

УДК 537.812

ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СРЕДИ ДРУГИХ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИРОДЫ

В.Д.Кучин, В.В.Каплун

Киевский национальный университет технологий и дизайна

В настоящее время попытки создать на основе калибровочных полей модель, объединяющую сильные, слабые и электромагнитные взаимодействия, исходят из предположения о том, что геометрия Минковского справедлива вплоть до расстояния $\sim 10^{-31}$ м. При столь малых расстояниях, квантовая электродинамика становится противоречивой, поскольку электрические заряды обращаются в нуль. Предполагается, что расстояние 10^{-35} м равно размерам элементарных частиц (электронов и кварков), хотя классическая электродинамика даёт намного большее значение – 10^{-15} м. Расхождение между приведенным значением и фундаментальной длиной позволяет лишний раз сомневаться в правомерности подхода к решению задачи единого взаимодействия.

Ключевые слова: гравитационное и электромагнитное взаимодействия, константа взаимодействия, фундаментальная длина.

Смысловая ёмкость научных понятий – первый и самый главный предмет анализа для тех, кто пытается познать научную истину. Взять, например, самое безбрежно ёмкое понятие «материя». Оно включает в себя такое обилие свойств того, что мы называем материей, которое полностью исключает однозначное определение этого понятия. Это обстоятельство автоматически формирует условия, при которых у каждого, кто пользуется этим понятием, формируется своё представление о его смысловой сути. В таком же положении большинство других понятий, которыми пользуются учёные в своём научном поиске.

Без энергоинформационного обмена (ЭИО) материя немислима, т.е. между составляющими материи на любом уровне идёт непрерывный обмен информацией. Ею связаны живая и неживая формы материи, без ЭИО Природа мертва. Информацией связаны живая и неживая формы материи. Любая информация, полученная человеком, определяет характер и глубину его взаимоотношения с Природой. Любой исследователь ЭИО интуитивно считает, что такой обмен должен представлять интегральный процесс, который можно разложить на бесконечное множество отдельных характерных составляющих: гравитационную, электромагнитную и ряд других. Но вот обнаружить характер общего ЭИО в Природе и его закономерности, теоретически, и тем более практически, несмотря на

гигантские усилия большой группы исследователей в течение нескольких столетий существования человечества, не дало никаких заметных результатов. Учёные с мировым именем посвятили не одно десятилетие разработке так называемой теории «суперобъединения путём синтеза её составляющих». В связи с мощным развитием компьютерных технологий оказалось возможным достаточно точно моделировать любой технологический процесс и проверить на жизнеспособность всякую гипотезу. Компьютерные имитационные модели – мощнейший инструмент для системного анализа и синтеза. Более того, проработка современной компьютерной модели позволяет из многочисленных вариантов решения любой проблемы выбрать оптимальный, не прибегая к экспериментам.

Постановка задачи

Одной из важнейших задач науки было и остаётся установление общих законов Природы, позволяющих понять, казалось бы, разнородные явления. В классической физике все явления в Природе рассматриваются как результат причинно-следственных связей, базирующихся на явлениях переноса импульса и энергии. В истории физики, например, известны случаи синтеза тех разделов научных исследований, которые ранее казались не связанными друг с другом. Так появилась механическая теория теплоты, объясняющая теплоту движением атомов и молекул; была установлена связь электрических, магнитных и оптических явлений; квантовая механика позволила понять многие химические свойства веществ. Были открыты взаимосвязь между массой и энергией, единство волновых и корпускулярных свойств материи.

Идею единого взаимодействия можно формально показать и количественно охарактеризовать константой (или основным параметром) такого взаимодействия. И если известные четыре вида взаимодействия действительно можно объединить в одно, то между параметрами, характеризующими отдельные виды взаимодействия количественно, должна быть строгая связь.

Объект и методы исследований

Как известно, установлено наличие *имплицитивно-логической* природы связей, которые осуществляются вне зависимости от пространства и времени, имеют логическую природу и происходят в мире потенциальных вероятностей и возможностей. И если реализуется этот процесс, то его вероятность $\psi_n \approx 1$, тогда как другие процессы невозможны, и ею связаны живая и неживая формы материи с вероятностью $\psi_o \approx 0$. Такой подход к исследованию ЭИО налагает известные

ограничения на любые операции в любых физически мыслимых пространствах, в силу чего оказывается необходимым переход к вероятностной характеристике процессов. В квантовой физике всё чаще понятие «процесс» физически не верифицируется, поэтому оно теряет смысл. На смену ему приходят вероятностные оценки, которые порождаются холистическим феноменом – свойством мира быть единым и, в конечном счёте, неразложимым на элементы и множества. Следует, однако, отметить, что понятие множества в физике нельзя абсолютизировать, в реальной ситуации всегда присутствует дополнительный аспект – неделимая связь и единство. На субквантовом уровне проявляется другая и дополнительная сторона – мир как одно целое и неделимое (а не множество). Эта сторона мира – мир как одно целое – это действительно источник разума, красоты. Само по себе это уникальное свойство связи в Природе нематериально [1].

Результаты исследований

К настоящему времени в Природе обнаружено четыре основных вида взаимодействия тел и элементарных частиц: сильное (ядерное), электромагнитное, слабое и гравитационное. Наиболее универсальным является гравитационное взаимодействие, оно присутствует всегда. Внутрядерные процессы относят к сильному и электромагнитному взаимодействиям между протонами и нейтронами ядра и слабому взаимодействию между ядром и электронами. Слабым взаимодействием связаны между собой лептоны, а также лептоны с барионами и мезонами. Гравитационное и электромагнитное взаимодействия относятся к дальнедействующим, т. е. они проявляются на любом сколь угодно большом расстоянии. В случае электромагнитного взаимодействия это объясняется тем, что у фотонов электромагнитного излучения масса покоя равна нулю, и они могут распространяться очень далеко, в связи с чем радиус электромагнитных взаимодействий бесконечно велик. Слабое и сильное взаимодействия осуществляются на очень малых расстояниях ($\sim 10^{-15}$ м). Радиус слабого взаимодействия оценивается равным $\sim 2 \cdot 10^{-18}$ м, что в ~ 600 раз меньше радиуса сильного взаимодействия. В отличие от других видов взаимодействия слабое не приводит к образованию связанных состояний. Все взаимодействия являются бесконтактными, хотя гравитационное проявляется и при контакте.

Любые явления, процессы, протекающие в веществе, в конечном итоге можно свести к нескольким из этих взаимодействий, причём очень часто преобладает только одно из них. Поскольку слабое взаимодействие сильнее гравитационного в $\sim 10^{26}$ раз, а

электромагнитное – в $\sim 10^{36}$ раз (для протонов), не говоря уже о сильном, то в большинстве случаев, особенно при рассмотрении процессов в микромире, гравитационным взаимодействием пренебрегают. Попутно отметим, что слабое взаимодействие в $\sim 10^{11}$ раз менее интенсивно, чем сильное, а сильное в $\sim 10^3$ раз интенсивнее электромагнитного. Кроме того, электромагнитное взаимодействие обеспечивает притяжение и отталкивание электрических зарядов (электрических токов), в то время как все остальные взаимодействия обладают только свойством притяжения тел и частиц.

Многие частицы (протон, нейтрон, π -мезоны, ряд странных частиц) способны участвовать во всех трёх взаимодействиях. Протон, например, участвует в сильном и электромагнитном взаимодействиях, если он рассеивается на другом протоне в пределах области действия ядерных сил, и только в электромагнитном, если рассеяние происходит за пределами этой области. Примером слабого взаимодействия протона является процесс обратного β -распада, идущий по схеме $\nu_e + p \rightarrow n + e$. Нейтрон испытывает сильное ядерное рассеяние на протоне: он взаимодействует электромагнитным способом благодаря наличию магнитного момента. Распадается же нейтрон по схеме $n \rightarrow p + e + \bar{\nu}_e$ слабым образом. Некоторые частицы могут участвовать в двух взаимодействиях. Например, электрон образуется в слабом процессе β -распада и электромагнитном процессе рождения электронно-позитронной пары γ -квантом. π^0 -Мезон рождается в сильном процессе столкновения нуклонов, а распадается электромагнитным способом. Λ^0 -Гиперон рождается в сильном взаимодействии π -мезонов с протонами, а распадается за время $\sim 10^{-10}$ с, т. е. слабым образом.

Гравитационное и электромагнитное взаимодействия можно рассматривать с точки зрения механики Ньютона, в то время как слабое и сильное взаимодействия описываются квантовомеханическими законами. Однако гравитационное взаимодействие стоит как-то обособленно от других видов взаимодействия. Оно в $\sim 10^{40}$ раз слабее электромагнитного. Гравитационное поле не несёт сколько-нибудь существенную информацию об окружающем материальном мире, его невозможно, в отличие от других полей, экранировать. Учёные многих стран мира ищут гравитационные волны. Обнаружение их не только расскажет многое о природе чёрных дыр, взаимосвязи «пространство-время» и происхождение Вселенной, но сделает реальными пока фантастические проекты – полёты со сверхсветовой скоростью и машины времени. Европейский проект LISA, который учёные стран ЕС намерены запустить в 2015 г., призван решить рассматриваемую проблему. Он состоит из искусственных спутников

Земли, которые на расстоянии 5 млн км от Земли способны зафиксировать рябь пространства-времени. Российские учёные решают проблему поиска гравитационных волн несколько иным способом. В подземном бункере будет установлена система лазеров, зеркал и специальных приборов, объединённых по принципу многоугольника в дюралевой раме, которая в условиях космического вакуума настроена на сверхнизкие частоты. Цель эксперимента – зафиксировать колебания частиц в луче лазера, которые не будут связаны ни с одним из существующих в земной природе шумов. К 2017 г. учёные намерены повысить чувствительность регистрирующего прибора в ~2 тыс. раз и уверенно зафиксировать гравитационную волну.

Пока ничего нельзя сказать о структуре и строении объектов, непосредственно не воспринимаемых органами чувств человека (гравитационное, электрическое и магнитное поля). Сейчас даже невозможно представить себе поле так, как мы представляем себе частицу. Например, объяснение гравитации искривлением пространства опирается на принцип локальной эквивалентности. В теории тяготения присутствует величина, являющаяся некой абсолютной мерой кривизны пространства («инвариантная кривизна»). Если есть гравитационные поля, порождаемые материальными телами, она отлична от нуля и не изменяется при переходе от одной системы отсчета в другую. При отсутствии гравитационного поля «кривизна» должна быть равна нулю, но этого сделать нельзя. Поэтому локальное тяготение и ускорение не могут быть признаны полностью эквивалентными.

Необходимо отличать гравитацию от инерции, хотя оба явления количественно характеризуются одним и тем же параметром – массой. Инерционная масса является изначальным свойством материи, она определяет быстроту изменения скорости движения тела под действием внешней силы. Гравитационная масса является следствием проявления термодиффузионных процессов в эфире. Это означает, что в иных, нежели на поверхности Земли, условиях, например, вблизи больших гравитационных масс либо в их глубине, где эфиродинамические термодиффузионные процессы будут численно несколько иными, гравитационная постоянная будет уменьшенной, соответственно и гравитационная масса окажется уменьшенной, в то время как инерционная масса остаётся неизменной при любых условиях [2].

Электромагнитное взаимодействие подразделяется на электрическое (кулоновское) и магнитное, характер проявления которых различен. Сила магнитного взаимодействия не может быть отнесена к категории центральных сил, как

гравитационная и кулоновская: магнитная стрелка не притягивается и не отталкивается от проводника с током, а поворачивается к нему. Природа гораздо экономнее в использовании электромагнитных сил, используя кулоновские силы как более мощные, сводя роль магнитных сил на Земле до минимума. В жизни – всё наоборот. Объясняется это тем, что практически невозможно сконцентрировать электрические заряды большой величины (из-за утечки зарядов в окружающую среду), а получение электрического тока большой силы не вызывает проблем.

В отличие от сил тяготения, электромагнитные силы зависят не только от расстояния между зарядами, но и от скорости их движения, ускорения. Если быстро передвинуть один из двух взаимодействующих зарядов, то другой некоторое время этого не почувствует. На него будет действовать прежняя сила, в то время как первый, едва переместившись, сразу же окажется под действием изменившихся сил. Действующий при этом посредник – электромагнитное поле – не является механической системой, т. е. поле действует на частицу, а частица на поле – нет.

Слабые взаимодействия присущи всем частицам, кроме фотона (квазичастица). Нейтрон – единственная частица, не испытывающая никаких взаимодействий, кроме слабого. В слабых взаимодействиях участвуют четыре частицы, имеющие спин $\hbar/2$ (фермионы), где $\hbar = h/2\pi$ – постоянная Планка. Универсальность слабых взаимодействий состоит в том, что взаимодействие двух фермионных пар построено одинаково и характеризуется одной и той же константой связи. Пары взаимодействующих фермионов могут быть различными. Слабые взаимодействия отдаленно напоминают силовые. «Заряд» в этом случае называют «константой слабого взаимодействия», как бы подчеркивая, что по смыслу он очень далёк от классического аналога.

Точно так же вместо электрического заряда можно говорить о константе электромагнитных взаимодействий. Эти взаимодействия, как, впрочем, и слабые, принято характеризовать безразмерной величиной, образованной из мировых констант и называемой постоянной тонкой структуры $\alpha = e^2/\hbar(\epsilon_0/\mu_0)^{1/2} \approx 1/137$, где e – заряд электрона, ϵ_0 и μ_0 – электрическая и магнитная постоянные. В случае ядерных взаимодействий уже давно предпочитают говорить о константе сильных взаимодействий, а не о ядерном или мезонном заряде. Любая константа взаимодействия определяет, насколько быстро одни частицы превращаются в другие.

Таким образом, с одной стороны, заряд характеризует интенсивность электромагнитных взаимодействий, а с другой стороны, как параметр заряженной частицы является сохраняющейся величиной. Обе эти функции заряда не связаны органически. В сильных и слабых взаимодействиях они проявляются как независимые величины: одна из них характеризует интенсивность взаимодействий, а другая – сохранение числа частиц (барионов и лептонов). Термин «заряд» стал применяться к сохраняющимся квантовым числам.

Оказалось, что нагляднее сравнивать не константы взаимодействия, а энергии различных взаимодействий частиц. Если условно принять энергию ядерного взаимодействия за единицу, то электромагнитные взаимодействия составят $\sim 10^{-2}$, а слабые $\sim 10^{-14}$ этой величины. Вообще говоря, сильные, электромагнитные и слабые взаимодействия готовы вызвать любые превращения, но в мире существуют относительный порядок, относительная устойчивость исключительно потому, что действуют мощные ограничители – законы сохранения.

Из всех видов взаимодействий электромагнитное наиболее хорошо изучено. Возможно, произошло это потому, что оно наиболее распространено в Природе и очень широко используется на практике. В самом деле, все процессы на атомном уровне в сущности сводятся к электромагнитному взаимодействию электрических зарядов. Согласно квантовой электродинамике любой электрический заряд окружён электромагнитным полем. Таким образом, взаимодействие электрических зарядов осуществляется через взаимодействие их электромагнитных полей с помощью обмена ими фотонами (квантами электромагнитного излучения). Это так называемый обменный эффект. Химические, упругие силы и силы трения имеют электромагнитную природу. Например, силы упругости, обусловленные электрическим взаимодействием частиц, позволяют твердым телам сохранять свою форму, препятствуют изменению объёма жидкостей и газов.

В течение длительного времени предпринимаются безуспешные попытки объединить четыре взаимодействия в одно. Идея такого объединения принадлежит А.Эйнштейну. Для выяснения этого фундаментального закона взаимодействия надо знать, в принципе, ещё строение вещества (поля) и уравнение движения. Действительно, предполагаемое единство различных видов взаимодействия неразрывно связано с единством в строении вещества, потому что взаимодействие между телами в конечном

итоге определяется характером взаимодействия элементарных частиц, из которых слагаются физические тела. Одно не только немислимо без другого, а, скорее, можно сказать, что то и другое выражает разные стороны глубоко заложенного в природе вещей единства мира. Изменение состояния (строения) вещества под влиянием внешних воздействий связано с изменением его энергии. Но это изменение не равно работе сил, как в механике (вода в чайнике на плите выкипает, хотя сил в наличии нет, и работа не совершается). Только в теории элементарных частиц пока ещё не наблюдается отчетливо органическая связь между свойствами этих частиц, силами и уравнениями движения. Более того, сравнительно небольшому количеству сортов элементарных частиц соответствует ещё меньшее количество типов их взаимодействия [3].

Вначале предполагалось объединить в одну теорию два хорошо изученных в то время взаимодействия – гравитационное и электромагнитное. Правда, обменный эффект, по мнению теоретиков, – основа любого взаимодействия, здесь делает осечку: предсказанная ими частица взаимодействия – гравитон, несмотря на колоссальные экономические расходы и огромный труд экспериментаторов, так и не обнаружен до сих пор. При поисках учитывалось также то обстоятельство, что гравитоны в принципе могут переходить в другие частицы, хотя такие превращения маловероятны. Это, однако, не смутило теоретиков. Г.Вейль в 1918 г. приписал четырёхмерному риманову пространству дополнительные геометрические свойства в надежде использовать их для представления электромагнитного поля. Дело в том, что плодотворность идеи единого взаимодействия нигде, пожалуй, не проявляется так отчетливо, как при формулировке основных законов электромагнетизма. Поэтому, с одной стороны, надо было каким-то образом сделать так, чтобы добавленные свойства пространства-времени количественно были очень малы, в противном случае теория войдёт в противоречие с опытом.

Но с другой стороны, добавленные геометрические свойства не должны быть слишком малы: ведь само их существование должно быть прямо или косвенно связано с существованием электромагнитного поля, которое мы, естественно, воспринимаем. Чтобы совместить эти два противоположных требования, надо ответить на вопрос: почему мы не ощущаем существования дополнительных свойств пространства-времени? Теория Вейля утверждает невозможность введения в каждой точке пространства единого стандарта длины при наличии деформации масштаба, т. е. при существовании в пространстве электромагнитного поля, а посему находится в

вопиющем противоречии с реальностью, источник которого – отождествление деформации масштаба с напряжённостью электромагнитного поля.

В 1921 г. немецкий физик Т.Калуца разработал аппарат пятимерной теории относительности. Пятью годами позже О. Клейн обобщил теорию Калуцы так, что смог предложить объяснение положительного и отрицательного электрических зарядов. Теория Калуцы–Клейна в общих чертах сводится к следующему. В дополнение к обычным четырём измерениям ортодоксальной теории относительности было введено пятое, по характеру также пространственное. Это пятое измерение, искривляясь, замыкается на себе подобно поверхности цилиндра, вернее, невероятно тонкой нити, поскольку радиус кривизны гораздо меньше радиуса атома ($\sim 10^{-32}$ м). Движение макроскопических объектов происходит в рамках четырёхмерного пространства-времени, но элементарные частицы обладают дополнительной степенью свободы, т. е. они обладают способностью перемещаться вдоль пятой координаты в ту или иную сторону: при движении в одном направлении они заряжены положительно (позитрон, положительный монополю), противоположному направлению движения соответствует отрицательный знак заряда (электрон, отрицательный монополю). Нейтральные частицы в четырёхмерном пространстве движутся по кратчайшему пути между двумя заданными точками (геодезические линии).

Движение заряженных частиц в пятимерном пространстве представляется движением вдоль спиральных геодезических линий. Две разноимённо заряженные частицы перед столкновением имеют противоположные спиральности своих пятимерных линий, поэтому при их встрече моменты вращения, направленные навстречу друг другу, взаимно уничтожаются – заряды исчезают, происходит аннигиляция электрона с позитроном (положительного монополя с отрицательным). Наоборот, когда нейтральная частица приобретает заряд, её вращательный момент вследствие отдачи сообщает момент противоположного знака другой частице. В итоге при разделении двух разноимённо заряженных частиц в пятимерном пространстве возникают две винтовые линии противоположных спиральностей.

Гипотеза о закрученности пространства согласуется с предположением о спиралевидном движении частиц: пространство может быть анизотропным, а это, в свою очередь, может обуславливать асимметричное строение частиц и определять природу положительного и отрицательного зарядов. Если это так и спиральность

пространства во всей Вселенной одинакова, то, может быть, античастицы движутся "против микроструктуры" пространства, поэтому их существование затруднено. В таком "закрученном" пространстве-времени антивещество совершенно нестабильно, поэтому существование антигалактик исключено. Повсюду во Вселенной материя имеет одну и ту же спиральность. Теория Клейна не получила широкого признания, хотя и была предметом оживлённого обсуждения в конце 1920-х гг. Некоторое время ею интересовался Эйнштейн, но, в конце концов, он её отверг. Такого рода релятивистских полевых теорий, трактующих положительные и отрицательные заряды, было предложено довольно много (например, разработанная А. Эддингтоном в 1936 г. теория относительности протонов и электронов). Однако до сих пор ни одна из них не признана удовлетворительной.

Из изложенного понятно, что при разработке единой теории поля нужны математические, в основном геометрические, знания. Необходимость в таких знаниях становится очевидной, если придерживаться точки зрения, что выход из указанного выше противоречия, возникающего, когда пространство наделяют избыточными геометрическими свойствами, надо искать на пути математических ухищрений. Поэтому в исследованиях единой теории поля в основном участвовали математики и сильные в отношении математики физики. Предмет исследования всё больше смещался от первоначальных физических проблем к проблемам математическим. Физики постепенно отходили от этой проблематики; она всё более изолировалась и замыкалась на себе. Форма математических соотношений, выражающих поведение гравитационного поля и связь этого поля с веществом (на которое это поле действует), однозначно, без какого бы то ни было произвола определяется тремя общими принципами: общим принципом относительности, принципом эквивалентности масс (инерционной и гравитационной) и принципом (законом) сохранения энергии. Точно так же форма математических уравнений, выражающих поведение электромагнитного поля и связь с движением заряженных частиц, практически полностью определяется законом сохранения электрического заряда и принципом (частным) относительности. Скрамность полученных результатов объясняется тем, что сторонникам представления электромагнитного поля в виде геометрического свойства пространства-времени недоставало подтвержденного опытом руководящего принципа подобно принципу эквивалентности (инерционной и гравитационной масс). Дальнейшая разработка теории единого взаимодействия, включая

уточнения и дополнения теории Калуцы, к существенным успехам не привела, и исследования по данной проблеме надолго прекратились.

В настоящее время разработана единая теория электрослабых взаимодействий, основные выводы которой подтвердились экспериментально. Она, в частности, предсказала существование трёх кварков слабого взаимодействия – W^\pm - и Z^0 -бозонов массой соответственно 80 и 90 ГэВ. Действительно в 1982-1983 гг. эти частицы были обнаружены. Успехи единой теории электрослабых взаимодействий стимулировали разработку так называемого великого объединения, то есть теории, объединяющей сильное, электромагнитное и слабое взаимодействия. Но достижения в этом направлении весьма скромные.

Несмотря на довольно настойчивые попытки разработать единую теорию поля, предпринимавшиеся в течение длительного времени, она так и не была построена, не были найдены уравнения, описывающие обобщающее поле. Более того, были обнаружены другие поля, которым соответствуют различные виды элементарных частиц. Задача, таким образом, усложнялась. Она требовала не только разработки единой теории поля, но и создания теории, выводящей значения массы, заряда и других свойств каждого типа частиц из единых уравнений.

Анализируя сложившуюся ситуацию, отметим, что в самом начале работы по данной проблеме задача была поставлена некорректно. Прежде всего, все четыре вида взаимодействия имеют различную физическую природу. Поэтому попытка объединить их на основании обменного эффекта и не дала ожидаемых результатов. Обменный эффект удачно объясняет сильное взаимодействие с помощью мезонов (частиц), хотя непонятно, как при этом нуклоны обмениваются электрическим зарядом, да ещё не целым по отношению к элементарному заряду, а частями. Объяснение электромагнитного взаимодействия обменом фотонами не убедительно, так как фотон – это всё-таки гипотетическая частица (квазичастица). При объяснении гравитационного взаимодействия идея обмена гравитонами (гипотетическими «квантами» гравитационного взаимодействия) потерпела фиаско, поскольку гравитоны, несмотря на колоссальные усилия ученых и материальные затраты по их поиску в течение длительного времени, не обнаружены до сих пор и вряд ли когда-нибудь будут обнаружены. Кроме того, в последние годы в теоретических исследованиях наметилась тенденция к «сокращению» числа взаимодействий. Более того, всё убедительнее

выступают в научной печати сторонники существования одного (универсального) электромагнитного взаимодействия, сводя к нему все остальные.

Недостаточность идеи единого взаимодействия в природе можно показать даже формально. Каждый вид взаимодействия количественно можно охарактеризовать константой (или основным параметром) такого взаимодействия. И если известные четыре вида взаимодействия действительно можно объединить в одно, то между параметрами, характеризующими отдельные виды взаимодействия количественно, должна быть строгая связь. Следуя этому положению, можно утверждать, что гравитационное взаимодействие следует охарактеризовать гравитационной постоянной G . Электромагнитное взаимодействие определяется электрической ϵ_0 и магнитной μ_0 постоянными, а через них скоростью распространения $c = 1/(\epsilon_0 \mu_0)^{1/2}$ электромагнитных полей в вакууме. Для характеристики слабого и сильного взаимодействий, в принципе, не сильно различающихся по природе и величине, следует взять постоянную Планка h . Комбинация этих констант ничего не дала, однако она приводит к уравнению $m = (Gc/\gamma)^{1/2}$, что даёт $m = 5,46 \cdot 10^{-8}$ кг. Значение массы получилось вполне реальным, но объяснить каким-либо образом её смысл и числовое значение пока не удаётся. Этой массе соответствует энергия $E = mc^2 = 4,9 \cdot 10^9$ Дж. Небезынтересен тот факт, что плотность такого гипотетического вещества $\rho = c^5/G^2 h = 8 \cdot 10^{96}$ кг/м³, что значительно превышает плотность нуклонов ($\sim 10^{10}$ кг/м³). Расчеты, основанные на других исходных положениях, показывают, что плотность материи не может превышать 10^{97} кг/м³. Так что полученные числовые результаты массы и плотности вещества не выходят за пределы знаний о материи, но мало что дают для понимания ее сути.

Другая комбинация констант взаимодействия даёт $l = (Gh/c^3)^{1/2} = 4 \cdot 10^{-35}$ м. Найденное значение можно назвать фундаментальной длиной, которая определяет масштабы пространства-времени. Она необычно мала. Так, взаимодействие протонов проявляется на расстоянии $l_0 = h/mc \approx 1,3 \cdot 10^{-14}$ м. При взаимодействии нуклонов они могут сближаться до расстояния $l = (\hbar/m_{\pi}c)(m_{\pi}c^2/E_c) \approx 10^{-17}$ см, где $\hbar/m_{\pi}c$ – комптоновская длина для π -мезона, E_c – энергия связи нуклонов в ядре, приходящаяся на один нуклон. Но при уточнении законов движения планет Солнечной системы было обнаружено, что гравитационная постоянная (мировая константа!) G меняется с изменением расстояния r между взаимодействующими объектами. Тем самым ставился

под сомнение закон Всемирного тяготения. Поэтому было предложено записывать его в виде $F = \sigma G m_1 m_2 / r^2$, где $\sigma = e^{-5681r}$ (здесь r – в километрах), считая гравитационную постоянную G неизменной. Следовательно, все соотношения, содержащие в своём содержании константу G , в том числе и приведенные выше, необходимо исправлять.

Фундаментальной длина l названа потому, что является наименьшей возможной в Природе. Ведь если делимость пространства не бесконечна, а пространство зернисто, квантовано (в этом уверено большинство физиков), то должен существовать квант длины. Возможно, таким квантом и является фундаментальная длина, и при значении длины, меньше указанной, квантовые эффекты (квантование), вероятно, отсутствуют. При меньшей фундаментальной длине пространство имеет дискретный характер, оно как бы состоит из отдельных «гранул». Другими словами, на расстояниях $\leq 10^{-35}$ м появляются квантовые флуктуации геометрических характеристик пространства-времени. Иначе говоря, квантовая механика перестает «работать» при расстояниях, меньших 10^{-35} м.

Выводы

В настоящее время попытки создать на основе калибровочных полей модель, объединяющую сильные, слабые и электромагнитные взаимодействия, исходят из предположения о том, что геометрия Минковского справедлива вплоть до расстояния $\sim 10^{-31}$ м. Расхождение между приведенным значением и фундаментальной длиной позволяет лишний раз сомневаться в правомерности подхода к решению задачи единого взаимодействия.

При столь малых расстояниях, что найдены выше, квантовая электродинамика становится противоречивой: электрические заряды обращаются в нуль. В настоящее время можно говорить лишь о расстояниях до 10^{-14} м. Предполагается, что расстояние 10^{-35} м равно размерам элементарных частиц (электронов и кварков), хотя классическая электродинамика даёт намного большее значение – 10^{-15} м.

Имеется ещё одно противоречие. Известно, что квантовые эффекты начинают появляться в полях с напряжённостями более $E_{кв}$ и $H_{кв}$. Величина $E_{кв}$ – это напряжённость такого электрического поля, в котором электрон, пройдя расстояние, равное комптоновской длине, приобретает энергию, равную энергии покоя, то есть $eE\lambda = m_0c^2$, откуда $E_{кв} = m_0c^2/e\lambda = m_0c^3/eh = 2 \cdot 10^{17}$ В/м. Соответственно $H_{кв} = (\epsilon_0/\mu_0)^{1/2} E_{кв} = 5,6 \cdot 10^{14}$ А/м. Это очень сильные поля. Сильным электрическим полем следует считать поле, для которого неприменимы представления классической электродинамики. Очевидно, что по порядку величины такое классическое поле

создается зарядом на расстояниях порядка классического радиуса электрона: $E_{кл} = e/4\pi\epsilon_0 r_e^2 = 1,8 \cdot 10^{20} \text{ В/м}$; $H_{кл} = (\epsilon_0/\mu_0)^{1/2} E_{кл} = 4,9 \cdot 10^{17} \text{ А/м}$. Эти расчеты показывают, что реальные поля имеют существенно меньшие параметры. Например, напряжённость поля ядра атома водорода, действующего на электрон, находящийся на первой боровской орбите, равна $E = e/4\pi\epsilon_0 r^2 = 5 \cdot 10^{11} \text{ В/м}$.

Зная фундаментальную длину l , найдем время t , в течение которого луч света проходит это расстояние: $t = l/c \approx 10^{-43} \text{ с}$. Для сравнения: характерное время для электромагнитного взаимодействия $\tau_e \approx 10^{-23} \text{ с}$. Оно во столько же раз больше ядерного времени $\tau_j \approx 10^{-23} \text{ с}$, во столько ядерное взаимодействие сильнее электромагнитного. Как видим, $t \ll \tau_j$, т. е. время t находится далеко за пределами продолжительности реальных процессов. В качестве доказательства этого вывода найдём предельное значение времени Δt , меньше которого говорить о каких-либо процессах в Природе не реально. Оно, очевидно, будет равно времени пролета расстояния a между нуклонами, то есть $\Delta t = a/c$. Примем $a = (1-2) \cdot 10^{-15} \text{ м}$. Тогда $\Delta t = (1-2) \cdot 10^{-15} / 3 \cdot 10^8 \approx 0,5 \cdot 10^{-23} \text{ с}$. Это время называется ядерным. Предполагается, что оно представляет собой время существования виртуальных частиц в области действия ядерных сил, то есть на расстоянии $(1-2) \cdot 10^{-15} \text{ м}$. Одной из причин столь большого расхождения в числовых значениях приведенных здесь результатов может быть неуниверсальность констант взаимодействия. Они, по-видимому, «работают» лишь в пределах нашей Вселенной. Галактика, Метагалактика и т. д., очевидно, характеризуются набором уже других фундаментальных постоянных. Доказано, например, что взаимодействие в пределах Метагалактики уже невозможно описать общеизвестными нам константами. Но, тем не менее, решение проблемы о едином взаимодействии ни в коем случае не снимается с повестки дня научных исследований, а только относится на будущее.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бете Г. Элементарная теория ядра / Г. Бете, Ф. Моррисон // М: Иностранная литература, 1958. — С. 207-209. — 352 с.
2. Аверьянов А.Н. Системное познание мира. / А. Н. Аверьянов // М., 1995.
3. Аистов И.А. Концепция современного естествознания / И.А. Аистов, П.А. Голиков, В. В. Зайцев // СПб.: Питер, 2005.
4. Ишханов Б.С. Частицы и атомные ядра. / Б.С. Ишханов, И.М. Капитонов, П.П. Юдин // М.: Изд-во МГУ, 2005.
5. Капке В. Б. Концепция современного естествознания./ В. Б. Капке // М.: Логос, 2002.
6. Кэрри У. В поисках закономерностей развития Земли и Вселенной. / У. Кэрри // М., 1991.

7. Пригожин И.Р. Конец определенности. Время, хаос и новые законы природы./ И.Р. Пригожин // Ижевск, 1999.
8. Современное естествознание: Энциклопедия: В 10-ти томах. – М.: ИД «МАГИСТР-ПРЕСС», 2000. – Т. 1. – Физическая химия.
9. Современное естествознание: Энциклопедия: В 10-ти томах. – М.: ИД «МАГИСТР-ПРЕСС», 2000. – Т. 2. – Общая биология.
10. N.Schwierz, I. Wiedenheover and A. Volya Parameterization of the Woods-Saxon Potential for Shell-Model Calculations (2008)
11. Кучин В.Д. Очередной шаг вглубь материи /В.Д. Кучин, И.В. Теодорович // Винахідник і раціоналізатор, 2005, № 10, С. 29-34.
12. Ацюковский В.А. Общая эфиродинамика. / В.А. Ацюковский // М.: Энергоатомиздат, 1990. – 280 с.
13. Канарёв Ф.М. Начала физхимии микромира. / Ф.М. Канарёв // Краснодар, Кубанский государствен- ный аграрный университет, 2009. – 686 с.

В.Д.Кучин, В.В.Каплун

Електромагнітна взаємодія серед інших фундаментальних процесів природи.

В даний час спроби створити на основі калібрувальних полів модель, що поєднує сильні, слабкі і електромагнітні взаємодії, виходять із припущення про те, що геометрія Минковського справедлива аж до відстані $\sim 10^{-31}$ м. При таких малих відстанях, квантова електродинаміка стає суперечливою, оскільки електричні заряди звертаються в нуль. Передбачається, що відстань 10^{-35} м дорівнює розмірам елементарних частинок (електронів і кварків), хоча класична електродинаміка дає набагато більше значення – 10^{-15} м. Розбіжності між наведеним значенням і фундаментальної довжиною зайвий раз наводить на сумнів щодо правомірності підходу в вирішенні задачі єдиної взаємодії.

Ключові слова: *гравітаційна і електромагнітна взаємодія, константа взаємодії, фундаментальна довжина.*

V.D.Kuchin, V.V.Kaplun

Electromagnetic co-operation is among other fundamental processes of nature.

At present, attempts to establish on the basis of the gauge field model, which unites strong, weak and electromagnetic interactions, based on the assumption that the geometry of Minkowski space holds up to a distance of $\sim 10^{-31}$ m. At such small distances, quantum electrodynamics is controversial, since the charge of the electrical vanish. It is assumed that the distance of 10^{-35} m is equal to the size of elementary particles (electrons and quarks), while the classical electrodynamics gives a much higher value – 10^{-15} meters. Discrepancy between the given value and the fundamental length enables us to once again question the appropriateness of an approach to solving the problem single interaction.

Keywords: *gravitational and electromagnetic interactions, the coupling constant, the fundamental length.*