекте развития физической формы материи, в законе физического вакуума и в эволюционирующем гравитационном поле. Указано, что эволюционное содержание этих законов проявляется только при учете включенности в общий процесс эволюции Вселенной.

Ключевые слова: развитие, эволюция Вселенной, физическая форма материи, единый закономерный мировой процесс, космология, сингулярность, вакуум, темная материя.

Уровень изучения природы и общества в современном мире требует от философии перехода от абстрактно-всеобщей диалектики, доказавшей, что развитие во всем мире осуществляется по одним и тем же диалектическим законам, к конкретно-всеобщей теории развития. Такая теория должна включать в себя не только знание абстрактно-всеобщих законов, но и знания об *особенном*, о конкретных этапах всего мирового процесса.

В свою очередь частные науки, предметом которых является особенное, не могут во всей полноте решить свои собственные проблемы, не прибегая к помощи философской теории. Таким образом, философия – это наука не только о всеобщем, но и в существенной мере об особенном. Теория, которая включила в себя особенное, называется в философии конкретно-всеобщей.

Более сорока лет конкретно-всеобщий подход разрабатывается кафедрой философии Пермского государственного национального исследовательского университета. Современная версия научной философии была разработана Пермской философской школой под руководством В.В. Орлова.

Как отмечает В.В. Орлов: «Центральным понятием конкретно-всеобщей теории развития выступает понятие *единого закономерного мирового процесса* развития, или бесконечной закономерной последовательности основных форм материи, выступающих в качестве основных ступеней развития материи» [1]. Данная теория основывается не на абстрактных понятиях материи, развития всеобщего, а, включая в себя абстрактно-всеобщую теорию, рассматривает конкретные этапы мирового процесса, основные формы ма-

терии, из которых в настоящее время известны четыре: физическая, химическая, биологическая и социальная.

В конкретно-всеобщей теории сохраняются все ранее введенные понятия абстрактной диалектики, такие как развитие, связь, противоречия и другие. Эти понятия применяются к объяснению реального мирового процесса и приходят в систему на основе стержневой идеи *единого закономерного мирового процесса*.

Нередко проблема развития в частных науках сводится к поиску специальных законов, которые могли бы непосредственно управлять различными формами материи (физической, химической, биологической, социальной). Но, такие законы ни в физике, ни в химии или любой другой науке не найдены. На данном этапе развития науки существуют альтернативные точки зрения.

В частности, по мнению А.Н. Коблова [2], развитие физической реальности идет от низшего к высшему с необходимостью, философские законы развития физики ещё не открыты, но, возможно, появятся.

Иной подход предложен Т.С. Васильевой. С её точки зрения, все законы частных наук выступают на скрытом уровне в качестве законов развития. В законах физики, химии и биологии содержится скрытый уровень, представляющий собой *эволюционное содержание* этих законов.

«...Если законы диалектики являются непосредственно законами развития, определяющими смену ступеней развития, то законы частных областей, возможно, не являются непосредственно продвигающими законами, однако они имеют скрытое эволюционное содержание» [3].

Проблема развития физической формы материи до сих пор является слабо разработанной. В связи с этим данная проблема актуальна и требует философского осмысления.

Идея развития возникает в физических концепциях с появлением общей теории относительности и впоследствии созданной на её основе релятивистской космологии. Одним из интересных и сложных вопросов философии и физики является вопрос о *законах*, определяющих развитие физической формы материи.

Эволюционной теорией в современной физике является *космология*. Ранняя космология – это космология раздувающейся Вселенной. На этапе «инфляции» Вселенная заполнена вакуумом с большой плотностью. Этот вакуум «антигравитирует» (Вселенная раздувается). Далее вакуум переходит в несимметричную фазу (происходит спонтанное нарушение симметрии) и энергия вакуума переходит в энергию рождающихся частиц. Таким образом, как продвигающий закон проявляет себя $E=mc^2$ (или лучше сказать: $\varepsilon = \rho c^2$, ε – плотность энергии материи (вакуума), ρ – плотность материи (вакуума)).

С другой стороны, уравнения тяготения Эйнштейна являются продвигающим законом: в зависимости от уравнения состояния материи они могут описывать как гравитацию, так и антигравитацию.

Основным противоречием в космологии является противоречие между *притяжением* и *отталкиванием* (между гравитацией и антигравитацией). Также продвигающим законом является механизм спонтанного нарушения симметрии. Именно в результате спонтанного нарушения симметрии вакуума происходит рождение элементарных частиц как кирпичиков будущих сложных систем (звезд, планет, галактик).

В современной физике актуально философское обсуждение проблемы сингулярного состояния в связи с эволюцией физической формы материи и Вселенной в целом. Космологическая сингулярность присутствует в ряде классических моделей Вселенной, и при этом плотность материи является бесконечной.

Вопрос о том, как образовалась Вселенная, актуален не только для физики, но и для философии. «Формально-математически сингулярность соответствует акту творения Мира, при этом предполагается, что в один и тот же момент времени возникает и пространство-время и материя в нём. Причём есть важная особенность, космологические решения уравнений Эйнштейна отсутствуют до момента времени, предшествующего сингулярности» [4]. Что было до сингулярного состояния, и из чего на самом деле возникла Вселенная? Окончательного решения данного вопроса ни в физике, ни в философии нет, но есть некоторые подходы.

Одной из распространенных гипотез является идея о том, что наш мир рождается из «ничего». Этот процесс анализирует академик Я.Б. Зельдович: «Рождение мира из ничего – это значит рождение Вселенной без затраты энергии. Начальная флуктуация вакуума имеет энергию равную нулю. Квантовое рождение Вселенной – это рождение Вселенной из квантовых флуктуаций вакуума. Вся энергия вакуума позднее переходит в энергию частиц на инфляционной космологии. За счёт увеличения объёма объём Вселенной стал больше, а плотность вакуума осталась такой же. Когда вакуум распадается, энергия самого вакуума переходит в энергию частиц, она связана с массой. В итоге рождается множество частиц с разной массой» [5]. Мы видим здесь *продвигающую* роль закона для космического вакуума: $P = -\varepsilon$, где P – давление вакуума, ε – плотность энергии вакуума, с другой стороны – закона связи массы и энергии $E = mc^2$, $\varepsilon = \rho c^2$.

С точки зрения Я.Б. Зельдовича, в начальном состоянии не было ничего, кроме вакуумных колебаний всех физических полей, включая гравитационное. По современным представлениям, классическое пространство-время Вселенной появляется после этапа квантового рождения Вселенной. Понятия пространства и времени являются классическими, в начальном же состоянии не было реальных частиц, реального метрического пространства и времени (проблема пространственно-временной пены также нуждается в философском обосновании).

Возможность изложенного процесса не противоречит основным физическим законам. Замкнутый мир сохраняет основные «квантово-топологические» числа. Его полная масса равна нулю, а, следовательно,

спонтанное рождение этого мира не противоречит закону сохранения энергии. Происходит это потому, что масса вещества внутри такого мира полностью «уравновешивается» отрицательной гравитационной энергией связи этой массы. Полный электрический заряд такого мира из-за его топологических свойств тоже равен нулю.

Рождение мира из «ничего» позволяет достаточно просто решить вопрос о начальном состоянии Вселенной в духе общих квантовых представлений о природе материи. Кроме того, на этой стадии из вакуумных флуктуаций негравитационных полей рождаются флуктуации плотности вещества, которые значительно позже, в близкую к нам эпоху, приводят к образованию скоплений галактик.

В современной Вселенной остаётся ещё ряд неясных проблем, которые требуют философского подхода. К их числу относится темная материя и фазовые переходы вакуума. На данный момент частицы темной материи являются гипотетическими, но уже проводятся астрофизические исследования по их обнаружению, а также их пытаются выявить на Большом адронном коллайдере (БАК).

Согласно современной космологии, в ранней Вселенной, в которой кривизна пространства-времени была велика, интенсивно шли процессы рождения пар частица-античастица из вакуума гравитационным полем расширяющейся Вселенной. Но не все рожденные из вакуума частицы с массой порядка Великого объединения распадаются на кварки и электроны. Часть этих частиц доживает до наших дней и образует частицы темной материи [6].

Темная материя скрыта от прямых астрономических наблюдений в оптическом и радиодиапазонах. Темная материя – это такие частицы, которые не излучают фотонов и взаимодействуют с видимой материей с помощью гравитационного поля.

Плотность числа частиц темной материи оказывается очень малой. Плотность же энергии этих частиц из-за их большой массы значительна и оказывает заметное гравитационное воздействие, наблюдаемое как эффект скрытой массы. Можно представить себе распределение темной материи как наличие облаков очень разряженного тумана сверхтяжелых частиц в пространстве Вселенной. Наблюдения космического аппарата WMAP указывают на то, что уже в начале эры рекомбинации темная материя была распределена неоднородно. Эти данные показывают роль темной материи во Вселенной. Отсутствие взаимодействия темной материи с излучением привело к тому, что во Вселенной уже до эры рекомбинации возникли области сгущения темной материи. Именно в эти области устремилась видимая материя в эру рекомбинации, когда давление света упало и частицы видимой материи тоже начали сгущаться. Без наличия первоначальных неоднородностей темного вещества к нашему времени не могли бы образоваться галактики, так как процесс сгущения видимого вещества должен был бы занимать намного больше времени. Сила гравитации темной материи является

продвигающим законом во Вселенной. Следовательно, темная материя способствует *конвергентному развитию* материи во Вселенной. Однако видимая материя обладает большим богатством содержания в рамках конвергентного процесса, чем «тяготеющая» темная материя. Поэтому на магистральной линии развития физической материи стоит именно развитие видимой (барионной) материи [7].

Таким образом, эволюционирующее пространство-время и антигравитирующий вакуум создают условия для возникновения и развития материи. «Вакуум – это материальная среда, которая является носителем многочисленных количественных характеристик» [8].

Фазовые переходы в космологии также обладают эволюционным содержанием. Согласно работе [9], в настоящее время кажется весьма вероятным, что вакуум состоит из конденсата скалярных бозонов, включая хиггс-бозоны, с энергией связи, сравнимой с массами входящих в него частиц. В классической физике вакуум – мир без частиц, в квантовой физике – это вакуумные конденсаты, возникающие в процессе релятивистских фазовых переходов. Согласно работе [10], в более общем виде определение вакуума следующее: вакуум – это стабильное состояние квантовых полей без возбуждения волновых мод (неволновые моды представляют собой конденсаты). С очень большой вероятностью можно предполагать, что темная энергия – это вакуум. В планковскую эпоху плотность вакуумной энергии на 123 порядка превышает плотность наблюдаемой темной энергии. Эта необъяснимая разница в 123 порядка породила кризис физики, хотя было сделано много предложений по его преодолению. Вакуум во Вселенной представляет собой комбинацию большого числа взаимно связанных вакуумных подсистем: гравитационный конденсат, хиггсовский конденсат, кварк-глюонный конденсат. Другие конденсаты не изучены. Как указано в работе [10], вопрос состоит в том, как они скоординированы и с каким весом входят в полную энергию вакуума. Согласно работе [10], имеется наличие компенсационного механизма в вакууме нашей Вселенной. Конденсаты квантовых полей при понижении температуры вносили отрицательные вклады в положительную плотность энергии вакуума. (Вселенная теряла симметрию при понижении температуры, образуя конденсаты.)

Таким образом, продвигающим механизмом в космологии являются фазовые переходы вакуума при понижении температуры. При этом изменение значения температуры Вселенной (изменение «количества») приводит к новому качественному состоянию вакуума. Следует отметить глубокий смысл наблюдаемой «малости» космологической константы. Во Вселенной с большой положительной космологической константой будут отсутствовать сложные ядерные, химические и биологические структуры (поскольку мало времени для их образования). Утверждение об уменьшении вакуумной энергии при понижении симметрии в ходе эволюции Вселенной вследствие релятивистских фазовых переходов связано с условием стабильности вакуума. Согласно работе [10], можно утверждать, что удовлетворительная численная

разница между плотностями вакуумной энергии в планковский момент времени и в настоящий момент времени реализуется, если к вакууму применить компенсационную гипотезу и голографическое приближение и тем самым «погасить» 123 кризисных порядка за счёт наличия фазовых переходов и образования новых квантовых состояний. Отметим также, что автор работы [10] подчёркивает, что сейчас пришло понимание, зачем нужно три поколения частиц в нашей Вселенной. Для такого «понимания» необходим следующий фундаментальный уровень материи (преонный). Тогда первое поколение частиц образует наблюдаемый нами барионный мир, а учет симметрии между поколениями дает всю темную материю. Возможно, преоны – это частицы *дофизической* материи и между ними действует особое «дофизическое взаимодействие».

Из сказанного ранее ясно, что эволюционный потенциал развития Вселенной отражен в законе связи массы и энергии, выраженном формулой $E = mc^2$, в уравнении состояния физического вакуума: $P = -\epsilon$, в эволюционирующем гравитационном поле, а также в фазовых переходах вакуума, при понижении температуры. Но эволюционное содержание этих законов проявляет себя только при учете включенности этой зависимости в общий процесс эволюции Вселенной.

Стандартная модель (СМ) физики частиц в течение уже нескольких десятков лет прекрасно описывает почти все данные, полученные на ускорителях. В то же время результаты целого ряда неускорительных экспериментов (в частности осцилляции нейтрино) и астрофизических наблюдений, которые не могут быть объяснены в рамках Стандартной модели, однозначно указывают на её неполноту [11].

СМ описывает все известные элементарные частицы и все известные взаимодействия между ними (кроме гравитационного). «Бозон Хиггса» был единственной неоткрытой частицей СМ.

4 июля 2012 г. состоялось событие, имеющее значение для современной физики: на семинаре в ЦЕРНе было объявлено об открытии новой частицы, свойства которой, как осторожно заявляют авторы открытия, соответствуют ожидаемым свойствам теоретически предсказанного «бозона Хиггса» [12]. Хотя прямого экспериментального измерения спина новой частицы пока нет, крайне маловероятно, что спин новой частицы отличен от нуля, что и соответствует «бозону Хиггса» [12].

Симметрии теории микромира – будь то Стандартная модель или какая-то более сложная теория – запрещают элементарным частицам иметь массы, а «новое поле» (соответственно «новый бозон») нарушает эти симметрии и обеспечивает существование масс частиц.

Взаимодействие «нового поля», «разлитого» в вакууме, с $W^\pm$ и Z -бозонами, электронами и другими фермионами должно приводить к появлению масс у этих частиц [12]. Здесь тоже проявляется себя механизм спонтанного нарушения симметрии. Таким образом, и в космологии, и в теории элементарных частиц проявляется себя эффект спонтанного нарушения сим-

метрии, который приводит к частицам разных масс и, соответственно, к качественному разнообразию физического мира. Отметим, что сейчас в литературе [12] обсуждается возможность, что никакого фундаментального скалярного поля, «разлитого» в вакууме, нет, а спонтанное нарушение симметрий вызвано иными причинами. С этой стороны скалярные поля, ответственные за спонтанное нарушение симметрий, могут быть в принципе составными [12]. Не является ли «бозон Хиггса» – составным?!

В итоге можно сказать, что продвигающими физическими законами являются: $E = mc^2$, $\varepsilon = \rho c^2$, уравнение тяготения Эйнштейна и механизм спонтанного нарушения симметрии, причём можно сказать, что они выступают в «связке».

ЛИТЕРАТУРА

1. Орлов В.В. Основы философии: в 2 ч. – Ч. 1: Общая философия: учеб. пособие / В.В. Орлов. – 4-е изд., перераб. и доп. / Перм. ун-т. – Пермь, 2006. – Вып. 2. – С. 109.
2. Коблов А.Н. Диалектико-материалистическая концепция развития и современная физика. – Иркутск, 1987.
3. Васильева Т.С. Химическая форма материи и закономерный мировой процесс. – Красноярск: Изд-во Краснояр. ун-та, 1984. – С. 104.
4. Латыпов Н.Н., Бейлин В.А., Верешков Г.М. Вакуум, элементарные частицы и Вселенная: В поисках физических и философских концепций XXI века. – М.: Изд-во МГУ, 2001. – С. 89.
5. Зельдович Я.Б. Рождение Вселенной из «ничего» // Вселенная, астрономия, философия. – М.: Изд-во МГУ, 1988. – С. 39.
6. Гриб А.А. Основные представления современной космологии. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008.
7. Панов В.Ф., Рыбальченко В.А. Проблема развития физической формы материи и современная физика // Актуальные проблемы российской философии: межвуз. сб. науч. тр. (по материалам Всерос. науч. конф., Пермь, 29–30 сентября 2011 г.): в 2 т. / Перм. гос. нац. иссл. ун-т. – Пермь, 2011. – Т. 1. – С. 28–34.
8. Латыпов Н.Н., Бейлин В.А., Верешков Г.М. Вакуум, элементарные частицы и Вселенная: В поисках физических и философских концепций XXI века. – М.: Изд-во МГУ, 2001. – С. 123.
9. Архангельская И.В., Розенталь И.Л., Чернин А.Д. Космология и физический вакуум. – М.: КомКнига, 2006.
10. Бурдюжа В.В. Темные компоненты Вселенной // Успехи физических наук. – 2010. – Т. 180. – № 4. – С. 439–444.
11. Троицкий С.В. Нерешенные проблемы физики элементарных частиц // Успехи физических наук. – 2012. – Т. 182. – № 1. – С. 77–103.
12. Рубаков В.А. К открытию на Большом адронном коллайдере новой частицы со свойствами бозона Хиггса // Успехи физических наук. – 2012. – Т. 182. – № 10. – С. 1017–1025.