



ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

УДК 530.12:531.51

ВСЕЛЕННАЯ КАК ДИССИПАТИВНАЯ ФИЗИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

В.М. Корюкин

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола

Мы предполагаем, что подавляющая часть слабо взаимодействующих частиц, составляющих значительный фон Вселенной, существуют в вырожденном (основном) состоянии, давая минимальный вклад в поляризацию вакуума, для оценки которой используется кривизна пространства. Вследствие низкой температуры основного состояния материи Вселенной возбужденные состояния цветных фермионов – кварки в форме барионов распределены с незначительной плотностью. Поэтому геометрическая структура Метагалактики отличается от геометрической структуры плоского пространства не слишком сильно. Более того, можно предположить, что симметрия пространства-времени Минковского индуцируется физическими свойствами фермионов Вселенной в вырожденном состоянии, когда температура равна нулю. Это позволяет решить не только проблему плоскостности Вселенной, но также проблему наблюдаемого горизонта (проблему изотропности космического микроволнового фона от наблюдаемого горизонта Вселенной).

We believe most particles building the Universe and weakly interacting between each other exist in a degenerate (basic) state promoting minimal contribution to the vacuum polarization to estimate which space curvature is used. Because of low temperatures quarks in the form of baryons are distributed in the Universe with a marginal density. That is why the geometrical structure of Metagalaxy does not differ much from the one of flat space. Moreover, it can be assumed that the Minkowski space-time symmetry is induced by physical properties of the Universe fermions in a degenerate state under 0° . It allows to solve not only the problem of the Universe planeness but also the observer horizon (the isotropy problem of the cosmic microwave background from the Universe observer horizon).

В настоящее время заканчивается эйфория, связанная с обнаружением предсказанных теоретически промежуточных векторных бозонов, ответственных за слабое взаимодействие. В первую очередь отметим, что не обнаружена ни одна фундаментальная скалярная частица (например: бозон Хиггса, аксион [1]), хотя мы имеем множество составных скалярных (псевдоскалярных) мезонов (адронов со спином 0). Более того, мы не знаем ничего о гравитоне – фундаментальном тензорном бозоне со спином 2, который по определению должен отвечать за гравитационное взаимодействие в квантовой теории. В то же время мы имеем значительное число наблюдаемых фундаментальных фермионов со спином 1/2, если в этот класс наряду с лептонами отнести и цветные кварки. Тем самым экспериментальные данные намекают нам

о наличии фундаментального свойства Вселенной, связанного с природой спина элементарных частиц, которое необходимо заложить в основание физической теории.

Вполне возможно, что при построении формализма необходимо обратить понятие вакуума. Будем считать адроны дырками в кварковом «море» частиц, находящихся в основном (вырожденном) состоянии при температуре $T_c \sim 2 K \sim 10^{-13} \text{ ГэВ}$ (мы будем выписывать лишь порядок физических величин и использовать систему единиц: $\hbar/(2\pi) = c = 1$, где $\hbar$ – постоянная Планка, а c – скорость света), оценкой которой может быть температура космического микроволнового фона, обнаруженного Пензиасом и Вилсоном в 1964 году [1]. В этом случае термин кварк, хотя и «морской», вряд ли применим к частице, взаимодей-

ствующей лишь слабым образом, но мы им будем пользоваться, пока не будет предложено более подходящее название. Как известно, тот факт, что плотность вакуумной энергии электромагнитного поля между пластинами оказалась отрицательной, пробудил у Казимира надежду построить модель протяженных элементарных частиц в виде сфер, в которых кулоновское отталкивание уравновешивается притяжением, связанным с нулевыми колебаниями вакуума [2]. Казимировская энергия, вычисленная с помощью ЭВМ, оказалась положительной и равной $E = +0,09235/(2r)$ (r – радиус сферы) [2]. Таким образом, пришлось искать другие причины, объясняющие стабильность элементарных частиц, что заставило нас вернуться к гипотезе Дирака 1930 года о наличии «моря» электронов с отрицательной энергией. По нашему мнению, давление вырожденных фермионов основного (вакуумного) состояния может являться главной причиной, не позволяющей «раздуваться» фермиону, обладающему зарядом, который характеризует его возбужденное состояние.

Предлагаемая нами гипотеза объясняет как конфайнмент (удержание цветных кварков внутри адронов, которые мы будем рассматривать как возбужденные состояния «морских» кварков), так и асимптотическую свободу (поведение на малых расстояниях внутри адронов (где эффективная температура достаточно высока) цветных кварков как свободных частиц). В вырожденном состоянии «морские» кварки, образуя ферми-жидкости и бозе-жидкости, являются слабовазаимодействующими частицами, но при взаимодействии с адронами не исключается их проявление как цветных фермионов – духов [3]. Мы не исключаем также возможность, что в состоянии ферми-жидкости их необходимо рассматривать как правовинтовые нейтрино и левовинтовые антинейтрино (стерильные нейтрино и антинейтрино) с достаточно высокой энергией Ферми, что проявляется в отсутствии данных частиц при слабых взаимодействиях низких энергий (зеркальная асимметрия). Таким образом, например, рождение лептонов при распаде заряженного π -мезона можно интерпретировать как вымораживание цветных степеней свободы, которое выражается в виде спонтанного нарушения симметрии, характеризующей взаимодействие цветных кварков $SU(3)$, до симметрии, характеризующей электро-слабое взаимодействие лептонов $SU(2) \times U(1)$.

В физике элементарных частиц спонтанное нарушение симметрии, реализуемое через составные поля и носящее название динамического нарушения симметрии, рассматривалось с 1961 года в работах многих авторов [4]. В связи с этим нельзя не отме-

тить данную работу, в которой, по нашему мнению, сделаны важные комментарии о роли кваркового конденсата в наделинии адронов массой. Заметим, что проблема массы в калибровочной теории произвольных взаимодействий стояла остро лишь для трех известных частиц: W^+ , W^- , Z^0 . Фотон и глюоны являлись безмассовыми частицами, а остальные бозоны были составными, и вся проблема с массой перекладывалась на фермионы, для которых в калибровочной теории ее просто не существовало. Именно потому решать вопрос о природе массы необходимо было лишь для: W^+ , W^- , Z^0 бозонов, что мы и делаем, выдвигая гипотезу о значительном фоне частиц во Вселенной, находящихся в основном состоянии и проявляющихся в слабом взаимодействии [5].

Естественно, что цветная плазменная частота, определяемая энергией составного скалярного бозона, обладающего минимальной массой, может позволить дать грубую оценку плотности $n_0 \sim m_\pi^2 m_q \sim 10^{-3} \text{ ГэВ}^3$ ($m_\pi \sim 10^{-1} \text{ ГэВ}$ – масса π -мезона, m_q – масса легкого кварка) «морских» кварков Вселенной. Эту же оценку можно получить и используя кинетическое соотношение, связывающее длину свободного пробега в «вакууме» заряженных частиц с плотностью фоновых нейтрино Вселенной, если учитывать лишь слабое взаимодействие. Мы будем опираться на известное эмпирическое соотношение $H_0/G_N \approx m_\pi^3$, считая, что постоянная Хаббла H_0 (как и ранее) дает оценку $1/H_0$ длины $l \sim 1/(n_0 \sigma_v)$ свободного пробега частицы в «вакууме» (σ_v – сечение рассеяния нейтрино на заряженной частице), и учитывая оценку, данную ранее гравитационной постоянной $G_N \sim 10^{-38} \text{ ГэВ}^{-2}$ ($G_N \sim \sigma_v \propto \alpha G_F^2 T_v^2$ [6], $\alpha \sim 10^{-2}$ – постоянная тонкой структуры, $G_F \sim 10^{-5} \text{ ГэВ}^{-2}$ – постоянная Ферми, $T_v \sim 10^{-13} \text{ ГэВ}$ – температура фоновых нейтрино Вселенной). Отметим, что в этом случае не потребуется предполагать гигантских потоков высокоэнергичных нейтрино от астрофизических источников для объяснения наблюдаемого потока событий КЛУВЭ (космических лучей ультравысоких энергий) в рамках механизма Z -вспышек (Z -burst – механизм образования КЛУВЭ в результате аннигиляции высокоэнергичных нейтрино на нейтринном фоне Вселенной) [7].

Более того, постоянная Хаббла может быть связана и с радиусом экранировки электромагнитного поля в «вакууме» вследствие рассеяния фотонов на виртуальных заряженных частицах, высокая плотность которых обеспечивается наличием фоновых частиц Вселенной. Как известно [8], последние астрономические данные заставили ввести такое понятие

как «темная энергия», наделяющая стерильный вакуум некоторыми из свойств материи (энергия, давление) в дополнении к уже имеющейся «темной материи», которое было введено ранее для объяснения нестандартного поведения галактик [1]. Данное понятие (так и вместо него более осторожное – квинтэссенция) было призвано сохранить хотя бы в модернизированном виде стандартную модель Фридмана расширяющейся Вселенной, но многие ее проблемы так и остаются нерешенными. В частности это проблемы плоскостности (кривизна пространства близка к нулю) и горизонта (высокая степень изотропности фонового радиоизлучения от причинно несвязанных областей Вселенной) [1]. В теории Эйнштейна вследствие гравитационной неустойчивости материи с низкой плотностью, данные факты являются трудно объяснимыми.

По нашему мнению, необходимо принять более радикальное решение, а именно поддержать сомнения Хаббла относительно объяснения красного смещения частоты электромагнитного излучения удаленных галактик за счет их разбегания (Хаббл предполагал старение фотонов) и вернуться к построению стационарной модели Вселенной. Более того, именно роль необратимых процессов во Вселенной становится определяющей при построении ее стационарной модели. Как было сказано ранее, для этого необходимо кардинально пересмотреть количество материи, считая, что большая ее часть находится в вырожденном состоянии, характеризующемся низкой температурой (2,7 К) фонового радиоизлучения во Вселенной. Если принять оценку сечения рассеяния фотона на нейтринном низкоэнергетическом фоне с испусканием тормозного фотона в виде $\sigma_{\nu\gamma} \propto \alpha^3 G_F^2 T_\nu^2$, то плотность частиц в вырожденном состоянии $n_\nu \sim H_0 / \sigma_{\nu\gamma}$ будет порядка 1 ГэВ^3 .

Обратимся к истории вопроса. Наиболее важным приложением общей теории относительности (ОТО) считается разработка математической модели эволюции Вселенной. Подобные попытки предпринимались и ранее на основе физики Ньютона в предположении стационарности Вселенной. При этом главным препятствием в решении данной задачи является неустойчивость материи относительно коллапса вследствие того, что силы гравитации ничем не уравновешиваются на межзвездных расстояниях. Здесь необходимо упомянуть, что от античной космологии в современную космологию перешла проблема определения вакуумного состояния. Существует ли пустота в природе или Вселенная заполнена субстанцией (субстанциями) – сплошной средой? Яркими представителями двух противоположных точек зрения на эту

проблему были Ньютон, уверенный в существовании пустоты и развивавший идеи атомистов, и Декарт, считавший, что природа не терпит пустоты, и именно завихрения в эфирной среде обуславливают взаимодействия твердых тел.

В XIX веке ученые заполнили пустоту субстанциями, в том числе: гравитационными, электрическими, магнитными полями и светоносным эфиром. Впоследствии данный эфир, а позднее и гравитационное поле были изгнаны Эйнштейном из теории, что казалось вполне естественным, так как к тому времени уже был подорван авторитет субстанций на примере таких, как флогистон и теплород. В результате, после создания ОТО, если не учитывать электромагнитные поля, Вселенная представлялась почти пустой, барионная материя в которой присутствовала с незначительной средней плотностью. Успех геометризации гравитационных взаимодействий позволил выдвинуть амбициозную задачу геометризации всех взаимодействий, и в первую очередь электромагнитных, в рамках которой известные частицы рассматривались бы как свободные в пустом неоднородном пространстве.

Если рассматривать Вселенную как замкнутую систему, то задача становится явно трудновыполнимой. В связи с этим отметим, что проблема гравитационной неустойчивости материи, оставшаяся от Ньютона, заставила Эйнштейна, разрабатывавшего в 10-х годах XX столетия стационарную модель эволюции Вселенной, принять, как ему тогда казалось, волюнтаристское решение – ввести в свои дифференциальные уравнения слагаемое (Λ -член), которое ничем не было обосновано, то есть сделать физическую систему неопределенной. Данное слагаемое можно было бы интерпретировать как материю, находящуюся в экзотическом вакуумноподобном состоянии ($p = -\varepsilon$, где p – давление, а ε – плотность энергии). Но прошло слишком мало времени после того, как были развенчаны гипотетические жидкости XIX века, чтобы подобные попытки могли претендовать на серьезное к ним отношение в XX веке.

Как известно, Эйнштейн, занимаясь разработкой стационарной модели эволюции Вселенной, очень скептически отнесся к модели Фридмана, не содержащей ответа на вопрос о причинах расширения Вселенной. Лишь под давлением работ Хаббла, который на основании астрономических наблюдений вывел в конце 20-х годов XX века линейный закон зависимости красного смещения в спектрах галактик от расстояния до них, Эйнштейн отказался от ошибочной, как ему тогда казалось, идеи построения модели стационарной Вселенной и убрал Λ -член. С этого момента модель Фридмана стала считаться стандартной, которая лишь в деталях требовала доработки. К этим

деталюм относилась начальная стадия эволюции Вселенной, для описания которой были предложены модели с горячим и холодным режимами. При этом главным аргументом в дискуссии служил химический состав материи Вселенной и в первую очередь процентное соотношение водорода и гелия. После открытия фонового радиоизлучения горячий режим начальной стадии эволюции Вселенной (большой взрыв) стал считаться стандартным. Но на рубеже XX и XXI веков, как было отмечено выше, произошло очень важное событие. Появились наблюдательные данные [8], которые вынуждали пересмотреть взгляды на эволюцию Вселенной и вместо замедления ее расширения, что казалось бы очевидно, считать расширение Вселенной ускоряющимся, для объяснения чего пришлось опять вводить в дифференциальные уравнения Эйнштейна Λ -член.

Таким образом, очевидно, что решение фундаментальной задачи описания произвольной физической системы наталкивается на неполноту информации о материи Вселенной, и это заставляет нас для получения ее модельнонезависимого решения воспользоваться вероятностной интерпретацией полевых функций. Тем более, что в этом случае удастся учесть требование содержательности для разрабатываемой теории, так как в настоящее время наиболее качественной оценкой является частота повторяемости события. Естественно, что для этой цели наиболее привлекательна фейнмановская формулировка квантовой теории, основанная на континуальном интегрировании. В то же время при переходе к классическому или полуклассическому описанию мы будем руководствоваться тем, что привилегированным является такое описание, в котором законы физики выглядят наиболее просто.

Так как операторы перехода строятся на основе экспериментальных данных, то дифференциальные уравнения, полученные благодаря специальному выбору лагранжиана [5], можно называть дифференциальными уравнениями наиболее правдоподобной среднеквадратической регрессии Ψ на x ($\Psi(x)$ – амплитуда плотности вероятности [5]). Заметим что, стандартные дифференциальные уравнения в теории элементарных частиц обладают симметрией относительно обращения времени, но именно экспериментальное подтверждение нарушения CP -четности в распадах нейтральных K -мезонов, позволяет еще раз обсудить поднятую И. Пригожиным проблему возможной неинвариантности относительно обращения времени законов природы на микроскопическом уровне, а также методы получения фундаментальных дифференциальных уравнений.

В содержательной физической теории геометрическое описание должно определяться на основе исследования поведения пробных частиц, вследствие чего будет зависеть от их физических параметров, поэтому корректное классическое описание необходимо строить как редукция квантовомеханического описания. В так называемых «черных дырах» важную роль должны играть кварки, в том числе и тяжелые, а также глюоны. В результате компактные массивные астрофизические объекты уже не могут рассматриваться в рамках стандартной классической теории Эйнштейна и им должно быть присуще такое типичное свойство на малых расстояниях как асимптотическая свобода (ослабление гравитационного взаимодействия). Конечно, не смотря на то, что наиболее полное описание является квантовым, мы не исключаем возможности построить модифицированную классическую теорию для описания этих объектов, также как и для описания адронов, причем с использованием дифференциальной геометрии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Клардор-Клайнгротхаус, Г.С. Астрофизика элементарных частиц / Г.С. Клардор-Клайнгротхаус, К. Цюбер. – М.: Успехи физических наук, 2000.
2. Гриб, А.А. Квантовые эффекты в интенсивных внешних полях / А.А. Гриб, С.Г. Мамаев, В.М. Мостепаненко. – М.: Атомиздат, 1980. – С. 59.
3. Индурайн, Ф. Квантовая хромодинамика: Введение в теорию кварков и глюонов / Ф. Индурайн. – М.: Мир, 1986. – С. 32-33.
4. Иоффе, Б.Л. Природа массы и эксперименты на будущих ускорителях частиц высоких энергий / Б.Л. Иоффе // УФН. – 2006. – Т. 176, № 10. – С. 1103-1104.
5. Koryukin, V. Extra Dimensions and Density Matrix of Gauge Fields / V. Koryukin // Geometrical and Topological Ideas in Modern Physics: Proceedings of XXV International Workshop on the Fundamental Problems of High Energy Physics and Field Theory / Ed. V.A. Petrov. – Protvino: IHEP, 2002. – P. 56-61.
6. Корюкин, В.М. Эффект Казимира, гравитация и реликтовые нейтрино / В.М. Корюкин // Известия вузов. Физика. – 1996. – № 10. – С. 119-120.
7. Рябов, В.А. Нейтрино сверхвысоких энергий от астрофизических источников и распадов сверхмассивных частиц / В.А. Рябов // УФН. – 2006. – Т. 176, № 9. – С. 931-963.
8. Leibundgut, B. A cosmological surprise: the universe accelerates / B. Leibundgut, J. Sollerman // Europhysics News. – 2001. – V. 32, № 4. – P. 121-125.