

И.Л.Герловин

**ОСНОВЫ
ЕДИНОЙ ТЕОРИИ
ВСЕХ
ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ
В ВЕЩЕСТВЕ**



Ленинград
ЭНЕРГОАТОМИЗДАТ
Ленинградское отделение
1990

УДК 530.1 + 539.12 + 523.112
ББК 22
Г37

Книга выпущена за счет средств автора

Герловин И. Л.

Г37 Основы единой теории всех взаимодействий в веществе. — Л.: Энергоатомиздат, Ленингр. отд-ние, 1990. — 432 с.: ил. ISBN 5-283-04642-7

Впервые изложена теория всех взаимодействий в веществе: сильных, электромагнитных, слабых и гравитационных. — Единая теория фундаментального поля (ТФП), основанная на новой Парадигме для жизнеспособных и развивающихся систем (ПЖиРС). Работа является результатом 50-летнего труда небольшого числа не боящихся новых идей ученых.

Рассмотрены полученные на основе ТФП и ПЖиРС результаты, которые при развитии и использовании должны помочь Человечеству помириться с Природой и избежать экологической катастрофы.

Книга рассчитана на широкий круг деятелей науки и техники, хотя часть материалов для полного их усвоения потребует обращения к новейшим разделам современной математики, не всем еще доступным.

Г 1644010000-143 Без объявл.
051 (01)-90

ББК 22

ISBN 5-283-04642-7

© И. Л. Герловин, 1990

Люди, я любил вас!
Будьте бдительны!

Ю. Фучик

О ЧЕМ ЭТА КНИГА?

(Краткое предисловие)

Человечество вступило в конфликт с Природой, в конфликт с окружающей нас средой, в конфликт с естественными законами развития живой и неживой природы, включая законы нормального развития цивилизации на Земле, поэтому многие ученые сейчас правомерно ставят вопрос об угрозе существованию цивилизации на нашей планете.

Как это могло произойти? Какие законы мы нарушили и почему? Что надо предпринять, если уже не поздно, чтобы спасти цивилизацию от гибели? Эти вопросы волнуют сейчас все мыслящее человечество.

Предлагаемая вниманию читателей книга — первая попытка продвинуться по пути получения ответов на эти вопросы, хотя таких попыток в общем виде было много, но конкретных ответов дать пока не удавалось.

Понятно, что такие глобальные вопросы должна решать наука, и важно правильно понять, какая наука (или какие науки) позволяют приступить к решению этих проблем. Широко распространено мнение о том, что естественные науки (физику, химию, биологию) и общественные (философию, экономику, политику, социологию) можно рассматривать в рамках некоторой общей "теории систем". Есть много оснований считать, что это так, однако, объединив в системы те или иные сведения, надо знать законы, которыми эта система управляется. В последнем вопросе единства нет, отдельные группы ученых, а подчас и каждый ученый в отдельности, руководствуются своими законами — одни считают таковыми диалектический материализм, другие — только диалектику в общем виде, третьи — принципы теологии, четвертые — законы отдельного вида систем, обобщая их для всех систем (теория динамических систем, например). Приведенный список далеко не полон, но он показывает, что путей, на которых ищут единые законы систем, много, и они разные.

Первые шаги в направлении поиска единых законов сделали В. И. Вернадский и Т. де Шарден. Был поставлен вопрос о единых законах, верных как для живой, так и для неживой природы.

Если толковать широко введенное ими понятие ноосферы, то под ним можно понимать теорию о единых законах живой и неживой природы. Пока такой теории нет и, по нашему мнению,

нет потому, что мало постулировать существование единых законов, важно познать эти законы и на их основе строить единую теорию систем. Как первый шаг нужна новая парадигма – методологическая и математическая основа теории ноосферы. Такой парадигмы в ранжировании ученых не было.

В книге рассматривается новая парадигма, на основе которой возможно построение теории ноосферы. Эта парадигма названа парадигмой для жизнеспособных и развивающихся систем (ПЖиРС), она содержит методологические и математические условия, при соблюдении которых система может быть жизнеспособной и способной к развитию. ПЖ и РС сформулирована еще в 1946 г. и положена в основу разработки новой единой теории поля, однако была впервые опубликована только в 1988 г. – автор не последовал примеру Джордано Бруно и не взмог на костер инквизиции сталинских и последующих за ним застойных лет, он решил, по мудрому личному совету Б. М. Кедрова, последовать примеру Галилео Галилея и работать, не рекламируя свои принципы, по которым "... и все-таки она вертится". Эта осторожность себя оправдала. Как увидит читатель, отважившийся на внимательное чтение книги, уже из ПЖиРС непосредственно следует, что многие наши принципы, заложенные в основу теории социализма, несмотря на новаторские идеи М. С. Горбачева, до сих пор делают систему, в которой мы живем, нежизнеспособной и не способной к развитию. Даже в 1989 г. (году написания книги), а тем более в предыдущие годы попытка защитить ПЖиРС была бы объявлена "лженаукой" и приобрела бы политические ярлыки, которые лишили бы автора возможности работать, как это произошло с пионерами в генетике и кибернетике. Автор все эти годы в основном занимался разработкой единой теории поля (ЕТП) – фундаментальной физической теории, необходимость создания которой предсказал А. Эйнштейн. Такой выбор направления использования ПЖиРС субъективно был связан с тем, что автор – физик и мог заниматься разработкой физической ЕТП без привлечения специалистов из других областей науки, где также работает ПЖиРС.

Профессиональное использование парадигмы за пределами физики началось только в 1985 г., когда к этой работе удалось привлечь соответствующих специалистов. Сообщение о первых результатах на этом пути содержится в книге.

В работе основное внимание уделено единой теории фундаментального поля (ТФП), как первой теории, созданной на основе ПЖиРС.

В книге уделяется большое внимание областям практического использования ПЖиРС и ТФП и не в последнюю очередь подходу в решении проблемы сохранения цивилизации на Земле.

Когда А. Эйнштейн сформулировал идею ЕТП, речь шла о теории, описывающей единое поле, которое проявляло бы себя то как поле сильных (ядерных) взаимодействий, то как поле электромагнитных

взаимодействий, или как поле слабых (ответственных за радиоактивный распад), или как поле гравитационных взаимодействий. Сейчас теорию первых трех взаимодействий часто именуют "Великим объединением", а будущую теорию всех четырех взаимодействий – "Суперобъединением". Появились даже высказывания, что суперобъединение – это "теория всего". А может ли быть вообще "теория всего"?

Автор глубоко убежден, что такой теории быть не может, и выражает надежду, что, прочитав книгу, читатель с ним согласится. Согласно представлениям автора, конечно, достаточно субъективным, мы – только в самом начале пути познания окружающей нас природы. То, что мы уже знаем, – ничтожная зыбь в море того, что можно назвать полными законами Природы. Слова "теория всего" – дань неимоверной гордыне некоторых ученых, наивно думающих, что вот-вот они станут властелинами всех законченных истин – истин в последней инстанции. Автор глубоко убежден, что Природа не только в необозримое число раз богаче нашего современного представления о ней, но и непрерывно развивается. У нас нет оснований утверждать, что темп развития природы ниже набранного нами темпа познания ее. А если природа развивается быстрее, чем растет наше знание о ней, то о каких истинах в последней инстанции может идти речь?

Человечеству на Земле, в этот критический для его судей час, нужны не жрецы науки, вещающие истины в последней инстанции, а скромные труженики, обеспечивающие светом достаточной и верной в нашу эпоху истины путь, по которому должна идти цивилизация.

На фоне ошибочных идей о существовании истин в последней инстанции претензии автора представляются более чем нескромными – шутка сказать, речь идет о "теории всего". Однако, основываясь на изложенных автором представлениях, полученные им и его коллегами результаты – это еще очень скромный шаг на пути того, что необходимо срочно сделать, чтобы предотвратить гибель цивилизации. Беда сейчас в том, что ученые возомнили себя земными богам, владеющими основными истинами, и перестали должным образом заботиться о своей основной обязанности – освещать верный в настоящее время (а не всегда!) путь движения к прогрессу.

В книге излагаются результаты работы, начатой пятьдесят лет назад. За это время сделано меньше того, что можно было сделать без "содействия" ретроградов, все эти годы активно сыпавших песок в подшипники. Но представляемый вниманию и суду читателей результат был бы существенно ниже без активного участия или просто поддержки многочисленных коллег, друзей и настоящих тружеников науки, помогавших автору.

В связи с этим автор с благодарностью обращается к светлой памяти коллег М. М. Протодаконова, В. А. Крата, С. В. Измайлова, И. Я. Померанчука, Б. М. Кедрова, Ф. К. Зигеля, В. И. Менжинского

и благодарит В. В. Назарова, И. Д. Двас, В. С. Дваса, Р. Р. Запатрина, Н. М. Тергерова, Т. И. Чуклину, В. П. Перова, Ю. К. Баленко, Н. С. Лидоренко, З. Г. Каганова, А. П. Казанцева, Е. С. Макарова, А. А. Денисова, И. А. Рапопорта, Б. Н. Фролова, В. П. Шелеста, Д. Д. Иваненко, Я. П. Терлецкого, О. Б. Фирсова, А. Д. Шнаревича, Б. В. Ахлибининского, И. В. Оборенкова, Е. В. Гниловского, В. К. Захарова, Н. В. Закровского, И. А. Иванова, Л. П. Клауза, В. Я. Крейновича, В. И. Луценко, С. Г. Михлина, В. А. Пинскера, Б. П. Перегуда, А. Р. Регеля, И. В. Сергеева, И. С. Шейнина, А. Н. Ющенко, О. А. Казанцева, А. П. Казанцеву, А. М. Протодьякова, С. Д. Вознесенского, А. С. Бондарева, В. Я. Жулая, М. Д. Ионова, Р. С. Тютерева.

Автор благодарит членов межкафедрального семинара ЛПИ им. Калинина по проблеме "Развитие и использование парадигмы для жизнеспособных и развивающихся систем и единой теории фундаментального поля" за активное участие в обсуждении, критику и рекомендации по материалам, вошедшим в эту работу. Дискуссии на семинаре по проблеме оказали большое влияние на содержание и качество предлагаемой вниманию читателя работы.

Многие физики трудятся над созданием великой картины, объединяющей все в одну сверхсупермодель. Это восхитительная игра, но в настоящее время игроки никак не договорятся о том, что представляет собой эта великая картина.

Р. Фейнман

НА ЧТО ПРЕТЕНДУЕТ АВТОР КНИГИ

(Еще более краткое введение в рассматриваемую проблему)

Главное, на что претендует автор, состоит в том, что никакая "сверхсупермодель", о которой говорит Р. Фейнман в цитате, вынесенной в эпиграф этого раздела, никогда не сможет объяснить "все". А то, что Р. Фейнман и другие физики называют "сверхсупермоделью", есть всего навсего единая теория вещества — одна из многочисленных форм существования материи, — которую использует Природа.

Только отказ от претензии объяснить "все" позволил автору создать единую теорию всех известных взаимодействий в веществе и убедиться, что это далеко не модель "всего", тем самым приоткрыть путь, по которому надо идти, чтобы ускорить процесс познания законов всей Природы.

Представляется важным сделать такое замечание. Много лет назад английский ученый Оккама сформулировал принцип, именуемый "бритвой Оккама". "Бритва Оккама" должна, по мысли ее автора, обрезать те сущности, без которых можно обойтись при объяснении того или иного явления. В настоящее время этот постулат Оккама возведен без каких-либо оснований (принцип Оккама не только не доказан, но за много лет еще не выяснена его природа и происхождение — это волевой принцип) в ранг незыблемых истин и принят на вооружение ретроgrадами от науки как "гильотина Оккама", посредством которой можно отрезать все новое, что не укладывается в прокрустово ложе привычных схем. С помощью "гильотины Оккама" отрезали в свое время генетику и кибернетику, как "излишние домыслы", с помощью "гильотины Оккама" отрезали все прогрессивные предложения по уточнению "законченной" политической экономии социализма. Немало прогрессивных идей лишили головы с помощью этой гильотины.

Никакая сколь угодно "прогрессивная" гильотина не может быть инструментом науки. Наступило время заменить "гильотину Оккама"

таким принципом: все, что окончательно и достоверно не запрещено современной наукой — должно или может существовать. Иначе, если не доказан принцип запрета на то или иное явление, положение, гипотезу, то они должны быть или могут существовать. В Природе господствует презумпция допустимости всего того, что не имеет запрета. А запретить что-то окончательно и достоверно в серьезной науке не так просто, как это считается.

Сколько лет отвергалось существование шаровой молнии, под запретом были все результаты наблюдения так называемых неопознанных летающих объектов (НЛО) — поэтому мы до сих пор не знаем, что это такое. Находятся под волевым запретом лозоискательство, телепатия, телекинез и многие другие фактически наблюдаемые биологические явления только потому, что объяснение их лежит за рамками возможностей современной науки.

Конечно, наложить очередное табу гораздо легче, чем дать научное объяснение, но тогда надо признать, что современная наука вырождается в вероучение, во главе которого стоят жрецы, которые заведомо знают, что разрешено, а что нет и на что надо наложить запрет, именно "знают", так как наложение запретов не сопровождается доказательством правомерности наложенного табу. Нельзя же считать основанием для запрета того или иного явления то, что его существование не соответствует положениям теории, которую принято считать полной и окончательной, без права на альтернативный подход. Далее мы покажем, к чему это привело в современной физической науке.

В заключение перечислим конкретные результаты, полученные в процессе разработки излагаемой здесь единой физической теории, на признание правильности и необходимости использования которых претендует автор.

Единая теория фундаментального поля — единая теория всех взаимодействий в веществе — развивается 50 лет, и за это время непосредственно в этом научном направлении опубликовано 55 работ 23 авторов. ТФП объединяет все виды известных взаимодействий в веществе: сильное, слабое, электромагнитное и гравитационное, — рассматривая их как разные проявления одного фундаментального поля. ТФП создана на основе новой парадигмы для жизнеспособных и развивающихся систем.

В ТФП используются эвристические возможности современной математики, которым другие теории уделяют мало внимания.

На основе ТФП открыт периодический закон элементарных частиц, найденные в его рамках расчетные формулы позволили теоретически вычислить на ЭВМ массы, заряды, спины, магнитные моменты, времена жизни и другие квантовые числа всех элементарных частиц, как известных из опыта, так и еще не обнаруженных. Совпадение теоретических данных с опытными в пределах точности теории и эксперимента — полное. Предсказания теории хорошо подтвердились.

В ТФП впервые:

найжены физические явления, ответственные за квантовые и релятивистские свойства, определены границы области применимости этих свойств;

обнаружен единый подход для описания фермионов и бозонов, который шире суперсимметричного подхода, открытого позднее и усиленно разрабатываемого сейчас;

найдена структура физического вакуума, рассматриваемого как структурированная материальная субстанция, сформулированы и вычислены свойства физического вакуума (ФВ);

предложена и исследовалась струнная модель частиц, которая глубже широко разрабатываемых сейчас струнных и суперструнных моделей и существенно богаче последних, правда, термин "струна" не был ранее предложен в ТФП.

вскрыта физическая природа кварков, тахионов, виртуальных состояний и некоторых других постулированных объектов современной микрофизики.

ТФП в настоящее время является наиболее глубокой теорией вещества, исходящей из самых общих принципов. Она не входит в противоречие с известными теориями, а только обосновывает постулаты, на которых они основаны, и, естественно, устанавливает границы применимости этих постулатов.

ТФП имеет одну особенность, которую важно здесь подчеркнуть. В книге будет показано, как из одной системы уравнений, представляющих открытый в теории закон триединства, получаются все виды взаимодействий и вычисляются константы этих взаимодействий. Показывается, что каждой константе взаимодействия единым фундаментальным полем соответствует (и следует из тех же уравнений) константа "сильной гравитации", предсказанная А. Саламом, но до сих пор не найденная.

Как-то было высказано, что современная физика содержится в пятом знаке. Из ТФП следует, что физика вещества содержится в десятом знаке. Во всяком случае, с такой точностью требуется сходимость, чтобы обеспечить полное самосогласование.

Таким образом, ТФП далеко не альтернативна общепринятым теориям — она только иначе интерпретирует, развивает и углубляет эти представления в полном согласии с принципом соответствия.

ТФП предсказывает ряд новых явлений, часть которых уже подтвердилась. Многие следующие из нее явления имеют уже сейчас важное прикладное значение. В первую очередь, это относится к возможности использования энергии физического вакуума и предсказанных на основе ТФП высокотемпературных сверхпроводников.

Несмотря на перечисленные успехи и достоинства ТФП далека от признания, что определилось как не объективными, в том числе и далеко не научными, подходами к оценке ее некоторыми учеными, так и

ВВОДНАЯ СПРАВКА
НОВЫЕ, НЕСТАНДАРТНЫЕ ИЛИ ЧАСТО УПОТРЕБЛЯЕМЫЕ
В МОНОГРАФИИ ПОНЯТИЯ, ОПРЕДЕЛЕНИЯ И ОБОЗНАЧЕНИЯ

отсутствием публикаций, которые бы раскрывали физическую и особенно математическую структуру теории. Такие работы ранее опубликовать не удавалось, эта публикация ликвидирует указанный пробел.

Предполагается, что читатель владеет основами современной физики и математики, поэтому с целью экономии места при использовании терминов, понятий и обозначений, общепринятых в современной физической и математической литературе, пояснений не дается. Поскольку в работе акцентируется внимание на физическом смысле, то, как правило, естественная система единиц, в которой $\hbar = c = 1$ или $G = \hbar = c = 1$ (система Планка), не используется, исключения допускаются в основном в общеизвестных формулах и в ссылках на уравнения, взятых из работ других авторов. Эти исключения очевидны и не комментируются. По этой же причине везде используется физическая система единиц, а не общепринятая в технических науках система СИ.

Итак, разработана парадигма для жизнеспособных и развивающихся систем, найден математический аппарат для ее использования в разных науках, показано, что ПЖиРС может быть использована для решения целого ряда проблем не только в физике, но и в других естественных и общественных науках. Для того, чтобы ПЖиРС была лучше понята, в книге самым подробным образом излагается единая физическая теория ТФП как пример того, что можно построить на основе ПЖиРС, а затем уже рассматриваются другие области применения парадигмы.

Первая рассматриваемая нами проблема – это проблема создания единой теории поля. С нее и начнем.

ПЖиРС – парадигма для жизнеспособных и развивающихся систем – методологическая и математическая основа будущего единого закона для живой и неживой природы.

Теория ноосферы – единая еще не созданная теория живой и неживой природы, замысел которой принадлежит В. И. Вернадскому.

ЕТП – единая теория поля, которая объединяет все виды взаимодействия в веществе. В литературе встречаются и такие наименования ЕТП: "сверхсуперобъединение", "суперобъединение", а для теории, объединяющей сильное, электромагнитное и слабое взаимодействия, употребляется наименование – "великое объединение".

ТФП – теория фундаментального поля (вариант ЕТП), построенная на основе ПЖиРС и описывающая все виды взаимодействия в веществе. ТФП содержит единое описание поля и геометрической конструкции его истоков-зарядов, она не только объединяет все виды взаимодействия в веществе, но и является теорией, которая объясняет релятивистские и квантовые явления.

ФП – фундаментальное поле в ТФП.

Фундаментальный заряд – заряд фундаментального поля (ФП), отличающийся от заряда ЭМП тем, что создаваемое им во всем подпространстве силовое поле имеет исток, который расположен в центре симметрии структуры, а не обязательно в месте расположения заряда.

Вещество – материальная субстанция, обладающая массой, которая рассматривается как мера инерции. Масса может быть положительной, отрицательной и минимой или даже равной нулю при равенстве положительной и отрицательной масс, составляющих исследуемый объект, но инертная масса должна быть присуща этому объекту.

ФВ – физический вакуум, рассматриваемый как особый вид вещества, состоящий из ЭЧВ и ответственный за квантовые и релятивистские свойства всех вещественных тел.

ЭЧ – элементарная частица. В ТФП это кварковые структуры, наблюдаемые в лабораторном пространстве.

ЭЧВ – элементарные частицы вакуума, представляющие собой фермион-антифермионные пары виртуальных "голых" элементарных частиц (ГЭЧ), частица-античастица, суперсимметричные партнеры элементарных частиц особого вида.

ГЭЧ – "голые" элементарные частицы, фермионы, не имеющие кварковой структуры и не являющиеся ни ЭЧ, ни кварками, в свободном состоянии в лабораторном пространстве не наблюдаются.

Виртуальная частица – элементарная частица, которая является "наблюдаемой" во 2-м и 3-м подпространствах и не наблюдаемой в 1-м (лабораторном) подпространстве.

Наблюдаемые частицы – ЭЧ, которые проявляются непосредственно в данном, и только в данном подпространстве, в другом подпространстве они могут быть виртуальными.

Наблюдаемые состояния – состояния (физические характеристики) ЭЧ, которые непосредственно наблюдаются в данном подпространстве.

Ненаблюдаемые состояния — состояния ЭЧ, которые в данном подпространстве непосредственно наблюдаться не могут.

ОПВ — **объемлющее пространство во всем мире вещества** (макро- и микромире). Сумма подпространств, в которых полное описание Вселенной и основных ее составляющих ЭЧ и ЭЧВ является необходимым и достаточным.

РП — **расслоенное пространство**. Математическое понятие, широко используемое в современной математике, в котором система дополнительных одно к другому подпространств рассматривается как математическая конструкция, в которой пространство, охватывающее все ее элементы, именуется **объемлющим пространством (ОП)**, а вложенные в него подпространства делятся на подпространства, являющиеся базой расслоения (БР) и слоем. База и слой имеют одну, и только одну, общую точку. РП могут образовать конструкцию, состоящую из ряда вложенных друг в друга или иначе связанных расслоенных пространств, в которых объемлющее пространство состоит из элементов, являющихся для данного ОП базой и слоем, но которые сами по себе могут быть ОП, состоящими из своих баз и слоев. В принципе такая иерархия баз и слоев не имеет ограничений и может быть многоуровневой.

ПМ — **пространственный метаморфоз**. Новое понятие, введенное в рассматриваемой теории. ПМ устанавливает различные геометрические формы одного и того же объекта, которые реализуются в подпространствах всего объемлющего пространства в РП. Существование ПМ накладывает на характер и существо отображений между подпространствами набор жестких требований, реализация которых и обеспечивает условия жизнеспособности исследуемого объекта и его способности к развитию.

\mathfrak{J} — (готическое цэт) — **индекс соответствующего подпространства**, он пишется в скобках в тех случаях, когда может быть принят за тензорный знак или знак другой математической природы.

ОПП — **нулевое подпространство**. Фундаментальное подпространство, являющееся основой единства макро- и микромира в мире вещества. Пространство, в котором полностью и непосредственно проявляется скалярная составляющая фундаментального поля.

$\mathfrak{J} = 0$ — индекс нулевого подпространства.

ППВ — **подпространство физического вакуума**. Подпространство, в котором возникают квантовые и релятивистские свойства вещества. Только взаимодействия рассматриваемого физического объекта с ФВ, протекающие в ППВ, определяют наличие или отсутствие квантовых и релятивистских свойств, их характер и особенности.

$\mathfrak{J} = W$ — индекс подпространства физического вакуума.

ОП1 — **объемлющее пространство один**, которое объединяет ОПП, ЗПП и ППВ.

1ПП — **первое подпространство** — база расслоения в объемлющем тардионном (всегда $v \leq c$) пространстве. Пространство, в котором ЭЧ и ЭЧВ непосредственно проявляют себя как единое целое. В 1ПП структура ЭЧ и ЭЧВ находится под сферой Шварцшильда черной микродыры и может проявляться только как отображение на него процессов, протекающих в ПП более глубокого уровня, например 2ПП и 3ПП.

$\mathfrak{J} = 1$ — индекс первого подпространства.

2ПП — **второе подпространство**. Подпространство микромира (ППМ), в котором проявляются непосредственные взаимодействия векторной составляющей ФП и структуры ЭЧ и ЭЧВ. Процессы в 2ПП ответственны за образование наблю-

даемых масс, спинов, магнитных моментов и некоторых квантовых чисел у ЭЧ и ЭЧВ. Эти параметры наблюдаются в 1ПП как отображение параметров частиц в 2ПП и могут быть теоретически вычислены на основе физического отображения, открытого в ТФП, и с учетом влияния на эти параметры частиц ФВ — ЭЧВ.

$\mathfrak{J} = 2$ — индекс второго подпространства.

ОП3 — **объемлющее пространство три**, которое объединяет 1ПП и 2ПП.

3ПП — **третье подпространство**. Самое глубокое подпространство в ОПВ. В этом подпространстве проявляется структура основной частицы вещества — **фундаментона**, параметры которого с учетом степени возбуждения наблюдаются при отображении в 2ПП и 1ПП как различные ГЭЧ и ЭЧВ. 3ПП является базой расслоения в объемлющем тахионном пространстве — пространстве, где допускаются скорости, превышающие скорость света.

$\mathfrak{J} = 3$ — индекс третьего подпространства.

ОП2 — **объемлющее пространство "два"**, которое объединяет 2ПП и 3ПП.

Фундаментон — элементарная частица вещества, которая в 3ПП представляет собой основной (фундаментальный) диполь зарядов ФП, а в других подпространствах проявляется либо как ЭЧ, либо как виртуальное состояние ЭЧ или ЭЧВ. Является развитием в ТФП представлений о частице Планка, "максимоне", "фридоме" (М. А. Марков), "планконе" (К. П. Станюкович).

РПП — **расчетное подпространство**. Функционально-геометрическое подпространство, являющееся моделью, которая используется для нахождения всех физических и геометрических параметров, отображаемых из одного подпространства в другое. В ТФП используются: подпространство отображения из 3ПП на 2ПП (обозначается ПП (3→2)); подпространство отображения из 2ПП на 1ПП (обозначается ПП (2→1)); подпространство отображения из 3ПП на 1ПП (обозначается ПП (3→1)).

Способ отображения через расчетные подпространства, широко используемый в ТФП, как это будет видно из текста книги, оказался чрезвычайно удобным и результативным.

СК — **система координат**.

ЕСК — **естественная система координат**, в которой кинематическое описание объекта в основной геометрии и динамическое описание в псевдоевклидовой или псевдоримановой геометрии могут быть согласованными между собой.

ССК — **собственная система координат**, естественная система координат (ЕСК), в которой радиус-вектор, идущий от начала системы координат до объекта, неподвижен.

СО — **система отсчета**, центр симметрии в основной геометрии, являющийся началом ЕСК.

ПЗМ — **периодический закон микрочастиц** (элементарных частиц), найденный на основе ТФП.

ЭТ — **закон триединства**, основной закон ТФП, объединяющий пространство-время-вещество и требующий связи между ними не только при гравитационных взаимодействиях (как в ОТО), но и при всех видах взаимодействия в веществе.

ЗСДС — **замкнутая система дискретных структур**, которая получена в ТФП при обобщении понятия "квантовая лестница" в современных квантовых теориях.

ВЧ — **виртуальные частицы**, ЭЧ, которые существуют только в подпространствах, дополнительных к лабораторному, "реальному", и непосредственно не наблюдаются в данном подпространстве.

ВС — **виртуальное состояние**, состояние данной ЭЧ, проявляющееся непосредственно в других подпространствах ОП, а в данном ПП, например в лабора-

торном, наблюдается только опосредованно, через проявляющийся результат взаимодействия.

ВТГ – вакуумная теория гравитации, теория гравитации, разработанная на основе ТФП И. Л. Герловинным и В. А. Кратом.

РТГ – релятивистская теория гравитации, теория, разработанная А. А. Логуновым и его коллегами.

ОТО – общая теория относительности, разработанная А. Эйнштейном как обобщение специальной теории относительности (СТО). Трактуются некоторыми авторами как теория гравитации, не имеющая того обобщающего смысла, который был придан ей при создании автором ОТО А. Эйнштейном.

ЧД – черная дыра – понятие, впервые введенное в ОТО и получившее дальнейшее развитие и истолкование в ТФП.

ЭТП – электромагнитная теория поля.

КЭД – квантовая электродинамика.

КС – кварковая структура элементарных частиц в ТФП.

ЭЧ-к – ЭЧ-кварк, образованный, согласно кварковой теории в ТФП, из ГЭЧ.

ЭЧВ-к – ЭЧВ-кварк, образованный, согласно кварковой теории в ТФП, из ЭЧВ.

Квазисостояния – состояния ЭЧ и (субчастиц), возникающие как отображения динамики движения многих частиц в некотором конечном пространстве на локальную, очень малую, или даже бесконечно малую область в виде одной или малого числа частиц (объединенных в систему).

Нормализация в физическом вакууме свойств ЭЧ и ЭЧВ – явление стабилизации основных параметров указанных частиц при взаимодействии их с физическим вакуумом от момента рождения частицы до установления стационарного режима взаимодействия. Стационарный режим, естественно, допускает колебания, связанные с нулевыми колебаниями ФВ.

Нулевые колебания вакуума – спонтанные колебания в физическом вакууме элементарных частиц вакуума.

Нулевые состояния – состояния ЭЧ и ЭЧВ с наименьшим уровнем энергии, соответствующие условиям, при которых никаких взаимодействий у данных ЭЧ и ЭЧВ, кроме как с ФВ, нет.

Внутренние симметрии – симметрии уравнений и структур ЭЧ и ЭЧВ во "внутренних" подпространствах в микро- и мегамире, которые могут опосредованно влиять на свойства ЭЧ и ЭЧВ в первом лабораторном подпространстве, но не могут быть в нем описаны.

Релятивизм – фундаментальное свойство ЭЧ и ЭЧВ, состоящее в том, что уравнения, описывающие эти частицы, инвариантны относительно преобразований, следующих из закона триединства; в частном случае это инвариантность относительно преобразований Лоренца, требуемая СТО.

Магнитный заряд – заряд фундаментального поля, ответственный за магнитные свойства ФП и проявляющийся непосредственно только в ЗПП и не проявляющийся в 1ПП и 2ПП; является свойством фундаментального заряда, которое частично было предсказано Дираком в его гипотезе о "магнитном монополе".

Струна – линейная область проявления ФП, вдоль которой локализуется свойство ФП.

Материальный исток пространства (новое понятие, введенное в ТФП) – физический объект, который определяет геометрию данного ПП и сам, в свою очередь, определяется этой геометрией по закону триединства.

Квантовые свойства вещества – фундаментальные свойства ЭЧ, ЭЧВ и образованных ими частиц (например, ядер атомов) и систем частиц (например, атомов и молекул), состоящие в том, что в результате взаимодействия с ФВ (а не благодаря особенностям измерений) они приобретают такие особенности:

1. Основные физические характеристики имеют дискретный спектр допустимых значений квантовых чисел, численные значения которых у одинаковых частиц тождественно равны в пределах допустимой в ТФП точности численных значений квантовых чисел.

2. Стабильные квантовые числа устанавливаются у ЭЧ и ЭЧВ за конечное время от момента "рождения" (процесс нормализации свойств частиц ФВ). Максимальное время нормализации имеет порядок 10^{-22} с.

3. В процессе нормализации и при активном непрерывном взаимодействии с ФВ некоторые параметры ЭЧ могут спонтанно флуктуировать, однако при этом произведение "дополнительных параметров" сохраняется равным постоянной Планка. Это – углубление и развитие в ТФП принципа дополнительности Бора и соотношения неопределенности Гейзенберга.

4. При активном взаимодействии с ФВ частицы могут в 1ПП проявляться и исчезать, как сейчас говорится, "рождаться" и "уничтожаться", независимо от того, отображается частица на 1ПП или не отображается, она всегда существует в других подпространствах, где процессов "рождения" и "уничтожения" нет.

5. Частично-волновой дуализм. По своей природе ЭЧ и ЭЧВ есть результат отображения на "лабораторное" – первое подпространство свойств, возникших в "более глубоких" внутренних подпространствах и при активном влиянии на этот процесс ФВ. Это приводит к тому, что они должны проявлять в 1ПП как дискретные, так и волновые (полевые) свойства. Поле (или волна) и частица – два дополнительных одно к другому свойства квантовых объектов.

6. Квантовые свойства физического вакуума порождаются пространственно-временной многомерностью и расслоенностью объемлющего пространства вселенной и доминирующей ролью ФВ в формировании свойств ЭЧ и ЭЧВ в 1ПП. Поэтому классические и квантовые свойства ЭЧ и ЭЧВ проявляются в разных подпространствах и являются непременимыми свойствами всех ЭЧ и ЭЧВ и созданных ими структур. Квантовые и классические свойства частиц микромира – две стороны единого описания их в рамках ТФП, описания, которое, кроме привычных классических и квантовых свойств, содержит еще и описание "единых свойств" не квантовых и не классических свойств, которые впервые введены в описание микромира в ТФП.

ОР – определение-резюме. Очень краткий конспект некоторых известных результатов. ОР применяются в работе как справочный материал в надежде на то, что некоторые читатели смогут ограничиться этими сведениями, не обращаясь к специальной литературе. Эта вводная справка, по замыслу автора, должна помочь читателю войти в сферу излагаемых новых подходов как перед чтением, так и в процессе чтения монографии.

1 ЧАСТЬ

ИСХОДНАЯ ПАРАДИГМА, МАТЕМАТИЧЕСКИЕ И ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕОРИИ

Отсутствие должной оценки со стороны других физиков было удручающим, но объяснимым.

Ю. Швингер

В вопросах науки авторитет тысячи не стоит самых простейших доводов одного.

Галилео Галилей

1 СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ, ОБОСНОВАНИЕ ИСХОДНЫХ ПРИНЦИПОВ, АНАЛИЗ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПОНЯТИЙ

В этом разделе дается краткое изложение основных исходных принципов и математической конструкции, лежащей в основе ТФП (подразд. 1.1), и дается развернутый анализ состояния проблемы построения ЕТП (подразд. 1.2–1.10).

1.1.

Переход от квантовой лестницы в современной физике

к дискретной структурной системе вещества в ТФП

Фундаментальной основой современной концепции физики микромира является понятие о квантовой лестнице [1]. В большой степени это представление коррелирует с идеологией развивающейся сейчас стандартной модели [2].

Квантовая лестница как основа методологического подхода современной физики микромира показана в табл. 1.1.

Каждая из этих ступеней представляет собой отдельную область современной физики. Ступени четко характеризуются особенностями строения рассматриваемых в этой области материальных структур

Таблица 1.1

Ступени квантовой лестницы	Энергия переходов ΔE , эВ	Типичный размер, см
Молекулярно-кристаллическая	< 1	$10^{-4} - 10^{-6}$
Атомная	1	10^{-8}
Ядерная	10^{+6}	10^{-12}
Субъядерная	10^{+9}	10^{-13}

(молекулы и кристаллы, атомы, ядра, элементарные частицы). Образ *лестница*, а не наклонная плоскость, например, применен ввиду дискретных скачков свойств при переходе из одной области в другую: так четко определены границы энергий перехода и типичных размеров. Внутри каждой области существует своя спектроскопия с интервалами между уровнями порядка ΔE .

Однако за рамками этой классификации оказываются виртуальные частицы ВЧ [3, 4], которые постулируются как принципиально не наблюдаемые частицы, хотя им приписываются те же квантовые числа, что и у их реальных аналогов, но которые, тем не менее, не подчиняются основному уравнению связи между энергией E и импульсом p

$$E^2 \neq p^2 c^2 + m^2 c^4. \quad (1.1)$$

Не входят в эту классификацию и структурные элементы ФВ, рассматриваемого как материальная субстанция [5–7]. Правда, мнение о том, что ФВ есть не просто понятие о наименьшем уровне состояния элементарных частиц (ЭЧ), а представляет собой, кроме того, еще и структурированную материальную субстанцию, широко распространено, но не является общепризнанным.

Не включены в иерархию квантовой лестницы объекты Вселенной (звезды, звездные скопления, планеты), не включены и физические поля. ТФП рассматривается как основа теории вещества и претендует на расширение понятия квантовой лестницы, охватывающее все вещество, а не его часть.

В ТФП вещество определяется так: это материальная субстанция, обладающая массой как мерой инерции. Масса может быть положительной, отрицательной или даже мнимой, но она должна быть квантовым числом, характеризующим любой структурный элемент вещества.

Все вышеперечисленные материальные структуры являются веществом.

В настоящее время физики не знают структур, лишенных массы. Объекты, у которых масса в какой-то системе координат равна нулю (например, фотон), не лишены массы, так как в других системах координат (СК) она проявляется, кроме того, нулевое значение массы может

соответствовать точке перехода от положительной к отрицательной массе. Тем не менее, нет никаких оснований считать, что все существующие в природе материальные структуры имеют массу. Более того, есть философско-интуитивные основания считать, что природа использует (и, видимо, широко особенно в живых структурах) материальные формы, у которых нет массы как меры инерции. Такая точка зрения имеет право на существование. Если она окажется верной, то это будет означать существенное уменьшение области, в которой справедлива единая теория поля — ТФП. ТФП описывает только материальные объекты, обладающие массой как мерой инерции.

Вопросы, связанные с гипотезой о существовании материальных форм, не имеющих меры инерции, рассматриваются в последних разделах книги.

Согласно ТФП, все структуры вещества образуют замкнутую и взаимосогласованную систему дискретных структур, в которой квантовая лестница является только частью этой системы, хотя и очень существенной частью.

Молекулы, кристаллы, атомы, ядра, субъядерные структуры находятся, согласно ТФП, в одном первом подпространстве (1ПП), которое не является пространством, объемлющим все вещество, а является только базой одного из расслоений в этом объемлющем расслоенном пространстве. Известно, что по определению расслоенных пространств другие подпространства в общем расслоенном пространстве "приклеены", как говорят математики, к базе расслоения только в одной точке. В то же время основные параметры, наблюдаемые в 1ПП, например, такие величины, как масса, заряд, спин, магнитный момент и т. п., формируются в глубинных слоях, а наблюдаются в базе расслоенного пространства. Поэтому, и только поэтому, мы не можем точно рассчитать численные значения этих квантовых чисел, исследуя процессы, протекающие в одном 1ПП, не обращаясь за информацией к другим элементам объемлющего пространства.

Поэтому, и только поэтому, анализируя процессы в 1ПП, мы вынуждены прибегать к вероятностным методам анализа. В самом первом подпространстве мы можем описать систему только с помощью вектора состояния $|\psi\rangle$ и сопряженного ему вектора $\langle\psi|$, причем, вправо говорить только о вероятности перехода частицы из состояния $|\psi_1\rangle$ в состояние $|\psi_2\rangle$

$$p_{2,1} = |\langle\psi_2|\psi_1\rangle|^2. \quad (1.2)$$

Измеренные величины мы вынуждены в этом случае трактовать как собственные значения некоторого оператора A , действующего на данное состояние системы.

В ТФП показывается, что единственность вероятностной оценки наблюдаемых в 1ПП (лабораторном подпространстве), доказанная еще неизвестной теоремой фон Неймана, определяется тем, что эти основ-

ные характеристики физической системы только проявляются в лабораторном подпространстве, а образуются в других подпространствах (слоях) — 2-м, 3-м и в подпространстве физического вакуума — ППВ. Процесс этого образования в 1ПП наблюдать немислимо — у этих подпространств только одна общая точка. Однако, зная законы движения в каждом подпространстве и законы отображения между ними, мы можем не только оценить вероятность наблюдения параметров, характеризующих систему в лабораторном подпространстве, а точно вычислить их численные значения. Но этот расчет возможен только в тех подпространствах, в которых возникает, а не только наблюдается искомым параметр.

Согласно ТФП, ЭЧ имеют явную структуру во втором подпространстве (2ПП), 2ПП есть подпространство виртуальных, принципиально не наблюдаемых в лабораторном подпространстве состояний. В этом подпространстве формируются основные свойства частиц. Эти свойства, отображаясь на лабораторное подпространство, образуют в последнем массу, заряд, спин и т. д. Знание того, как возникают эти свойства в 2ПП и как они отображаются на 1ПП, позволяет точно рассчитать все характеристики ЭЧ при взаимодействии ЭЧ с физическим вакуумом. Эта открытая в ТФП возможность — один из принципиальных результатов теории.

В ТФП найден полный набор элементов всего объемлющего пространства — базы расслоения и слоев. Эти элементы расслоенного пространства в работах по ТФП именуется также подпространствами.

Таким образом, в ТФП представление о квантовой лестнице обобщается до замкнутой системы дискретных структур. Замкнутая система дискретных структур (ЗСДС) в ТФП условно изображена на рис. 1.1.

В ТФП ЗСДС вещества описывается в расслоенном многомерном пространстве [8, 9, 10, 11]. К необходимости выхода из прокрустова ложа одного пространства, в которое сейчас вкладывают все без исключения объекты вещества, пришли многие исследователи [9–13]. Однако единый геометрический подход ко всем структурным элементам вещества реализован только в ТФП [14]. Следует отметить, что за последние годы к этим идеям стали подходить в современных калибровочных теориях [15, С. 93–95].

Реализация указанного подхода — основное содержание этой работы, здесь мы предваряем последующее подробное изложение качественного описанием существа ЗСДС вещества в теории для облегчения понимания последующего. Дадим краткое описание всей ЗСДС вещества (см. рис. 1.1 и 1.2).

Структуры вещества, вошедшие в квантовую лестницу, удалось к настоящему времени весьма успешно описать с помощью современных квантовых теорий только потому, что они на самом деле проявляют себя в одном общем для них пространстве-времени. Это пространство (четырёхмерное псевдоевклидово или псевдориманово) име-

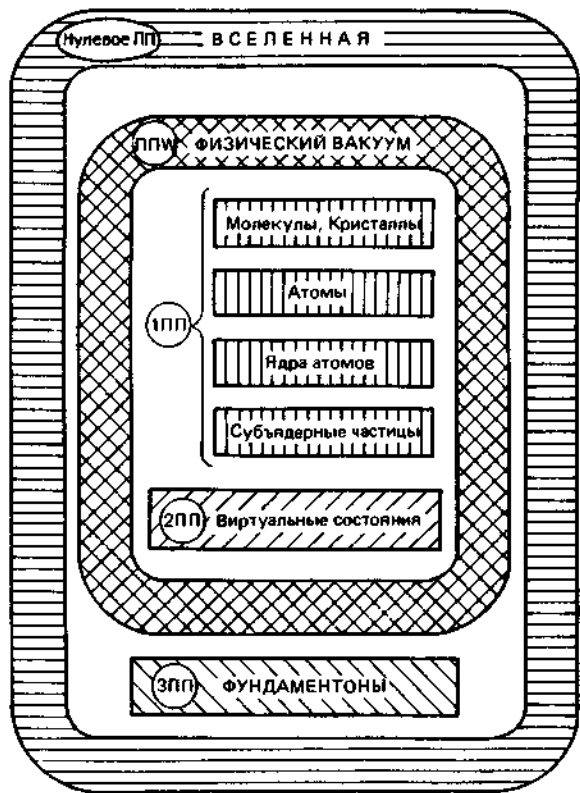


Рис. 1.1. Замкнутая система дискретных структур

уется, как уже упоминалось, в ТФП первым (лабораторным) подпространством. Виртуальные состояния живут в другом подпространстве-времени – в 2ПП. Понятие виртуальные состояния в ТФП имеет такой смысл – это состояние всех элементарных частиц, как проявляющихся, так и не проявляющихся непосредственно в 1ПП, которые обладают в своем подпространстве явно выраженной геометрической структурой, ответственной за все проявляющиеся в 1ПП прямо или опосредованно свойства этих элементарных частиц. Подпространство виртуальных состояний – 2ПП – слой в некотором расслоенном объемлющем пространстве, в котором 1ПП является базой расслоения. Такое объединение первого и второго подпространства названо третьим объемлющим пространством (3ОП).

ФВ образует особое подпространство – подпространство физического вакуума. Оно тоже является слоем, но этот слой входит в другое

объемлющее пространство, названное первым. Первое объемлющее пространство (1ОП) объединяет нулевое подпространство (0ПП), 3ПП и ППВ. Базой этого расслоения является нулевое подпространство. 0ПП – это геометрическая структура всей нашей Вселенной, пространственная часть которой есть трехмерная сфера S^3 [11].

Особую роль в описываемой геометрии играет третье подпространство (3ПП). Это подпространство основных частиц вещества, названных в ТФП фундаментонами. Фундаментон – основная и единственная частица вещества, существующая в 3ПП и являющаяся отображением клетки 0ПП. Все ЭЧ, наблюдаемые в 1ПП или 2ПП (виртуальных состояний), есть отображения на эти подпространства свойств фундаментона, находя-

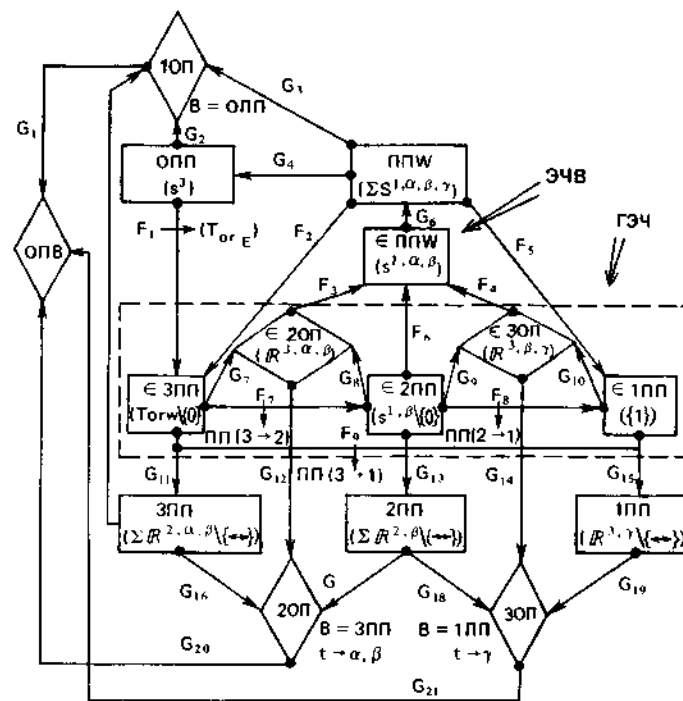


Рис. 1.2. Полная схема всех подпространств, функциональных связей и отображений между ними; сумма элементов подпространства, в которых реализуется ГЭЧ, и элемент подпространства, к которому принадлежат ЭЧВ

□ – физическое подпространство; □ – элемент физического подпространства; ◇ – объемлющее пространство; ◇ – элемент объемлющего пространства; G – оператор вложения; F – отображение любой природы; B – база расслоения в соответствующем пространстве; $t \rightarrow \alpha, \beta, \gamma$ – масштаб времени (α или β , или γ) в соответствующем пространстве или в их элементах; → – силовые линии поля

щегося в том или ином возбужденном состоянии. Таким образом, наблюдая в ИПП, например, протон или электрон, мы фиксируем в этом лабораторном подпространстве отображение на него одного из возбужденных состояний фундаментона. Сказанное справедливо и в отношении всех остальных ЭЧ и их античастиц.

ФВ в ТФП — структурированная материальная субстанция, состоящая из элементарных частиц вакуума (ЭЧВ). ЭЧВ — это виртуальная система, состоящая из голой элементарной частицы (ГЭЧ) и ее античастицы. ГЭЧ — это структурные формы вещества, существующие только в 2ПП. В ИПП проявляется только часть ГЭЧ, вступивших в такое взаимодействие с физическим вакуумом, при котором информация о их существовании может поступить в ИПП.

Фотон — это возбужденное состояние ЭЧВ. Голые ЭЧ и ЭЧВ, объединяясь, создают кварковые структуры, которые наблюдаются в лабораторном подпространстве как обычные ЭЧ (см. подразд. 5.7). Кварки — структурные элементы частиц — представляют собой возбужденные ГЭЧ и ЭЧВ. Такой подход за многие годы разработки теории позволил получить уникальные результаты, перечисленные в предисловии и обобщенные ниже.

По нашему глубокому убеждению, невозможно воспринять этот радикально новый подход без предварительного обстоятельного анализа предыстории эволюционного развития всех используемых в этом подходе представлений. Этому анализу и посвящаются подразд. 1.2–1.10.

1.2.

Единая теория поля

А. Эйнштейн высказал идею о возможности и необходимости создания ЕТП еще в 1908–1910 г. г. и активно работал в этом направлении с 1920 г. [16]. Идея не была принята большинством физиков, более того, сформировалось убеждение, что построение ЕТП в принципе невозможно. Попытки А. Эйнштейна и его немногочисленных сподвижников создать ЕТП осуждались. Даже А. И. Иоффе назвал настойчивое стремление А. Эйнштейна создать ЕТП “маниакальным увлечением” [17, С. 73]. Такое заблуждение разделяло большинство физиков-теоретиков до тех пор, пока в 1979 г. Нобелевской премии были удостоены А. Салам, С. Вейнберг, Ш. Глешоу за создание единой теории электрослабых взаимодействий.

Тем не менее, открыто и прямо программа создания единой теории поля ТФП и первые результаты, полученные на этом пути, были опубликованы в 1967 г. [18], а некоторые исходные идеи — еще в 1945 г. [19]. Правда, уже в 1946 г. сработал феномен лысенковщины — работа была объявлена “лженаучной литературой”, конечно, не только без дискуссии с автором, но и без права автора на защиту своих идей.

1.3.

О внутренней структуре элементарных частиц

Вплоть до конца 50-х г. г. существовало общепринятое табу на рассмотрение внутренней структуры ЭЧ. Так, в учебнике Л. Д. Ландау и Е. М. Лифшица [20, С. 31] было прямо сказано: “Под элементарными частицами подразумевают частицы, которые во всех физических явлениях принимают участие только как целое, т. е. не имеет смысла говорить об их частях”. Поэтому статья И. Л. Герловина, в которой рассматривалась структура ЭЧ, была изъята из ЖЭТФ в 1953 г., хотя гранки были подписаны и в статье содержалась ссылка на работу Г. Хенля [21], в которой рассматривались подобные подходы — сработало табу.

Только после экспериментов Р. Хофштадтера в 1955–58 г. г., за которые он в 1961 г. получил Нобелевскую премию, ошибочное представление о том, что ЭЧ никогда и нигде не могут проявлять внутреннюю структуру, было отвергнуто. Однако работы И. Л. Герловина о свойствах внутренней структуры ЭЧ не были приняты к публикации в ЖЭТФ в 1962 г. и Письма в ЖЭТФ — даже в 1973 г. Инерция табу еще сохранилась, и это несмотря на то, что Л. де Бройль с коллегами [22] уже предложил “ротаторную” модель элементарных частиц, а П. Дирак [23] рассмотрел элементарную частицу конечного размера.

Важно отметить, что трудности, связанные с корректным описанием внутреннего движения у ЭЧ в рамках СТО, оставались. Они отмечались в 5-м (1967 г.) и 6-м (1973 г.) изданиях “Теории поля” Л. Д. Ландау и Е. М. Лифшица, не говоря уже о периодической и монографической литературе.

Таким образом, признание принципиальной возможности рассматривать внутреннюю структуру ЭЧ не означало решение проблемы корректного описания этой структуры. Сохранился внутренне противоречивый подход к этой проблеме. С одной стороны, всеобщее признание реальности составных элементов у адронов, состоящих из кварков, партонов, с другой стороны, на описание механизма движения субчастиц внутри ЭЧ по-прежнему наложен запрет. Кроме трудностей с корректным описанием этого движения в рамках СТО существует категорическая убежденность в том, что движение элементарных частиц, а тем более их составных элементов, нацело лишено детерминизма и носит только вероятностный характер, всегда и везде.

Как будет показано ниже, в ТФП найдена непротиворечивая, реалистическая внутренняя структура ЭЧ, хорошо согласующаяся с экспериментом и с незыблемыми принципами современной физики. Однако эта структура не укладывается в прокрустово ложе квантовой лестницы и требует перехода к структурной лестнице вещества (см. подр. 1.1).

1.4.

Детерминизм и квантовые свойства ЭЧ

Вопрос о том, допустим или не допустим детерминизм при изучении ЭЧ

и их составных элементов, вызвал бурную дискуссию в научной литературе на Западе, которую А. Эйнштейн назвал даже "драмой идей". В нашей научной печати этот вопрос практически не дискутировался: условились считать, что детерминизма не было, нет и быть не может, а на обратную точку зрения был наложен запрет. В то же время этот принципиальнейший вопрос современной физики далеко не решен и, естественно, продолжает серьезно дискутироваться за рубежом даже в специальных изданиях для широкой аудитории [24].

Общеизвестно, что Л. де Бройль, Э. Шредингер и особенно А. Эйнштейн не принимали копенгагенскую, чисто вероятностную трактовку квантовой механики. В результате дискуссии на Солвеевском конгрессе в 1927 г. ведущие физики приняли эту интерпретацию и только один А. Эйнштейн продолжал считать, что "бог не играет в кости". В 1952 г. А. Эйнштейн представил к публикации две работы Д. Бома [25], в которых был поставлен вопрос о возможности существования *скрытых параметров*, возвращающих детерминизм в квантовую теорию.

Эти работы побудили Л. де-Бройля отступить от решения Солвеевского конгресса 1927 г. и вернуться к своим начальным идеям о возможности сохранения детерминизма в квантовой теории. Ввиду большой принципиальной важности, приведем его высказывания по этому поводу [26]: "Несомненно, некоторые, зная, что я оставил свои первые попытки и в течение 25 лет во всех своих работах излагал интерпретацию Бора и Гейзенберга, быть может, обвинят меня в непостоянстве, когда увидят, что я вновь испытываю сомнения по этому поводу и задаю себе вопрос, не была ли в конечном счете правильной моя первая ориентация. . . История наук показывает, что прогресс науки постоянно тормозился тираническим влиянием некоторых концепций, которые, в конце концов, стали считаться догмами. Ввиду этого следует периодически подвергать глубочайшему пересмотру принципы, которые были признаны как окончательные и больше не обсуждались. . . Как бы то ни было, несомненно, полезно приняться вновь за весьма трудную проблему интерпретации волновой механики для того, чтобы посмотреть, является ли интерпретация, считающаяся сейчас ортодоксальной, действительно единственной, которую можно было бы принять".

Вопрос о *скрытых параметрах* Д. Бома был предметом бурной дискуссии. Наиболее четкий итог этой дискуссии сформулировал Г. Липкин [27]: "Построить строгое доказательство того, что скрытых параметров не существует, разумеется, нельзя". Однако введение скрытых параметров, по Д. Бому, только усложняло математический аппарат, но не давало возможности получить какие-то новые результаты. Поэтому продолжается поиск других, альтернативных копенгагенской интерпретации, толкований.

Так, К. Тойоки [28] показал, что нестационарное уравнение Шредингера может иметь точное решение, локализованное в пространстве. Назвав эти решения "волновыми комплексами", он показал, что их

взаимодействие приводит к соотношению де Бройля и что эти комплексы допускают предельный переход к описанию с помощью классического движения материальных точек.

Недавно Крамер [29] показал, что возможна детерминистическая *обменная* интерпретация квантовой механики, в которой волновая функция является реальной распространяющейся в пространстве волной, а не формально-математической "амплитудой вероятности". Однако приведенные здесь и многие другие попытки найти альтернативную интерпретацию вероятностной трактовки квантовой механики до сих пор не привели к пригодным для использования позитивным результатам. Они только убедительно показали, что проблема существует и требует решения.

Представляется особенно важным подчеркнуть такие выводы, которые прямо следуют из анализа многочисленных попыток найти детерминистический подход к истолкованию основ квантовой механики:

Во-первых, принципиальная невозможность познать природу особого движения квантовых объектов (например, электрона в атоме) никем не доказана. Однако это табу продолжает до сих пор сохраняться, хотя оно имеет единственное обоснование — философский агностицизм, обоснование весьма сомнительное.

Во-вторых, практически все попытки решить проблему истолкования принципов квантовой механики сводились к введению новых понятий, представлений и объектов, движение которых описывалось в одном и, как правило, только в четырехмерном нерасслоенном пространстве. Переход во многих работах последнего десятилетия к описанию микрообъектов в многомерном расслоенном пространстве практически не коснулся постулатов вероятностной интерпретации квантовой механики — они остались без изменения.

В-третьих, в струнных и суперструнных теориях, где микрообъекты рассматриваются не как точечные — нуль-мерные, а как одномерные объекты, тоже не подвергается сомнению полная применимость всех общепринятых постулатов квантовой механики. В то же время опубликовано много работ, описывающих струнные объекты как классические, несмотря на то, что речь явно идет о микрообъектах. При этом остается без внимания такое внутреннее противоречие: если все квантовые объекты, в принципе, ни при каких условиях не могут быть описаны классическими или квазиклассическими методами, то как же можно сперва описать их классическими уравнениями, а потом формально проквантовать эти уравнения и считать, что все корректно? Ведь если классического состояния быть не может, то что же мы квантуем?

Известны факты, которые прямо противоречат вероятностной интерпретации природы квантовых явлений. Согласно общепринятому толкованию, вероятность углового распределения положения электрона в атоме одинакова. Преимущественная локализация электрона в тех

или иных атомных областях в принципе запрещена. Между тем, известны эксперименты, которые указывают на то, что при некоторых условиях электрон в атоме выбирает области преимущественной локализации, в которых находится большую часть времени или всегда. Эти экспериментальные факты обстоятельно анализируются, например, в работах М. М. Протодьяконова и Е. С. Макарова [30, 31]. Характерно, что корректно объяснить эти опытные факты удастся только на основе ТФП, что подчеркивают авторы этих работ.

Резюмируя наше изложение вопроса об интерпретации природы квантовых явлений, хотелось бы подчеркнуть, что все накопленные факты, в которых проявляются квантовые свойства вещества, наблюдаются только в нашем названном нами лабораторным пространстве. Если же указанное лабораторное пространство надо рассматривать как базу некоего расслоенного объемлющего пространства, то будут или не будут проявляться такие же квантовые свойства в слоях, приклеенных к базе в одной точке, на основе известных сегодня теоретических и экспериментальных данных ничего сказать нельзя. Это факт, который нельзя игнорировать, опираясь на привычное табу.

Иначе, гипотеза о том, что микрообъекты, полное описание которых возможно только в многомерном расслоенном пространстве, будут проявлять квантовые свойства только в одном из подпространств (в одном слое) и не проявлять их в других подпространствах (слоях), никак не противоречит известным опытным данным и достоверно установленным принципам современных физических теорий. Эта гипотеза — только новый корректный подход к интерпретации природы квантовых явлений.

Упомянутая гипотеза, как ясно из подразд. 1.1 и подробного рассмотрения ниже, играет большую роль в основных физических и математических конструкциях ТФП.

1.5.

Физический вакуум

Через многие ошибки и заблуждения проходит формирование важнейшего понятий современной физики **физический вакуум (ФВ)**. Со времен Аристотеля до начала XX в. в основе практически всех физических теорий было представление о механическом эфире как всепроникающей материальной субстанции.

Признание релятивистских теорий СТО и ОТО привело к тому, что с 20-х гг. нашего века эфир был заменен абсолютной пустотой, кривизна которой определяла гравитацию и, как предполагалось, другие физические поля. Эфир как материальная субстанция был отвергнут.

В начале 30-х гг. в своих работах по квантовой теории П. А. М. Дирак ввел понятие о некоем особом эфире, заполненном частицами микромира с отрицательной энергией. В 1953 г. [32], рассматривая "положение эфира в физике", он продолжал настаивать на его существовании.

Однако завершённую теорию эфира по Дираку создать не удалось, и поэтому в физике продолжало господствовать представление о кривой пустоте.

Экспериментальное открытие поправок к магнитному моменту электрона и сдвига уровня тонкой структуры в атоме водорода заставило физиков наделять окружающую среду таким понятием, как "вакуумные поправки", но табу на материальность ФВ сохранилось.

К 80-м гг. сформировалось ставшее сейчас общепризнанным представление о ФВ. ФВ рассматривается как наименьшее состояние квантовых полей, которое, тем не менее, характеризуется отсутствием каких-либо реальных частиц. Считается, что все квантовые числа у ФВ тождественно равны нулю. В то же время ФВ продолжают наделять все большим количеством никак не объясненных, но жестко постулированных свойств. Считается, например, что действуя на физический вакуум оператором рождения частиц, можно получить из пустого ФВ реальные частицы. Никакого намека на механизм этого процесса нет. Более того, возможность существования такого понятного и подлежащего описанию механизма подвергается сомнению.

Постулируется существование в физическом вакууме различных виртуальных состояний элементарных частиц. Природа виртуальных частиц, кроме того, что они существуют и обладают постулированными свойствами, никак не объясняется. На попытки объяснения — опять общепринятое табу.

Несмотря на то, что ФВ рассматривается как наименьшее состояние квантовых полей, это состояние наделяется способностью к вырождению, при котором вакуум приобретает целый спектр различных "нулевых" состояний. Физическая природа этого корректного следствия формальных расчетов остается невыясненной.

В работе по ТФП, опубликованной в 1967 г. [18], впервые была изложена следующая гипотеза о природе и структуре физического вакуума: при аннигиляции пары частица-античастица они не ликвидируются, как принято сейчас считать, а объединяются в некую систему, названную элементарной частицей вакуума. У ЭЧВ в невозбужденном состоянии в нашем лабораторном пространстве все квантовые числа равны нулю. Это и есть основные виртуальные частицы, из которых состоит весь ФВ. Как мы увидим далее, такое представление о ФВ соответствует всем экспериментальным данным и бесспорным теоретическим представлениям. В 1976 г. Сударшан с сотрудниками [5] повторили указанную гипотезу и показали, что она приводит к представлению о ФВ как о некоей сверхтекучей квантовой жидкости. Упомянутая работа по ТФП и развитие идеи о таком физическом вакууме в работах 1969, 1973, 1975 гг. [33, 34, 7] не были известны группе Сударшана, поэтому они на них не ссылались.

В 1978 г. Сударшан с сотрудниками [35] повторили и вторую идею, содержащуюся в работах по ТФП, — идею о возможности создания

ЕТП с использованием указанного представления о ФВ, однако при этом они сохранили без изменения другие представления, которые с этой гипотезой не совместимы, и поэтому до сих пор не сумели построить ЕТП, хотя очень активно продолжают работать в этом направлении [6] (в последней работе — в сотрудничестве с Вижье).

1.6.

Тахионы

Со времени всеобщего признания СТО, примерно с 1910–1915 гг. по начало 60-х гг., физики единодушно считали, что в природе нет частиц, которые могут двигаться со скоростью, большей скорости света. Отдельные работы, в которых упоминалась возможность такого движения, не повлияли на это единодушное мнение, хотя среди авторов таких работ было немало крупных ученых [36]. В 60-е гг. правомерность очередного табу была поставлена под сомнение и в физику был введен термин тахион для частиц, движущихся со скоростью, большей скорости света. К 1986 г. по проблеме тахионов было опубликовано уже более 700 работ, в большинстве которых признавалась возможность существования таких частиц и предсказывалась большая вероятность того, что они будут играть значительную роль в будущих теориях. Особенно большой вклад в разработку теории тахионов внесла группа Е. Реками (см., например, [37–40]^{x)} и пионерские работы Я. П. Терлецкого [41, 42].

Таким образом, многолетнее табу, наложенное на сверхсветовые частицы — тахионы, заколебалось, но далеко не снято до сих пор. Основной аргумент сторонников табу сводится к следующему. Если допустить, что в нашем мире могут существовать как частицы, движущиеся со скоростью, меньшей скорости света, — тардионы, и одновременно с ними частицы со сверхсветовыми скоростями — тахионы, то нетрудно видеть, что при этом предположении нарушается принцип причинности [43]. Такая трудность существует. Все многочисленные попытки обойти ее не приводили к успешному результату. В ТФП она преодолена.

В качестве резюме, по нашему мнению, следует сформулировать такое заключение. Тахионы и тардионы не могут одновременно существовать и проявляться в одном и том же пространстве, т. к. это нарушает принцип причинности. Принцип причинности не будет нарушаться, если тардионное движение допускается в одном слое некоего объемлющего пространства, а тахионное движение — в другом слое, являющемся дополнительным подпространством по отношению к первому.

Таким образом, сохраняющиеся сейчас трудности с созданием реалистической теории тахионов могут быть преодолены в том случае,

^{x)} Здесь и далее даются ссылки только на наиболее яркие, по мнению автора, работы. В следующих ссылках слова "см., например," не пишутся, но всегда подразумеваются.

если тардионы и тахионы могут существовать только в разных слоях одного объемлющего пространства, что и реализуется ТФП.

1.7.

Черные дыры в мега- и микромире

При решении уравнений ОТО в области с радиусом, равным или меньшим гравитационного радиуса $r_G = \frac{2mG}{c^2}$ (численный коэффициент

в правой части может быть равен 1 и 1/2), возникли определенные трудности [44], что побудило объявить эту область "нефизической" и исключить из рассмотрения. Примерно до 50-х гг. это очередное табу сохранялось, пока не установили, что соответствующее переопределение координат позволяет рассматривать процессы, протекающие и в этой "запрещенной области". Так появилось в ОТО новое понятие "черная дыра" (ЧД). Теория ЧД активно разрабатывается [45, 46].

Однако, сняв табу с рассмотрения макроскопических ЧД, многие исследователи сохранили его в отношении возможного существования ЧД в микромире [47]. Теория ЧД к настоящему времени содержит много интереснейших математических проработок (особенно это видно в работе [46]). Однако эти проработки оставляют открытым вопрос о физической природе ЧД.

Таким образом, к настоящему времени не было достаточных оснований для утверждения о том, существуют ли на самом деле в природе ЧД и где их следует наблюдать — в макро- или микромире, а может быть, и там и тут.

Нам представляется, что вакуумная теория гравитации (ВТГ) [48–52], разработанная на основе ТФП, достаточно убедительно показала, какова физическая природа возникновения ЧД и что они являются объектами микромира, а не мегамира. В ТФП показывается правомерность и правильность предсказаний, содержащихся в работах М. А. Маркова [53–55] и К. П. Станюковича [56, 57], в которых утверждается, что черная микродыра с планковским радиусом играет фундаментальнейшую роль в образовании элементарных частиц. Последние работы по ЕТП вновь показали актуальность такого подхода.

Развитие этого вопроса будет предметом рассмотрения в одном из разделов данной работы.

1.8.

Триединство пространство-время-вещество

В основном уравнении ОТО

$$R_{ik} - \frac{1}{2} g_{ik} (R - 2\Lambda) = \frac{8\pi G}{c^4} T_{ik} \quad (1.3)$$

А. Эйнштейн впервые установил связь между тремя фундаментальнейшими понятиями физики: пространство-время-вещество. Это триедин-

ство и стимулировало идею о возможности создания ЕТП. Однако в правой части этого уравнения содержится тензор энергии-импульса T_{ik} , относящийся к исследованному веществу, и константа взаимодействия G , относящаяся только к гравитации. Объединить гравитационное и электромагнитное взаимодействия в рамках основного уравнения ОТО, левая часть которого интерпретировалась как пустое пространство с кривизной, ни Гильберту, ни Г. Вейлю, ни А. Эддингтону, ни А. Эйнштейну [58, 59], ни их многочисленным последователям [10] не удалось.

А. Салам высказал интереснейшую идею о том, что открытая А. Эйнштейном связь пространства-времени с материей могла быть распространена на другие виды взаимодействий, если бы имела место *сильная гравитация* с другой константой связи, которая на много порядков больше G . Известно много попыток реализовать эту идею А. Салама (см. [60, 61]), но до сих пор это не увенчалось успехом. Трудность заключается в том, что такую гравитацию в рамках ОТО реализовать не удавалось. Кроме того, выявилась и другая трудность, связанная с решением проблемы триединства: если трактовать зависимость (1.3) как уравнение поля, то тензор энергии-импульса T_{ik} этого поля тождественно равен нулю. Переход к сильной гравитации приводит к такому же результату.

А. А. Логунов с сотрудниками [62–65], убедительно показав, что трудность, связанная с равенством нулю тензора энергии-импульса, принципиально не устранима, пришли к выводу о неполноте ОТО и необходимости создания новой теории гравитации – релятивистской теории гравитации (РТГ). В РТГ T_{ik} не равен нулю, но при этом ограничиться уравнением вида (1.3) не удастся. Сейчас рано говорить о том, какой вклад в окончательную теорию гравитации внесет РТГ, это дело будущего. Однако переход от ОТО к РТГ не снимает трудностей, связанных с решением задачи создания триединства для разных материальных форм и взаимодействий, которую поставил, но не успел решить А. Эйнштейн. Это связано главным образом с тем, что ОТО предполагает распространение найденных в ней законов и на другие взаимодействия (сильную гравитацию А. Салама, например), в то же время РТГ четко ограничивает теорию рамками гравитации.

Проблема установления полной формулировки закона триединства (ЗТ) для всех видов вещества (конечно, не материи вообще) является одной из основных в ТФП, и далее ей будет уделено должное внимание.

1.9.

О многомерных и расслоенных пространствах

Основные физические теории, а именно: классическая механика Ньютона, СТО, ОТО, нерелятивистская и релятивистская квантовые механики, электромагнитная теория поля (ЭТП), квантовая электродина-

мика (КЭД), – строились в одном действительном пространстве [66]. Процессы, проходящие в мнимом пространстве, считались “нефизическими”. Между тем, накапливались серьезные результаты, которые ставили под сомнение правомерность этого табу. В числе таких результатов следует назвать работы Г. Вейля [67], Т. Калуцы [68] и, конечно, результат, полученный всеми авторами, исследующими черные дыры [12], согласно которому, пересекая сферу Шварцшильда, мы оказываемся в мнимой области.

В неразрывной логической связи с указанным табу находится и другое. Во всех упомянутых теориях процессы рассматриваются либо в трехмерном евклидовом пространстве, либо в псевдоевклидовом пространстве Минковского, или в псевдоримановом пространстве, введенном А. Эйнштейном при формулировании ОТО. Пространства с большим числом измерений – многомерные пространства, – а тем более расслоенные пространства до последнего времени в физике практически не рассматривались. На их использование в реалистических теориях было тоже наложено табу.

В течение длительного времени теоретические работы, в которых использовались многомерные и/или расслоенные пространства, рассматривались как подходы, в которых используются изолированные, формально-математические методы, не имеющие отношения к реально протекающим процессам в природе. Об эвристической ценности достижений современной математики не было и речи. Работы по суперсимметрии [69, 70], а также по струнам и суперструнам [71–73] впервые заставили физиков задуматься над тем, не реализует ли на самом деле окружающая природа многомерные и расслоенные пространства. Эта возможность снятия очередного табу воодушевила многих физиков, и работы по суперсимметрии, супергравитации, струнам и суперструнам стали занимать все больше и больше места в публикациях последних лет.

Легко видеть, что вопрос о реальности процессов, протекающих в многомерных и расслоенных пространствах, самым непосредственным образом связан с реальностью процессов, протекающих в мнимой области, т. к. математическая структура многомерных и расслоенных пространств обязательно содержит такие области. Элегантность, логическая замкнутость и результативность работ по суперсимметрии [74–77], струнам и суперструнам [78–82] укрепили надежду на большую их перспективность.

Однако все больше и больше стали накапливаться трудности, связанные с физической интерпретацией полученных результатов. В основе этих трудностей такая проблема: в нашем мире, будем по-прежнему именовать его лабораторным пространством, процессы наблюдаются либо в трехмерном евклидовом пространстве, либо в четырехмерном пространстве-времени. Для того, чтобы реализовать переход от многомерного и расслоенного пространства к четырехмерному пространству-времени, надо как-то компактифицировать *лишние* пространства

и координаты. Для полной ясности важно не только найти формально-математическое решение этой проблемы, но и выяснить его разумное физическое истолкование. Несмотря на участие в этих работах многих сотен квалифицированных исследователей, проблема остается нерешенной и, более того, трудности в ее решении продолжают накапливаться.

В работах по ТФП [7, 14, 18, 19, 33, 34, 48 – 52, 84–87] в самом начале их развития была заложена парадигма, содержащая необходимые и достаточные условия существования жизнеспособных и развивающихся систем (см. разд. 2 данной работы). В этой парадигме и в ее реализации в указанных работах по ТФП содержалось решение проблемы физических основ правомерности описания физических объектов в многомерных и расслоенных пространствах. К сожалению, эта математическая основа найденных физических закономерностей до последних лет не была до конца осознана. В связи с этим были сделаны попытки использовать в работах по ТФП новый математический аппарат, названный сперва *дикомплексным формализмом* [34], а затем – *дискретно-континуальной геометрией* [7]. И только в начале 80-х гг. было выяснено, что в парадигме и ТФП речь идет о новой интерпретации уже в основном известного формализма современных математических теорий. Это позволило описать многие результаты, полученные в работах по ТФП, на языке этих математических теорий, что углубило и расширило теорию, сделало ее более понятной и ярко высветило глубокую корреляцию между работами по ТФП и многими самыми последними исследованиями, связанными с попытками построить ЕТП.

Кроме того, предоставилась возможность глубоко осознать эвристическую ценность многих разделов современной математики [6, 9, 88–94]. обстоятельное изложение указанных вопросов содержится в данной работе.

1.10.

Резюме

В заключении краткого анализа и определения основных понятий и исходных принципов ТФП представляется необходимым напомнить некоторые исторические факты, которые имеют существенное методическое значение для понимания правомерности некоторых новых подходов, используемых в ТФП.

1. После предсказания Юкавой существования мезона, ответственного за ядерные силы, был открыт мюон. В течение 12–15 лет все физики мира считали, что с помощью мюона природа реализует мезонные ядерные силы. Эта ошибка была исправлена после того, как был открыт пион, и из опыта выяснилось, что мюон – это некий особый вид тяжелого электрона. Об этом всеобщем заблуждении сейчас принято не упоминать.

2. Был примерно двадцатилетний период, когда считалось, что уравнения поля вообще неперспективны в теории элементарных час-

тиц. Считалось, что S -матричный и групповой подходы являются достаточными и единственными. Особенно ярко эта точка зрения изложена в работе [90], которая была опубликована всего за 9 лет до того, как за создание полевой теории электрослабых взаимодействий была присуждена Нобелевская премия. Этот период всеобщего заблуждения тоже стараются предать забвению.

3. Многие годы большинство физиков считало, что метод, предложенный Редже [66], известный в физических кругах как "реджистика", будет кардинальным в процессе создания теории элементарных частиц. Эти надежды не оправдались. Реджистика оказалась весьма частной закономерностью. Об этом всеобщем заблуждении практически тоже не упоминают.

4. Особенно драматичным было крушение всеобщего убеждения в том, что закон сохранения пространственной четности универсален. Нарушение этого закона для слабых взаимодействий, предсказанное в 1956 г. и подтвержденное экспериментом в 1957 г., было совершенно неожиданным для большинства физиков.

5. Список других идей и принципов, которые переживали достаточно яркий бум, а затем были забыты и отвергнуты, можно без труда умножить, но в этом здесь нет необходимости. Рождение и гибель тех или иных идей, перспективность которых была завышена, естественны при развитии любой науки, однако если в каждый данный момент взлета тех или иных представлений они рассматривались как истины в последней инстанции, и противоречащие им предложения отвергались, то это приводило и продолжает приводить к искусственному торможению науки. А именно от такого, с позволения сказать, "научного" подхода страдали и продолжают страдать работы по ТФП – им всегда можно было противопоставить то или иное модное сегодня направление и наложить очередное табу.

Семь табу, наложенные в свое время на результаты, полученные в ТФП во время ее развития, давно отвергнуты, а ярлык "вне науки", наклеенный на теорию сторонниками лысенковщины, продолжает существовать.

6. Данная работа адресуется тем ученым, которые считают, что: во-первых, лысенковщина не имеет права на существование, во-вторых, точка зрения, принятая большинством специалистов в той или иной области физики, не может рассматриваться как истина в последней инстанции и что на противоречащие этой "истине" работы не может быть наложено табу, в-третьих, в науке нет жрецов, и поэтому специалисты, работающие в направлении, по их же мнению, еще не созданной единой теории поля, не являются специалистами в этой будущей теории, а являются только специалистами по определенным методам создания ЕТП, в связи с этим они не могут быть единственными судьями в вопросе о том, какое направление в создании ЕТП окажется в конечном счете перспективным. Тем более, конечно, эти ученые не могут опре-

делять судьбу уже существующей единой теории поля — пусть они пользуются своим правом создавать другую, если ТФП как единая теория всех известных взаимодействий их не устраивает.

В целом современную ситуацию можно считать преддверием подъема на новую, более высокую ступень познания — новую парадигму физики XX века вслед за теорией относительности и квантовой механикой.

Л. А. Шелепин

2 ПАРАДИГМА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЖИЗНЕСПОСОБНЫХ И РАЗВИВАЮЩИХСЯ СИСТЕМ — МЕТОДОЛОГИЧЕСКАЯ И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОСНОВА ПОСТРОЕНИЯ ТФП И РЯДА ДРУГИХ ТЕОРИЙ

2.1.

Постановка задачи

Еще в начале века академик В. И. Вернадский высказал и развил идею о том, что Человечество на Земле и окружающая его живая и неживая природа составляют нечто единое, живущее по общим законам природы, и назвал это единство ноосферой.

Идеи В. И. Вернадского и некоторых других наших ученых (Н. Ф. Федорова, В. Н. Сукачева, Н. В. Тимофеева-Ресовского, А. А. Богданова) существенно развил академик Н. Н. Моисеев [96, 97], показав, что открытая Дарвином триада — наследственность, изменчивость и отбор — должна играть важную роль в эволюционном развитии всех элементов ноосферы. Большой вклад в этот глобальный вопрос внесли работы И. Р. Пригожина [98, 99] и некоторых других иностранных ученых, особенно П. Т. де Шардена [100].

Однако теории ноосферы еще нет, она разрабатывается. Первым шагом в создании этой теории, по-видимому, самой важной для судеб цивилизации на Земле, могла бы быть методологическая и философско-математическая основа — парадигма, на основе которой такая теория могла бы быть построена. Назовем эту основу парадигмой для жизнеспособных и развивающихся систем.

2.2.

Работы и факты, на которые сейчас могут опираться основы парадигмы

ПЖиРС сформулирована еще в 1946 г. как основа для построения ТФП. Сама парадигма не публиковалась, так как сразу же были выяснены возможности использования ее в политике, экономике и других науках. В застойные годы такая публикация была невозможна и могла лишить небольшой коллектив ее сторонников возможности вообще работать (как это было с Н. И. Вавиловым и другими пионерами в науке). Только в 1969–70 г. г. автор ПЖиРС решился опубликовать некоторые идеи парадигмы, да и то в качестве "фантастического повествования" и под псевдонимом [101]. Первая научная публикация ПЖиРС состоялась только в 1988 г. [102].

Отсутствие парадигмы как фундаментальной опоры тормозит практическое использование теории систем во многих областях науки. Рассмотрим это на примере современной теоретической физики.

Необходимость формирования новой парадигмы для теоретической физики к настоящему времени окончательно созрела. На самом деле, парадигма, именуемая "классической физикой", с 30-х г. г. начала заменяться парадигмой, основанной на теориях относительности (СТО и ОТО) и квантовой физике. Интуитивно суть этой парадигмы понятна, однако она до сих пор не сформулирована. Более того, для формирования такой парадигмы сейчас усиленно ведутся работы по так называемой "квантовой логике".

Бурное развитие современной физики за последние годы показало, что "квантово-релятивистская" парадигма устарела, не успев родиться. Первым это почувствовал А. Эйнштейн, он до дня своей смерти не принял "квантовую логику" как фундамент современной физики. Весьма определенно высказался по этим вопросам и Л. де Бройль (см. цитаты в разд. 1). В таком же духе высказался и П. А. М. Дирак.

В серии статей, опубликованных в американском журнале *Int. Journal of Fusion Energy* [103] в 1985 г., на основе анализа результатов последних экспериментов в области квантовой радиофизики прямо говорится о необходимости "... запоздалой ревизии аксиоматических представлений современной физики". Примеры таких высказываний можно умножить. Однако необходимость такой радикальной перестройки современной физики далеко не всеми осознана.

Мы показали необходимость построения ПЖиРС, но для ее формирования не хватало решения такого вопроса: какова суть общего закона природы, обеспечивающего жизнеспособность всех указанных систем, и с помощью какого математического аппарата этот закон можно описать и использовать для создания теории в дальнейшем?

За истекшее с 1946 г. время появилось много работ, которые позволяют со ссылкой на них изложить основы ПЖиРС современным языком, так как эти работы вплотную подошли к ПЖиРС. К настоящему времени

подступы к ПЖиРС обозначились в ряде работ по системам, далеким от равновесия [95–99], по струнным и суперструнным теориям [78–82], в рамках которых многие физики пытаются сейчас решить проблему создания единой для всех взаимодействий в микромире теории и особенно в работах по ТФП, основанной на ПЖиРС. Современная формулировка ПЖиРС должна, по нашему мнению, быть такой.

2.3. Основы парадигмы

Любая теория, базирующаяся на ПЖиРС, должна удовлетворять следующим принципам, которые составляют основу парадигмы:

1. Для полного описания любой жизнеспособной и развивающейся системы необходимо представить ее расположенной одновременно в разных подпространствах — слоях некоторого объемлющего расслоенного пространства.

2. Пространственно-временная структура системы в слоях (базе) объемлющего расслоенного пространства при любых сколь угодно кардинальных различиях подчинена единому для всех слоев закону триединства пространства-времени-вещества. Иными словами, для всех жизнеспособных систем существует пространственный метаморфоз (ПМ), при котором данная система в разных слоях (и базе) объемлющего пространства имеет взаимосогласованные, но разные пространственно-временные структуры (Пример использования пункта 2 для ГЭЧ в ТФП показан на рис. 2.1).

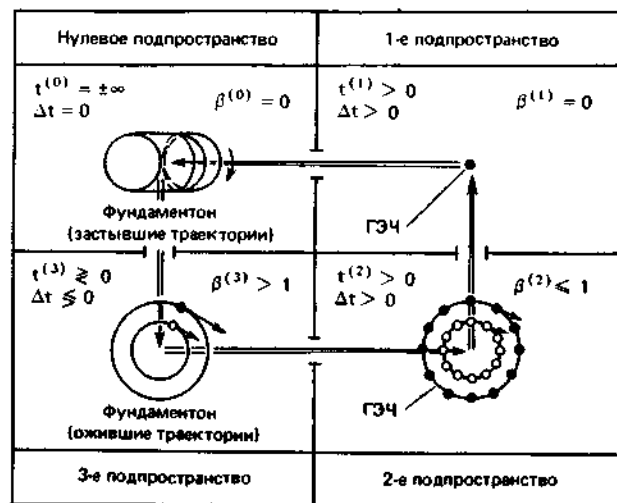


Рис. 2.1. Пространственный метаморфоз структуры голой элементарной частицы

3. По отношению к данному подпространству — базе и/или слою — любое дополнительное к нему подпространство, входящее в полное объемлющее пространство, всегда находится в мнимой области. Мнимая область в этом случае — не формально-математический прием, а реальная структурная особенность всех жизнеспособных и развивающихся систем.

Примечание. Первые три принципа характеризуют условия устойчивости системы, ее жизнестойкости. Но для того, чтобы система была жизнеспособной во времени, а не только устойчивой в данный момент, она должна удовлетворять определенным условиям стойкости в процессе жизни и способности не просто к развитию, а к саморазвитию.

Следующие пять принципов регламентируют условия, необходимые и достаточные для того, чтобы система стала саморазвивающейся. Саморазвитие — один из основных принципов жизнеспособной системы. В процессе саморазвития система может подвергаться и временному метаморфозу, но, в отличие от пространственного метаморфоза, этот вид метаморфоза не является обязательным для систем, удовлетворяющих ПЖиРС.

4. Между пространствами-слоями или между базой данного расслоения и слоем возможна связь только по каналу информации. По этому каналу идут не только сведения о процессах, протекающих в пространстве-источнике информации, но и сигналы, управляющие общими процессами. Таким образом, информация трактуется в широком смысле.

5. В стационарном режиме по каналу информации идет сигнал, который может приносить в подпространство, в которое он поступает, только отрицательную энтропию.

6. Развитие жизнеспособной системы реализуется резким возрастанием потока информации, несущей отрицательную энтропию. В этой информации могут содержаться и сигналы, которые управляют триадой развития Дарвина — изменчивостью, наследственностью и отбором.

Если поток отрицательной энтропии доминирует над производством положительной энтропии, то система становится способной к самоорганизации.

7. Просачивание по каналу информации сигнала, несущего положительную энтропию, или обрыв канала информации, несущего отрицательную энтропию, ведут к болезни или гибели системы.

8. Если нарушаются замкнутость и/или коммутативность диаграммы отображений, описывающей все каналы информации объемлющего пространства, то система теряет жизнеспособность и обязательно погибает.

Перечисленные восемь принципов ПЖиРС существенно ограничивают бесконечное множество решений, содержащихся в уравнениях математических теорий: динамических систем, расслоенных пространств, отображений и других используемых для исследования систем.

Все эти принципы, кроме триады Дарвина, использовались при разработке единой теории фундаментального поля ТФП. Триада Дарвина

включена нами в перечисленные условия под влиянием работ Н. Н. Моисеева.

По нашему мнению, предложенная парадигма может рассматриваться как некоторый шаг в направлении развития работ В. И. Вернадского, Н. Н. Моисеева, И. Р. Пригожина, направленных на создание теории ноосферы. Нетрудно видеть, что предлагаемая вниманию читателя ПЖиРС находится в русле идей Н. Винера, который рассматривал кибернетику существенно шире того понятия, которое вкладывается сейчас в понятие "системотехника".

Однако дальнейшее изложение ПЖиРС, особенно математического аппарата, необходимого для ее использования, невозможно до описания основ этих далеко не общеизвестных разделов современной математики.

Кто бы мог подумать, что мы будем так много знать и так мало понимать ...

А. Эйнштейн

Многие современные научные сочинения написаны неким полумистическим языком, как бы специально для того, чтобы создать у читателя тягостное ощущение присутствия какого-то супермена.

К. Ланцош

3 ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЭВРИСТИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СОВРЕМЕННОЙ МАТЕМАТИКИ. ОСОБЕННОСТИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО АППАРАТА ТЕОРИИ

3.1.

Состояние вопроса

Программа, развернутая в разд. 1 и 2, не может быть решена без активного использования не только технических, но и эвристических возможностей современной математики.

Становление современной математики привело к появлению большого количества новых объектов и связанных с ними законов и правил, которые уже нельзя считать результатом экстраполяции по ступеням прямых абстракций тех или иных известных объектов и явлений природы.

Почти для всех обсуждаемых *внутренних, чисто математических*, объектов пока не удалось установить такие ступени абстракций, которые бы заканчивались четко осознанным объектом природы, абстрагируя все или некоторые свойства которого, мы получили бы этот математический объект. Для использования эвристических возможностей математики надо научиться проследивать этот путь от абстрактного к действительному.

3.2.

Постановка задачи

Ставится задача о необходимости разработки такой весьма общей теории отображений *внутриматематических* объектов (условимся так именовать абстрактные математические объекты, созданные в рамках законов самой математики) на объекты Природы. Первые шаги в этом направлении сделаны в ТФП. При этом речь идет не о возвращении к мистическим идеям начала века о влиянии на наш мир "потустороннего мира" иных измерений. Речь идет о том, что мир иных измерений — не "потусторонний мир", а наш реальный мир, но не обязательно тождественный привычному евклидову пространству или даже ставшими привычными псевдориманову или псевдоевклидову.

До сих пор фактическое использование *внутриматематических* понятий для отыскания соответствующих им объектов природы в большинстве случаев носило спонтанный характер догадок, прикидок, озарений. Нам думается, что наступило время регламентировать этот процесс. Принципы этой регламентации, как будет ясно из дальнейшего, заложены в основу парадигмы для жизнеспособных и развивающихся систем, на основе которой строилась и ТФП.

3.3.

Математическая основа

описания явления пространственного метаморфоза

Термин метаморфоз широко используется в современной биологии и обозначает радикальное изменение структуры и свойств организма со временем, например, гусеница становится куколкой, а потом бабочкой. Для некоторых видов живых организмов этот метаморфоз во времени — временной метаморфоз — важное условие жизнеспособности и развития. Однако это условие не является обязательным для всех живых организмов. Большинство живых организмов не подвержено временному метаморфозу. Пространственный метаморфоз, требуемый ПЖиРС, должен реализовываться во всех жизнеспособных и развивающихся системах, в том числе, конечно, и во всех структурных элементах вещества (см. разд. 2).

Для любых расслоенных пространств существование хотя бы одного вида ПМ следует уже из определения этих пространств [10, 11]. Действительно, любая геометрическая конструкция, существующая в слое,

реализуется в базе только в виде точки, той самой точки, которая является общей для слоя и базы. В системах, удовлетворяющих ПЖиРС, вид ПМ в каждом случае определяется составом и конструкцией расслоенных пространств, в которых реализуется система, и особенностями отображения между всеми подпространствами.^{х)}

Сейчас практически нет в литературе единого изложения общей теории отображений. Она входит важным фрагментом в самые разные разделы современной математики. На них мы и опираемся в этом разделе.

В современной математике имеются обстоятельные разработки многих вопросов теории отображений, которые могут служить не только руководством для решения конкретных технических задач, но и, что особенно важно, представляют огромную эвристическую ценность.

В этом подразделе мы перечислим основные сведения из современной теории отображений, которые так или иначе используются в последующих расчетах. Из-за дефицита места в этой работе мы ограничимся только сведениями, которые будем именовать определениями-резюме (ОР). Всем перечисленным ниже ОР присваивается номер для ссылки в дальнейшем и дается ссылка на литературу, где читатель сможет найти подробное изложение и доказательства этих результатов современной математики, представляющих часть того, что положено нами в основу описания отображений в теории, и в частности описания явления ПМ.

Первая группа ОР, описывающих пространства и их элементы в теории

ОР 1. Топологическое пространство называется пространством Хаусдорфа или хаусдорфовым, если в нем выполняется следующая аксиома Хаусдорфа:

любые две его различные точки $x, y \in X$ обладают непересекающимися окрестностями [11, Т. 5, С. 777],

$$O_x \cap O_y = \emptyset.$$

Окрестность любой точки, по определению, — открытое множество.

Примечание. На самом деле, в дальнейшем на окрестность будут наложены некоторые дополнительные условия.

ОР 2. Если в пространстве X выделена некоторая точка $x_0 \in X$,

^{х)} Здесь и далее мы по-прежнему именуем все элементы расслоенных пространств — слой и базы — *подпространствами* некоторого объемлющего пространства. В этом смысле в расслоенном пространстве понятие подпространства применительно к слою и базе рассматривается как синоним этих понятий.

то такие пространства (X, x_0) имеют существенные особенности и называются пунктированными пространствами [93, С. 13].

ОР 3. Если у окрестности O_x какой-либо точки топологического пространства есть граница ∂O_x , то окрестность с границей образует замкнутое множество.

Подпространство, состоящее из точек, у которых есть максимальные окрестности O_x с границей ∂O_x , не будет хаусдорфовым.

ОР 4. Компактным называется такое топологическое пространство, каждое открытое покрытие которого содержит конечное подпокрытие.

Это означает, что если $\{U_s\}_{s \in S}$ — открытое покрытие пространства X , то существует конечное множество $\{s_1, \dots, s_k\} \in S$ такое, что $X = U_{s_1} \cup U_{s_2} \cup U_{s_3} \cup \dots \cup U_{s_k}$, где U_{s_i} — элемент покрытия $\{U_s\}$, т. е. открытое множество; \cup — теоретико-множественное объединение [91, С. 196].

ОР 5. Декартовым произведением топологических пространств X и Y называется пространство $X \times Y$, элементами которого являются упорядоченные пары (x, y) , где $x \in X, y \in Y$. Топология на декартовом произведении называется тихоновской топологией [91, С. 127]. Она порождается семейством проекций

$$p_s : \prod_{s \in S} X_s \rightarrow X_s.$$

ОР 6. Букетом двух пунктированных пространств (X, x_0) и (Z, z_0) называется пространство

$$(Z \times \{x_0\}) \cup (\{z_0\} \times X).$$

Более подробно об этом см. [91, С. 19, 127] и [93, С. 14].

Вторая группа ОР, описывающих сами отображения и гомотопии

ОР 7. Наиболее важные свойства непрерывных отображений, компактных множеств, связных множеств составляют основной предмет общей топологии. Задача существования или несуществования непрерывных отображений $f: X \rightarrow Y$ между двумя топологическими пространствами X и Y методами отображения топологии в алгебру составляет предмет алгебраической топологии.

ОР 8. Для формализации естественного интуитивного представления о связях различных видов отображений между двумя топологическими пространствами вводится понятие гомотопии. Гомотопией F пространства X в пространство Y называется непрерывное отображение декартова произведения $X \times I$ в Y :

$$F : X \times I \rightarrow Y,$$

где X, Y — топологические пространства; $I = [0, 1] \subset \mathbb{R}^1$ — единичный отрезок.

Для каждого t гомотопия F_t определяет непрерывное отображение $F_t: X \rightarrow Y$, задаваемое следующей формулой:

$$F_t(x) = F(x, t); \quad t \in I, x \in X.$$

ОР 9. Отображения $f: X \rightarrow Y$ разбиваются на множество непересекающихся гомотопических классов $[X, Y]$, которые имеют ряд закономерностей, выделяющих их из класса топологических пространств общего вида. Главная особенность — это наличие во многих случаях групповой структуры (см. ОР 15).

ОР 10. Универсальное свойство отображений в декартово произведение состоит в следующем:

если $p_x: X \times Y \rightarrow X$ и $p_y: X \times Y \rightarrow Y$ — проекции декартова произведения $X \times Y$ на первый и второй сомножители соответственно, то для любой пары отображений из некоторого пространства Z в X и Y соответственно

$$f: Z \rightarrow X; \quad g: Z \rightarrow Y$$

существует единственное отображение $h: Z \rightarrow X \times Y$ такое, что $p_x \circ h = f$ и $p_y \circ h = g$, где \circ — знак композиции отображений.

ОР 11. Топология факторпространства. Пусть A — замкнутое подмножество пространства X .

Рассмотрим переход к факторпространству X/A , получающийся сжатием подмножества A в точку. Рассмотрим отношение

$$\alpha = (A \times A) \cup \{(x, x), x \in X\} \subset X \times X$$

и положим

$$X/A = X/\alpha.$$

Итак, факторпространство пространства X по подмножеству A определяется как факторпространство пространства X по отношению α [93, С. 11].

ОР 12. Основное свойство букета пространств $(X, x_0) \vee (Z, z_0)$ для любых непрерывных отображений

$$f: (Z, z_0) \rightarrow (W, w_0);$$

$$g: (X, x_0) \rightarrow (W, w_0)$$

существует и единственно такое отображение:

$$h: (Z \vee X, *) \rightarrow (W, w_0),$$

где $*$ — точка скрепления букета, что

$$h|Z = f,$$

$$h|X = g.$$

Это отображение h обозначается через (f, g) .

Примечание: Описанное свойство ОР 12 является аналогом свойства ОР 10, но для обратного направления отображений f и g . Такие свойства называются двойственными.

ОР 13. Стандартное отображение сферы в букет двух сфер $\psi: S^i \rightarrow S^i \vee S^i$ приводит к тому, что экватор S^{i-1} целиком переходит в точку S_0 скрепления букета $S^i \vee S^i$. Такое отображение во всех точках, кроме экватора, является а) взаимно однозначным; б) сохраняющим ориентацию.

Алгебраические структуры в общей теории отображений

ОР 14. Если для данного топологического подпространства выбран для анализа некоторый алгебраический объект $F(X)$ (группа, кольцо, модуль), то условием отображения $f: X \rightarrow Y$ является требование существования гомоморфизма

$$F(f): F(X) \rightarrow F(Y).$$

ОР 15. Для пунктированных пространств определяются гомотопические группы

$$\Pi_n(Y, y_0) = [(S^n, s_0); (Y, y_0)].$$

Групповая операция вводится в $\Pi_n(Y, y_0)$ следующим образом [11, Т. 1, С. 1062–1063]: если $n \geq 2$, $x = [u]$, $y = [v]$, то $x \cdot y = [W]$,

где отображение $W: (I^n, I^{n-1}, J^{n-1}) \rightarrow (X, A, x_0)$ определяется так:

$$W(t_1, \dots, t_n) = \begin{cases} u(2t_1, t_2, \dots, t_n), & \text{если } 0 \leq t_1 \leq 1/2, \\ v(2t_1 - 1, t_2, \dots, t_n), & \text{если } 1/2 \leq t_1 \leq 1. \end{cases}$$

ОР 16. Если $n = 1$, то Π_1 называется фундаментальной группой.

ОР 17. Если $n = 0$, то $\Pi_0(M, x_0)$ является множеством компонент линейной связности пространства M и групповой структурой в общем случае не обладает, однако в ряде важных частных случаев $\Pi_0(M, x_0)$ является группой. Это будет тогда, когда само M наделено структурой группы. Для случая, если M — группа Ли и $x_0 = 1$, $\Pi_0(M, x_0) = M/M_0$ — факторгруппа группы M .

То же верно и для пространства петель $\Omega(x_0, N)$.

Примечание: Пространство петель $\Omega(x_0, N)$ — это пространство, элементами которого являются замкнутые пути, проходящие через выделенную точку x_0 пространства N .

OP 18. Элементы гомотопических групп — это классы отображений диска $D^i \rightarrow (M^n, x_0)$, при которых граница $\partial D^i = S^{i-1}$ переходит в выделенную точку $x_0 \in M$, при всех гомотопиях (а следовательно, и отображениях (см. OP 8)).

Другой способ задания элемента из $\Pi_i(M, x_0)$ — представление его как гомотопический класс отображений пунктированной сферы $S^i \rightarrow M$, при которых выделенная точка сферы s_0 переходит в x_0 (также при всех гомотопиях). При этом указанные элементы группы есть компоненты связности пространства отображений $S^i \rightarrow M$, при которых $s_0 \rightarrow x_0$.

*Дифференциально-геометрические построения
в общей теории отображений*

OP 19. Расслоенное пространство — это четверка (B, P, E, F) , где E — объемлющее (тотальное) пространство; B — база; F — слой; $P : E \rightarrow B$ — проекция.

Необходимо также выполнение условия: существует открытое покрытие базы $\{U_\alpha(e_\alpha)\}_{\alpha \in A}$, т. е.

$$\begin{cases} \bigcup_{\alpha \in A} U_\alpha = B, \\ \text{diam } U_\alpha = e_\alpha \end{cases}$$

и такие гомеоморфизмы

$$\Phi_\alpha : U_\alpha \times F \rightarrow p^{-1}(U_\alpha),$$

что

$$P_\alpha \Phi_\alpha = P U_\alpha : U_\alpha \times F \rightarrow U_\alpha.$$

Это условие называется условием локальной тривиальности, условие, важное в ряде физических приложений.

OP 20. Расслоение (B, P, E, F) называется главным, если его слой F изоморфен структурной группе.

Приведем простейшие примеры главных расслоений:

$$1) \mathbb{R}P^3 = SO(3) \xrightarrow{P} S^2;$$

$$F = SO(2) \cong S^1$$

$$2) \text{Расслоение Хопфа}$$

$$S^3 = SU(2) \xrightarrow{P} S^2;$$

$$F = S^1$$

3) Обобщенное расслоение Хопфа

$$S^{2n+1} \xrightarrow{P} \mathbb{C}P^n;$$

$$F = S^1.$$

OP 21. Тривиальными называются расслоения, изоморфные прямому произведению:

$$E = B \times F,$$

где E — объемлющее пространство, B — база, F — слой.

В частности, унитарная группа может быть представлена как тривиальное расслоение

$$U(n) = S^1 \times SU(n).$$

OP 22. Частным случаем расслоения является накрытие

$$X^1 \xrightarrow{P} X.$$

В этом случае слой F дискретен и совпадает с фундаментальной группой.

OP 23. Векторное поле — это сечение касательного расслоения J над многообразием M . Единственной замкнутой ориентируемой двумерной поверхностью, допускающей не вырожденное в каждой точке векторное поле, является тор T^2 [104, С. 615].

OP 24. Невырожденные особые точки векторного поля на плоскости могут быть только такими:

центр $(\lambda_1 \in I_m, \lambda_2 \in I_m)$;

узел $(\lambda_1, \lambda_2 \in \mathbb{R}, \lambda_1 \cdot \lambda_2 > 0)$;

фокус $(\lambda_1 = \lambda_2)$;

седло $(\lambda_1, \lambda_2 \in \mathbb{R}, \lambda_1 \cdot \lambda_2 < 0)$,

где λ_1, λ_2 — корни характеристического уравнения.

OP 25. Если окрестность каждой точки в пространстве обладает определенными свойствами:

• максимальность (см. OP 3) ∂O_{x_0} является разделом между действительной и мнимой областями; сама точка x_0 принадлежит действительной и мнимой областям, — то конструкция обладает структурой расслоенного пространства; базой расслоения будет окрестность O_x ; слоем расслоения будет $X \setminus (O_x \cup \partial O_x)$; численные значения элементов базы и слоя (т. е. интервалы в пространствах $O_x = B$ и F) будут отличаться множителем i . Это означает, что если база считается вещественной, то слой будет мнимым. Если слой считать вещественным, то база будет мнимой. Поэтому понятия вещественного и мнимого пространства здесь являются относительными.

ОР 26. Классам изоморфных векторных расслоений над клеточным пространством X со структурной группой $G(n)$ соответствуют гомотопические классы отображений $f : X \rightarrow BG(n)$, где $B \cdot G(n)$ — классифицирующее пространство.

ОР 27. Разным расслоениям соответствуют разные гомотопические классы:

$U(n)$ — классы Чженя; $S_p(n)$ — Понтрягина; $O(n)$ — Штиффеля-Уитни.

Для расслоения Хопфа класс Чженя определяется так:

$$ch(\gamma) = e^{\gamma} = \sum \frac{\gamma^k}{k!}.$$

ОР 28. Если M — компактное односвязное симметричное пространство с секционной кривизной, повсюду не большей α , то объем любого нетривиального k -мерного цикла не меньше объема k -мерной стандартной сферы кривизны α [102].

ОР 29. В группе $k(x)$ операция тензорного произведения расслоений индуцирует кольцевую структуру.

Приведенные здесь определения-резюме, конечно, далеко не исчерпывают информацию об опорных сведениях, взятых из современной математики при разработке ПЖИРС и ТФП. Однако они, во-первых, дают представления об этих сведениях, во-вторых, во многих случаях позволяют лучше понять исходные посылки в последующих расчетах. В последнем случае, если использование соответствующего ОР не очевидно, то на него дается ссылка.

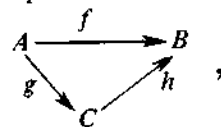
4 ПОСТРОЕНИЕ ДИАГРАММЫ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩЕЙ

ВСЕ ПРОСТРАНСТВА, ОПИСЫВАЮЩИЕ ВЕЩЕСТВО В ТФП*

Основной принцип, в соответствии с которым будет производиться построение, следующий: от глубинного — к внешнему или, другими словами, от элементов — к подпространствам — и далее, — к объемлющим пространствам. Будут поочередно, в соответствии с этим прин-

* В написании этого раздела принимал участие Р. Р. Запатрин.

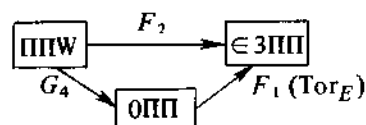
ципом, перебираться элементы диаграммы, (см. рис. 1.2) и определяться законы отображений между ними. Ведущий принцип, который будет конкретизировать законы отображений, — это соблюдение всех условий коммутативности стрелок диаграммы. Точная формулировка условия коммутативности такова: если имеются три произвольно выбранных элемента диаграммы, связанные следующим образом:



то отображение f всегда должно быть равно композиции отображений g и h : $f = g \circ h$.

4.1.

Первая цепочка коммутативности — на уровне ОПП, ППВ и ЗПП



Сначала рассмотрим отображение F_1 . Оно представляет собой отображение S^3 на пространственную часть Тог_w . Топология пространственной части Тог_w представляет собой декартово произведение двух окружностей $S^1 \times S^1$. Поэтому она гомеоморфна, но не изометрична евклидову тору Тог_E . Действительно, Тог_w допускает вложение в \mathbb{R}^4 , а $\text{Тог}_E = \{x, y, z, z_1 \mid x^2 + y^2 = a^2, z^2 + z_1^2 = b^2\} \subset \mathbb{R}^4 \neq \mathbb{R}^3$. (4.1)

Однако Тог_E невозможно представить как подмножество евклидова пространства \mathbb{R}^3 . Поэтому отображение $F_1 : S^3 \rightarrow \text{Тог}_w$ устроено следующим образом. В S^3 выделяется подмножество, гомеоморфное Тог_E , и затем оно покоординатно отображается на Тог_w . Приведем выкладки, соответствующие построению F_1 :

S^3 является подмножеством \mathbb{R}^4 , задаваемым уравнением

$$x^2 + y^2 + z^2 + z_1^2 = R_s^2,$$

где x, y, z, z_1 — декартовы координаты в \mathbb{R}^4 , $R_s = \text{const}$ (размерностью длины) — радиус S^3 . Эти координаты связаны с угловыми координатами на S^3 следующим образом:

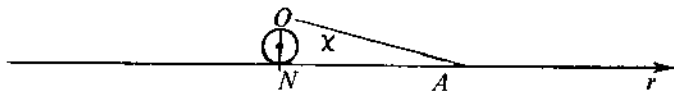
$$\begin{cases} x = R_s \cos \chi \cos \theta \cos \varphi, \\ y = R_s \cos \chi \cos \theta \sin \varphi, \\ z = R_s \cos \chi \sin \theta, \\ z_1 = R_s \cdot \sin \chi, \end{cases} \quad (4.2)$$

где χ, θ, φ — стандартные угловые сферические координаты (см. табл. 4.1).

S^3 стереографически проецируется на \mathbb{R}^3 , при этом χ переходит в радиальную координату r в \mathbb{R}^3 , $r = r(\chi)$. φ и θ становятся обычными полярными угловыми координатами в \mathbb{R}^3 . Поэтому, если в \mathbb{R}^3 перейти к декартовым координатам x', y', z' (они штрихованы, чтобы их отличить от аналогичных координат в \mathbb{R}^4), то имеется обычная связь

$$\begin{aligned} x' &= r(\chi) \cos\theta \cos\varphi, \\ y' &= r(\chi) \cos\theta \sin\varphi, \\ z' &= r(\chi) \sin\theta. \end{aligned} \quad (4.3)$$

Остается вычислить зависимость $r(\chi)$. Сделаем вспомогательное построение



O — полюс стереографической проекции; N — точка касания S^3 и \mathbb{R}^3 ; A — произвольная точка в \mathbb{R}^3 ; $AN = r(\chi)$; $ON = 2R_s = \text{диаметр } S^3$.

Рассмотрим треугольник NOA . Он прямоугольный, и поэтому

$$\frac{AN}{ON} = \text{tg} \widehat{NOA} \Rightarrow \frac{r(\chi)}{2R_s} = \text{tg} \widehat{NOA} = r(\chi) = 2R_s \text{tg} \widehat{NOA}.$$

Однако угол \widehat{NOA} — это вписанный угол, и его величина равна половине дуги, на которую он опирается. Длина этой дуги χ , поэтому $\widehat{NOA} = \frac{\chi}{2}$, в этом случае

$$r(\chi) = 2R_s \text{tg} \frac{\chi}{2}, \quad (4.4)$$

и тогда $F_1(\chi, \theta, \varphi) = (x', y', z')$,

где

$$\begin{cases} x' = 2R_s \text{tg} \frac{\chi}{2} \cos\theta \cos\varphi; \\ y' = 2R_s \text{tg} \frac{\chi}{2} \cos\theta \sin\varphi; \\ z' = 2R_s \text{tg} \frac{\chi}{2} \sin\theta. \end{cases} \quad (4.5)$$

Формулы (4.5) отображают S^3 на \mathbb{R}^3 , а ToF_w является подмножеством \mathbb{R}^3 , поэтому, естественно, (4.5) покрывает и ToF_w . Покрывает в том смысле, что имеется теоретико-множественное включение $\text{ToF}_E \subset S^3$, даваемое формулой (4.1), функциональный вид которого дается формулой (4.5). Это и есть искомое отображение F_1 .

Теперь перейдем к G_4 . Это вложение букета сфер S^1 с разными масштабами времени в S^3 . Оно получается фиксацией каких-нибудь двух из трех сферических координат S^3 . Определяется это вложение однозначно, так как оставшаяся координата должна принимать значение в интервале $[0, 2\pi]$, а это может быть только координата φ , поскольку времени на S^3 нет: временная координата "спрессовывается" в начало координат, поэтому

$$G_4(\varphi, t^\alpha, t^\beta, t^\gamma) = (\chi_0, \theta_0, \varphi, 0, 0, 0). \quad (4.6)$$

Осталось рассмотреть F_2 . Условие коммутативности жестко фиксирует его:

$$\begin{aligned} F_2(\varphi, t^\alpha, t^\beta, t^\gamma) &= F_1(G_4(\varphi, t^\alpha, t^\beta, t^\gamma)) = F_1(\chi_0, \theta_0, \varphi, 0, 0, 0) = \\ &= (x', y', z'), \end{aligned} \quad (4.7)$$

где x', y', z' определяется по формуле (4.5). Окончательно имеем

$$F_2(\varphi, t^\alpha, t^\beta, t^\gamma) = (x', y', z'); \quad (4.8)$$

$$x' = 2R_s \text{tg} \frac{\chi_0}{2} \cos\theta_0 \cos\varphi,$$

$$y' = 2R_s \text{tg} \frac{\chi_0}{2} \cos\theta_0 \sin\varphi,$$

$$z' = 2R_s \text{tg} \frac{\chi_0}{2} \sin\theta_0, \quad (4.9)$$

где $\chi_0 = \text{const}$, $\theta_0 = \text{const}$.

Определим значение θ_0 из условия отображения S^1 на диаметр. Это значит, что $z = 0$, следовательно, $\theta_0 = 0^{(*)}$.

Определим χ_0 из условия, что радиус является внутренним или внешним для тора, т. е. равен $a \pm b$, это следует из того, что

$$2R \text{tg} \frac{\chi_0}{2} = a \pm b$$

$$\Rightarrow \text{tg} \frac{\chi_0}{2} = \frac{a \pm b}{2R} \Rightarrow \frac{\chi_0}{2} = \text{arctg} \frac{a \pm b}{2R} \Rightarrow$$

*) $\chi_0 = 0$ брать нельзя, так как в этом случае все F_2 вырождается бы в одноточечное отображение.

$$\Rightarrow \chi_0 = 2 \operatorname{arctg} \frac{a \pm b}{2R} \quad (4.10)$$

Здесь $R \neq R_s$; R — радиус S^1 ; a, b — параметры $\operatorname{Toг}_w$, имеющие размерность длины. Итак,

$$\theta_0 = 0; \quad \chi_0 = 2 \operatorname{arctg} \frac{a \pm b}{2R} \quad (4.11)$$

Следовательно,

$$F_2(\varphi) = (x', y', 0),$$

где

$$x' = 2R \operatorname{tg} \frac{\chi_0}{2} \cos \varphi; \quad z' = 0.$$

$$y' = 2R \operatorname{tg} \frac{\chi_0}{2} \sin \varphi;$$

4.2.

Цепочка вложений G_7 и G_8 и отображение F_7

Здесь должно соблюдаться условие коммутативности

$$G_7 = F_7 \circ G_8. \quad (4.12)$$

Сначала рассмотрим G_7 . Образ отображения F_2 характеризуется равенством нулю координаты z' . Поэтому оставшиеся координаты x', y' мы и отобразим в $\in \text{ОП2}$

$$G_7(x', y') = (x, y); \quad (4.13)$$

$$\begin{cases} x = x' \\ y = y' \end{cases}$$

При этом два масштаба времени, соответствующие разным значениям константы χ в формуле (4.9), будут переходить в t^α и t^β в ОП2. Этот переход определяется следующим: поскольку $a \neq b$, $\chi_{0\alpha} \neq \chi_{0\beta}$, и поэтому масштабы времени t_α и t_β будут разными

$$\begin{aligned} \chi_{0\alpha} &= 2 \operatorname{arctg} \frac{a-b}{2R} \mapsto t^\alpha, \\ \chi_{0\beta} &= 2 \operatorname{arctg} \frac{a+b}{2R} \mapsto t^\beta. \end{aligned} \quad (4.14)$$

Таким образом,

$$G_7(x', y') = (x', y') = id. \quad (4.15)$$

Теперь рассмотрим G_8 :

$$G_8: S^{1,\beta} \setminus \{0\} \rightarrow \mathbb{R}^{3,\alpha,\beta},$$

здесь сначала S^1 стандартно переводится в декартовы координаты в \mathbb{R}^3 , z должно быть равно 0, так как в $\in 3\text{ПП}$ $z' = 0$. Поэтому

$$\begin{cases} x = R \cos \varphi. \\ y = R \sin \varphi. \end{cases} \quad (4.16)$$

Временных координат в $\in \text{ОП2}$ — две, а в $\in 2\text{ПП}$ — одна, поэтому $t^\beta \mapsto t^\alpha$; $t^\beta \mapsto t^\beta$, а для этого должно быть совпадение угловых скоростей, т. е. $\omega_1^{(2)}$ должно быть равно $\omega_2^{(2)}$, т. е.

$$\omega_1^{(2)} = \omega_2^{(2)} \Rightarrow \frac{R_1^{(2)}}{\beta_1^{(2)}} = \frac{R_2^{(2)}}{\beta_2^{(2)}} \Rightarrow \frac{2\pi R_1^{(2)}}{\beta_1^{(2)}} = \frac{2\pi R_2^{(2)}}{\beta_2^{(2)}}, \quad (4.17)$$

а это и приводит к соотношениям равенства угловых скоростей.

Итак, отображение G_8 существует, только если выполняются соотношение $\omega_1^{(2)} = \omega_2^{(2)}$ и вытекающие из него.

Итак,

$$G_8(\varphi) = (x, y) = (R \cos \varphi, R \sin \varphi),$$

где $x = R \cos \varphi$; $y = R \sin \varphi$; $R = \text{const}$ — радиус S^1 ; x, y — координаты в $\in \text{ОП2}$, имеющие размерность длины.

Теперь построим F_7 исходя из условий коммутативности. Его можно построить, введя расчетное пространство $(3 \rightarrow 2)$, которое можно интерпретировать как пространство перемены масштабов. Дело в том, что радиусы внутренней и внешней окружностей разные (они равны $(a-b)$ и $(a+b)$ соответственно), а у S^1 один радиус.

Поэтому можно ввести фиктивное пространство $\mathbb{R}^{2(3 \rightarrow 2), \alpha, \beta}$, у него должны быть разные масштабы длины, но общий — времени. Эти масштабы вычисляются так:

$$\begin{cases} r_\alpha = A_\alpha r; \\ r_\beta = A_\beta r, \end{cases} \quad (4.18)$$

где r — радиальная координата в $\in 3\text{ПП}$; r_α — радиальная координата в $\mathbb{R}^{(3 \rightarrow 2)\alpha}$; r_β — радиальная координата в $\mathbb{R}^{(3 \rightarrow 2)\beta}$, а коэффициенты A_α и A_β вычисляются из соотношений

$$R = A_\alpha (a-b);$$

$$R = A_\beta (a+b),$$

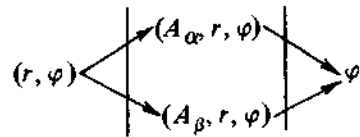
значит

$$A_\alpha = \frac{R}{a-b}; \quad A_\beta = \frac{R}{a+b}. \quad (4.19)$$

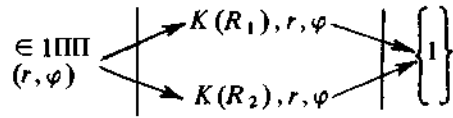
Радиусы обеих окружностей в компонентах α и β будут одинаковы и равны R . Теперь формулы (4.16) можно применять, так как R определяется однозначно.

Итак, F_7 задается так в полярных координатах:

$$\in 3\Pi\Pi \quad 3 \rightarrow 2 \quad \in 2\Pi\Pi$$



Аналогичным образом строится отображение $F_9: \in 3\Pi\Pi \rightarrow \in 1\Pi\Pi$. В тех же полярных координатах оно будет выглядеть так:



4.3.

Отображения F_6, F_3 и вложение G_8

G_8 уже вычислено в подразд. 4.2. Отображение F_6 для своего существования требует тех же условий, что и G_8 по той же самой причине: в $\in 2\Pi\Pi$ одна временная координата, а в $\in \Pi\Pi W$ — две. А само отображение F_6 будет иметь вид

$$\begin{cases} \varphi \mapsto \varphi, \\ t^\beta \mapsto t^\alpha = t^\beta \end{cases} \quad (4.20)$$

для достижения коммутативности цепочки, т. е. условия

$$F_6 = G_8 \circ F_3. \quad (4.21)$$

Итак,

$$F_6 = id|_{S^1}, \quad \text{т. е. } F_6(\varphi) = \varphi, \quad (4.22)$$

где φ — угловая координата на S^1 .

F_3 должно иметь вид $F_3(\varphi) = \varphi$. Однако в $\in \text{ОП2}$ декартовы координаты, и поэтому

$$F_3(x, y, z) = \arccos \frac{x}{\sqrt{x^2 + y^2}}. \quad (4.23)$$

Следовательно, коммутативность (4.21) будет иметь место, так как

$$F_3(G_8(\varphi)) = F_3(R \cos \varphi, R \sin \varphi, 0) =$$

$$= \arccos \frac{R \cos \varphi}{\sqrt{R^2 \cos^2 \varphi + R^2 \sin^2 \varphi}} = \arccos(\cos \varphi) = \varphi. \quad (4.24)$$

4.4.

Цепочки отображений F_4, F_6 и вложение G_9

В пространственной части G_9 будет равно G_8 , а временные соотношения $t^\beta \mapsto t^\beta = t^\gamma$.

Аналогичным образом совпадают пространственные части у F_3 и F_4 . Окончательно получаем

$$G_9: \begin{cases} x = R \cos \varphi \\ y = R \sin \varphi \\ z = 0 \\ t^\beta \mapsto t^\beta, t^\gamma. \end{cases}$$

Итак,

$$G_9(\varphi, t^\beta) = (x, y, z, t^\beta, t^\gamma); \quad (4.25)$$

$$F_4: \begin{cases} \varphi = \arccos \frac{x}{\sqrt{x^2 + y^2}}; \\ t^\beta, t^\gamma \rightarrow t^\beta \end{cases}$$

$$F_4(x, y, z) = (\varphi, t^\beta). \quad (4.26)$$

Проверим выполнение условия коммутативности:

$$F_4 = G_9 \circ F_4,$$

$$F_4(G_9(\varphi)) = \arccos \left(\frac{R \cos \varphi}{\sqrt{R^2 \cos^2 \varphi + R^2 \sin^2 \varphi}} \right) = \varphi \quad (4.27)$$

точно так же, как и в формуле (4.24), следовательно, $F_6 = \varphi$ (см. формулу (4.22)).

4.5.

Цепочка вложений G_9 и G_{10} и отображения F_8

Здесь должно быть выполнено условие коммутативности

$$G_9 = F_8 \circ G_{10}, \quad (4.28)$$

полученное в подразд. 4.4. $\in 1\Pi\Pi$ имеет топологическую структуру $\{1\}$.

Однако для коммутативности (4.28) надо сделать так, чтобы не было "забыто" и о том, что это одноэлементное множество — окруж-

ность, но окружность не как подмножество, а как элемент. Это достигается специальным способом построения пространства $(2 \rightarrow 1)$ чисто расчетного, фиктивного пространства, через которое будет действовать F_8 .

Пространство $(2 \rightarrow 1)$ представляет из себя двумерное евклидово пространство, на котором задано отношение эквивалентности $(x, y) \sim (x', y')$ тогда, и только тогда, когда

$$x^2 + y^2 = x'^2 + y'^2, \quad (4.29)$$

(x, y) и (x', y') — две эквивалентные точки на \mathbb{R}^2 .

Отображение F_8 работает следующим образом. Окружность $\in 2\text{ПП}$ отображается в \mathbb{R}^2 обычным образом

$$\begin{cases} x = R \cos \varphi, \\ y = R \sin \varphi, \end{cases} \quad (4.30)$$

а затем $(2 \rightarrow 1)$ рассматривается как факторпространство \mathbb{R}^2 / \sim . Классами эквивалентности (4.29) факторпространства являются окружности $x^2 + y^2 = \text{const}$. F_8 выбирает из этих элементов один элемент $\{1\}$, который соответствует окружности $x^2 + y^2 = R^2$ и отображает его в 1ПП . Слово "выбирает" имеет такой математический смысл: образом отображения F_8 является окружность S^1 данного радиуса $R = \text{const}$

$$\text{Im} F_8 = S^1(R).$$

Получается, что $\{1\} \in 1\text{ПП}$.

Поэтому $G_{10}(\{1\})$ — это будет S^1 с тем же самым радиусом R , и коммутативность (4.28) будет выполнена.

Из результатов подразд. 4.2–4.5 следует, что все окружности $\in 3\text{ПП}$, $\in \text{ОП2}$, $\in 2\text{ПП}$, $\in \text{ОП3}$, $\in 1\text{ПП}$ переходят в окружности. Следовательно, их центры переходят в центры (так как среди рассмотренных отображений инверсий не было). Однако центрами их являются, с одной стороны, — начало координат, а с другой стороны, — выделенная точка $\{0\}$. Значит, у всех этих входящих в ГЭЧ элементов общее начало координат — выделенная точка $\{0\}$.

4.6.

Вложения элементов

Рассмотрим вложения $G_6, G_{11}, G_{13}, G_{15}$ и отображение в элемент F_5 .

Поскольку эти вложения являются вложениями элементов, они представляют собой ограничения тождественного отображения id на рассматриваемый элемент, поэтому

$$G_6 : S^1, \alpha, \beta \rightarrow S^1, \alpha, \beta, \gamma \Rightarrow G_6(\varphi, t^\alpha, t^\beta) = (\varphi, t^\alpha, t^\beta); \quad (4.31)$$

$$G_{11} : \text{Tor}_w^1 z = 0 \rightarrow \mathbb{R}^2 \setminus \{\leftarrow\rightarrow\} \Rightarrow G_{11}(x, y, t^\alpha, t^\beta) = (x, y, t) \quad (4.32)$$

и, следовательно, $G_{11} = id(\mathbb{R}^{2,\alpha})$ и t в правой части зависимости (4.32) может означать t^α или t^β в зависимости от того, какая система координат используется в ЗПП — прямоугольная или косоугольная. Пространство-время (ПВ) в ЗПП остается одним и тем же, а разные системы ПВ координат выделяют в нем разные временные оси.

В отображениях G_{13} и G_{15} такой проблемы нет — временных осей там по одной

$$G_{13} : S^1 \setminus \{0\} \rightarrow \mathbb{R}^2 \setminus \{\leftarrow\rightarrow\} \Rightarrow G_{13}(\varphi) = (R \cos \varphi, R \sin \varphi), \quad (4.33)$$

где $R = \text{const}$ — радиус S^1 .

$$G_{15} : \{1\} \rightarrow \mathbb{R}^{3,\gamma} \Rightarrow G_{15}(\{1\}) = G_{15}(S^1) = (0, 0, 0). \quad (4.34)$$

Отображение F_5 в качестве образа имеет одноэлементное множество $\{1\}$, поэтому для любого $\varphi \in S^1$

$$F_5(\varphi) = 1. \quad (4.35)$$

4.7.

Построение ОП2

Здесь будут использованы сразу два условия коммутативности:

$$G_{11} \circ G_{16} = G_7 \circ G_{12}, \quad (4.36)$$

$$G_{13} \circ G_{17} = G_8 \circ G_{12}. \quad (4.37)$$

ОП2 является объемлющим для ЗПП и 2ПП и поэтому будет иметь структуру

$$\begin{aligned} \text{ОП2} &= (\Sigma \mathbb{R}^{2,\alpha,\beta} \setminus \{\leftarrow\rightarrow\}) \times (\Sigma \mathbb{R}^{2,\beta} \setminus \{\leftarrow\rightarrow\}) = \\ &= (\Sigma \mathbb{R}^{2,\alpha,\beta} \times \Sigma \mathbb{R}^{2,\beta}) \setminus \{\leftarrow\rightarrow\} = \\ &= \Sigma (\mathbb{R}^2 \times \mathbb{R}^2)^{\alpha,\beta} = \Sigma \mathbb{R}^{4,\alpha,\beta} \setminus \{\leftarrow\rightarrow\}. \end{aligned} \quad (4.38)$$

Координаты, соответствующие ЗПП, пометим индексом (3), а соответствующие 2ПП — индексом (2). Тогда вложения G_{16} и G_{17} будут иметь вид

$$G_{16}(x, y) = (x^{(3)}, y^{(3)}, 0, 0), \quad (4.39)$$

$$G_{17}(x, y) = (0, 0, x^{(2)}, y^{(2)}). \quad (4.40)$$

Осталось получить G_{12} из условий (4.36–4.37), так как остальные вложения уже вычислены. А это делается следующим образом: G_8 дает нам $x = R \cos \varphi, y = R \sin \varphi \Rightarrow v \in \text{ОП2}$ уже согласованные с ОП2 декартовы координаты, и поэтому

$$\begin{cases} G_{12}(x, y) = (0, 0, x^{(2)}, y^{(2)}) \text{ при } t = t^\beta, \\ G_{12}(x, y) = (x^{(3)}, y^{(3)}, 0, 0) \text{ при } t = t^\alpha. \end{cases} \quad (4.41)$$

4.8.

Построение ОПЗ

Во многом это построение аналогично выполненному в подразд. 4.7. Два условия коммутативности

$$\begin{cases} G_{13} \circ G_{18} = G_9 \circ G_{14}, \\ G_{15} \circ G_{19} = G_{10} \circ G_{14}. \end{cases} \quad (4.42)$$

$$\begin{cases} G_{13} \circ G_{18} = G_9 \circ G_{14}, \\ G_{15} \circ G_{19} = G_{10} \circ G_{14}. \end{cases} \quad (4.43)$$

ОПЗ является объемлющим для 2ПП и 1ПП и поэтому будет иметь структуру

$$\begin{aligned} \text{ОПЗ} &= (\Sigma \mathbb{R}^{2, \beta} \{ \longleftrightarrow \}) \times (\Sigma \mathbb{R}^{3, \gamma} \{ \longleftrightarrow \}) = \\ &= (\Sigma \mathbb{R}^{2, \beta} \times \Sigma \mathbb{R}^{3, \gamma}) \{ \longleftrightarrow \} = \Sigma (\mathbb{R}^2 \times \mathbb{R}^3)^{\beta, \gamma} \{ \longleftrightarrow \} = \\ &= \Sigma \mathbb{R}^{5, \beta, \gamma} \{ \longleftrightarrow \}. \end{aligned} \quad (4.44)$$

Координаты, соответствующие 2ПП, пометим индексом (2), а соответствующие 1ПП – индексом (1). Тогда вложения G_{18} и G_{19} будут иметь вид

$$G_{18}(x, y) = (x^{(2)}, y^{(2)}, 0, 0, 0), \quad (4.45)$$

$$G_{19}(x, y, z) = (0, 0, x^{(1)}, y^{(1)}, z^{(1)}) \quad (4.46)$$

Осталось получить G_{14} из условий (4.42)–(4.43), так как остальные вложения уже вычислены. А это делается следующим образом: G_9 дает нам

$$\begin{cases} x = R \cos \varphi \\ y = R \sin \varphi \end{cases} \Rightarrow \text{в } \text{ОПЗ} \text{ имеются уже согласованные с ОПЗ декарто-$$

вы координаты, и поэтому

$$G_{14}(x, y, z) = (0, 0, x^{(1)}, y^{(1)}, z^{(1)}),$$

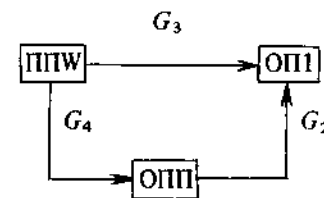
$$G_{14}(t^\beta) = t^\beta,$$

$$G_{14}(t^\gamma) = t^\gamma \quad (4.47)$$

Примечание: В этом месте – отличие от подразд. 4.7 в связи с тем, что здесь согласованы времена с индексами β и γ .

4.9.

Построение ОП1 и цепочка отображений



ОП1 является объемлющим для 3ПП, ОПП и ППВ, поэтому

$$\text{ОП1} = (\Sigma \mathbb{R}^{2, \alpha, \beta} \{ \longleftrightarrow \}) \times S^3 \times (\Sigma S^{1, \alpha, \beta, \gamma}). \quad (4.48)$$

Однако надо учесть, что ППВ вложено пространственной частью в ОП1 (это G_4), и поэтому в произведении (4.48)

$$S^3 \times (\Sigma S^{1, \alpha, \beta, \gamma}) = S^{3, \alpha, \beta, \gamma}. \quad (4.49)$$

И тогда

$$\begin{aligned} \text{ОП1} &= (\Sigma \mathbb{R}^{2, \alpha, \beta} \{ \longleftrightarrow \}) \times S^{3, \alpha, \beta, \gamma} = \\ &= \Sigma (\mathbb{R}^2 \times S^3)^{\alpha, \beta, \gamma} \{ \longleftrightarrow \}. \end{aligned} \quad (4.50)$$

Координаты в ОП1 удобнее всего использовать смешанные – декартовы и полярные, т. е.

в ОП1 $(x, y, \chi, \theta, \varphi)$ принимающие значения

$$\begin{cases} -\infty \leq x, y \leq +\infty, \\ 0 \leq \chi, \theta \leq \pi, \\ 0 \leq \varphi \leq 2\pi. \end{cases} \quad (4.51)$$

Тогда вложение G_5 примет вид

$$G_5(x, y) = (x, y, 0, 0, 0), \quad (4.52)$$

$$\text{а } G_2: G_2(\chi, \theta, \varphi) = (0, 0, \chi, \theta, \varphi). \quad (4.53)$$

В этом случае G_3 можно вычислить как следующую композицию, чтобы выполнялось условие коммутативности:

$$G_3 = G_4 \circ G_2. \quad (4.54)$$

G_4 вычислено в подразд. 4.1, формула (4.6).

$$\begin{aligned} G_3(\varphi, t^\alpha, t^\beta, t^\gamma) &= G_2(G_4(\varphi, t^\alpha, t^\beta, t^\gamma)) = \\ &= G_2(\chi_0, \theta_0, \varphi, 0, 0, 0) = (0, 0, \chi_0, \theta_0, \varphi). \end{aligned}$$

Итак,

$$\left\{ \begin{array}{l} G_3(\varphi, t^\alpha, t^\beta, t^\gamma) = (0, 0, \chi_0, \theta_0, \varphi), \\ t^\alpha \mapsto t^\alpha, \\ t^\beta \mapsto t^\beta, \\ t^\gamma \mapsto t^\gamma, \end{array} \right. \quad (\text{см. формулу (4.11)}), \quad (4.55)$$

т. е.

$$G_3(t^\alpha, t^\beta, t^\gamma) = (0, 0, \chi_0, \theta_0, \varphi, t^\alpha, t^\beta, t^\gamma).$$

4.10.

Построение ОПВ и соответствующих вложений

ОПВ является объемлющим для ОП1, ОП2 и ОП3.

$$\begin{aligned} \text{ОПВ} &= [\Sigma(\mathbb{R}^2 \times S^3)^{\alpha, \beta, \gamma} \setminus \{\leftarrow\}] \times [\Sigma \mathbb{R}^{4, \alpha, \beta} \setminus \{\leftarrow\}] \times \\ &\times [\Sigma \mathbb{R}^{5, \beta, \gamma} \setminus \{\leftarrow\}] = (\Sigma(\mathbb{R}^2 \times S^3)^{\alpha, \beta, \gamma}) \times (\Sigma \mathbb{R}^{4, \alpha, \beta}) \times \\ &\times (\Sigma \mathbb{R}^{5, \beta, \gamma}) \setminus \{\leftarrow\}. \end{aligned} \quad (4.56)$$

Однако ЗПП = $\mathbb{R}^{2, \alpha, \beta}$ вложено и в ОП1, и в ОП2, поэтому является общим множителем. Аналогично 2ПП = $\mathbb{R}^{2, \beta}$ вложено в ОП2 и в ОП3. В результате, второй множитель частями оказался входящим в первый и третий, и поэтому

$$\begin{aligned} \text{ОПВ} &= \Sigma(\mathbb{R}^2 \times S^3)^{\alpha, \beta, \gamma} \times \Sigma \mathbb{R}^{5, \beta, \gamma} \setminus \{\leftarrow\} = \\ &= \Sigma(\mathbb{R}^2 \times S^3 \times \mathbb{R}^5)^{\alpha, \beta, \gamma} \setminus \{\leftarrow\}. \end{aligned} \quad (4.57)$$

Координаты в ОПВ будут следующие (удобно их индексировать номерами соответствующих ПП):

$$(x^{(3)}, y^{(3)}, \chi^{(0)}, \theta^{(0)}, \varphi^{(0)}, x^{(2)}, y^{(2)}, x^{(1)}, y^{(1)}, z^{(1)}). \quad (4.58)$$

Осталось записать соответствующие вложения:

$$G_1(x, y, \chi, \theta, \varphi) = (x^{(3)}, y^{(3)}, \chi^{(0)}, \theta^{(0)}, \varphi^{(0)}, 0, 0, 0, 0, 0); \quad (4.59)$$

$$\begin{aligned} G_{20}(x^{(3)}, y^{(3)}, x^{(2)}, y^{(2)}) &= (x^{(3)}, y^{(3)}, 0, 0, 0, x^{(2)}, \\ y^{(2)}, 0, 0, 0); \end{aligned} \quad (4.60)$$

$$G_{21}(x^{(2)}, y^{(2)}, x^{(1)}, y^{(1)}, z^{(1)}) = (0, 0, 0, 0, 0, x^{(2)}, y^{(2)}, x^{(1)}, y^{(1)}, z^{(1)}). \quad (4.61)$$

Сведения о всех отображениях, рассмотренных в разд. 4, сведены в табл. 4.1 и 4.2.

Таблица 4.1

Обозначение на диаграмме	Топологический тип	Размерность		Область изменения координат	
		прямоуголь- ная	косуголь- ная	пространственных	временных
ОП1	$\Sigma(\mathbb{R}^2 \times S^3)^{\alpha, \beta, \gamma} \setminus \{\leftarrow\}$	8	6	$x, y (-\infty, +\infty)$ $\chi, \theta (0, \pi)$ $\varphi (0, 2\pi)$	$t^\alpha (-\infty, +\infty)$ " " " "
ОП2	S^3	3	-	$\chi, \theta (0, \pi)$ $\varphi (0, 2\pi)$	-
ППW	$\Sigma S^{1, \alpha, \beta, \gamma}$	4	2	$\varphi (0, 2\pi)$	$t^\alpha, t^\beta, t^\gamma (-\infty, +\infty)$
ОПВ	$\Sigma(\mathbb{R}^2 \times S^3 \times \mathbb{R}^5)^{\alpha, \beta, \gamma} \setminus \{\leftarrow\}$	13	11	$x^{(1)}, y^{(1)}, z^{(1)} (-\infty, +\infty)$ $x^{(2)}, y^{(2)}, x^{(3)}, y^{(3)} (-\infty, +\infty)$ $\chi, \theta (0, \pi) \varphi (0, 2\pi)$	$t^\alpha, t^\beta, t^\gamma (-\infty, +\infty)$
∈ ППW	$S^{1, \alpha, \beta}$	3	2	$\varphi (0, 2\pi)$	$t^\alpha, t^\beta (-\infty, +\infty)$
∈ ОП2	$\mathbb{R}^{3, \alpha, \beta}$	5	4	$x, y, z (-\infty, +\infty)$	$t^\alpha, t^\beta (-\infty, +\infty)$
∈ ОП3	$\mathbb{R}^{3, \beta, \gamma}$	5	4	$x, y, z (-\infty, +\infty)$	$t^\beta, t^\gamma (-\infty, +\infty)$
∈ 3ПП	$\text{Tot}_w \setminus \{0\}$	3	-	$x', y' (-R, R) R = \text{const}$ $z' (-b, b) b = \text{const}$	-
∈ 2ПП	$S^{1, \beta} \setminus \{0\}$	2	-	$\varphi (0, 2\pi)$	$t^\beta (-\infty, +\infty)$
∈ 1ПП	$\{t\}$	0	-	Одноэлементное множество, со- ответствующее началу координат $(0, 0, 0)$	$t = 0$

Продолжение табл. 4.1

Обозначение на диаграмме	Топологический тип	Размерность		Область изменения координат	
		прямоуголь- ная	косуголь- ная	пространственных	временных
2ПП	$\Sigma R^{3, \beta}$ { \leftrightarrow }	3	-	x, y $(-\infty, +\infty)$	t^β $(-\infty, +\infty)$
1ПП	$R^{3, \gamma}$ { \leftrightarrow }	4	-	x, y, z $(-\infty, +\infty)$	t^γ $(-\infty, +\infty)$
ОП2	$\Sigma R^{4, \alpha, \beta}$ { \leftrightarrow }	6	5	$x^{(2)}, y^{(2)}, z^{(2)}$ $(-\infty, +\infty)$	t^α, t^β $(-\infty, +\infty)$
ОП3	$\Sigma R^{5, \beta, \gamma}$ { \leftrightarrow }	7	6	$x^{(1)}, y^{(1)}, z^{(1)}$ $(-\infty, +\infty)$ $x^{(2)}, y^{(2)}$ $(-\infty, +\infty)$	t^β, t^γ $(-\infty, +\infty)$
3ПП	$\Sigma R^{2, \alpha, \beta}$ { \leftrightarrow }	4	3	$x^{(3)}, y^{(3)}$ $(-\infty, +\infty)$	t^α, t^β $(-\infty, +\infty)$

Таблица 4.2

№	Отображение	Конкретное выражение в координатах
F_1	ОПП \rightarrow Э3ПП	$F_1(x, \theta, \varphi) = (x', y', z')$ $\begin{cases} x' = 2R \operatorname{tg} \frac{\chi}{2} \cos \theta \cos \varphi \\ y' = 2R \operatorname{tg} \frac{\chi}{2} \cos \theta \sin \varphi \\ z' = 2R \operatorname{tg} \frac{\chi}{2} \sin \theta \quad R = \text{const} \end{cases}$
F_2	ППW \rightarrow Э3ПП	$F_2(\chi) = (x', y', z')$ $\begin{cases} x' = 2R \operatorname{tg} \frac{\chi_0}{2} \cos \varphi \quad R = \text{const} \\ y' = 2R \operatorname{tg} \frac{\chi_0}{2} \sin \varphi \quad \chi_0 = 2 \operatorname{arctg} \frac{a \pm b}{2} = \\ = \text{const} \\ z' = 0 \end{cases}$
F_3	\in ОП2 \rightarrow \rightarrow \in ППW	$F_3(x, y, z) = \arccos \frac{x}{\sqrt{x^2 + y^2}}$
F_4	\in ОП3 \rightarrow \rightarrow \in ППW	$F_4(x, y, z) = \arccos \frac{x}{\sqrt{x^2 + y^2}}; t^\beta, t^\gamma \rightarrow t^\beta$
F_5	ППW \rightarrow \in 1ПП	$F_5(\varphi) \equiv 1$ - одноточечное отображение
F_6	\in 2ПП \rightarrow \rightarrow \in ППW	$F_6 = id$, т. е. $F_6(\varphi) = \varphi$
F_7	\in 3ПП $\xrightarrow{3 \rightarrow 2}$ \rightarrow \in 2ПП	$F_7(\tau, \varphi) = \begin{matrix} \mu, \alpha, \tau, \varphi \\ \mu, \beta, \tau, \varphi \end{matrix} = \varphi; \mu_\alpha = \frac{R}{a \cdot b} = \text{const};$ $\mu_\beta = \frac{R}{a + b} = \text{const}$
F_8	\in 2ПП \rightarrow \rightarrow \in 1ПП	$F_8(S^1) = \{1\}$ - формальная запись, расшифровка в тексте
F_9	\in 3ПП $\xrightarrow{3 \rightarrow 1}$ \rightarrow \in ПП(2 \rightarrow 1)	расшифровка в тексте
G_1	ОП1 \rightarrow ОПВ	$G_1(x, y, \chi, \theta, \varphi) = (x^{(3)}, y^{(3)}, \chi^{(0)}, \theta^{(0)}, \varphi^{(0)}, 0, 0, 0, 0, 0)$
G_2	ОПП \rightarrow ОП1	$G_2(x, \theta, \varphi) = (0, 0, x, \theta, \varphi)$

№	Отображение	Конкретное выражение в координатах
G_3	ППВ → ОП1	$G_3(\varphi, t^\alpha, t^\beta, t^\gamma) = (0, 0, x_0, \theta_0, \varphi) \quad t^{\alpha, \beta, \gamma} \rightarrow t^{\alpha, \beta, \gamma}$ $x_0 = \text{const}, \theta_0 = \text{const}$
G_4	ППВ → ОПП	$G_4(\varphi, t^\alpha, t^\beta, t^\gamma) = (x_0, \theta_0, \varphi, 0, 0, 0) \quad x_0 = \text{const}, \theta_0 = \text{const}$
G_5	ЗПП → ОП1	$G_5(x, y) = (x, y, 0, 0, 0)$
G_6	∈ ППВ → ППВ	$G_6 = \text{id}|_{S^1} \Rightarrow G_6(\varphi, t^\alpha, t^\beta) = (\varphi, t^\alpha, t^\beta)$
G_7	∈ ЗПП → ∈ ОП2	$G_7(x', y') = (x, y), x = x', y = y'$
G_8	∈ 2ПП → → ∈ ОП2	$G_8(\varphi) = (x, y) \quad x = R \cos \varphi; \quad y = R \sin \varphi$
G_9	∈ 2ПП → → ОП3	$G_9(\varphi) = (x, y, z) \quad x = R \cos \varphi, y = R \sin \varphi, z = 0; \quad t^\beta \rightarrow t^\beta, t^\gamma$
G_{10}	∈ 1ПП → → ОП3	$G_{10}(\{1\}) = S^1$ (неполная запись – требует введения ПП2 → 1).
G_{11}	∈ ЗПП → → ЗПП	$G_{11}(x, y, t^\alpha, t^\beta) = (x, y, t)$
G_{12}	∈ ОП2 → → ОП2	$G_{12}(x, y) = \begin{cases} (0, 0, x^{(2)}, y^{(2)}) & \text{если } t \rightarrow t^\beta \\ (x^{(3)}, y^{(3)}, 0, 0) & \text{если } t \rightarrow t^\alpha \end{cases}$
G_{13}	∈ 2ПП → → 2ПП	$G_{13}(\varphi) = (R \cos \varphi, R \sin \varphi) \quad R = \text{const}$
G_{14}	∈ ОП3 → → ОП3	$G_{14}(x, y, z) = (0, 0, x^{(1)}, y^{(1)}, z^{(1)}); \quad G_{14}(t^\beta, t^\gamma) = (t^\beta, t^\gamma)$
G_{15}	∈ 1ПП → → 1ПП	$G_{15}(1) = (0, 0, 0)$
G_{16}	ЗПП → → ОП2	$G_{16}(x, y) = (x^{(3)}, y^{(3)}, 0, 0)$
G_{17}	2ПП → → ОП2	$G_{17}(x, y) = (0, 0, x^{(2)}, y^{(2)})$
G_{18}	2ПП → → ОП3	$G_{18}(x, y) = (x^{(2)}, y^{(2)}, 0, 0, 0)$

№	Отображение	Конкретное выражение в координатах
G_{19}	1ПП → → ОП3	$G_{19}(x, y, z) = (0, 0, x^{(1)}, y^{(1)}, z^{(1)})$
G_{20}	ОП2 → → ОПВ	$G_{20}(x^{(3)}, y^{(3)}, x^{(2)}, y^{(2)}) = (x^{(3)}, y^{(3)}, 0, 0, 0, x^{(2)}, y^{(2)}, 0, 0, 0)$
G_{21}	ОП3 → → ОПВ	$G_{21}(x^{(2)}, y^{(2)}, x^{(0)}, y^{(1)}, z^{(1)}) = (0, 0, 0, 0, 0, x^{(2)}, y^{(2)}, x^{(1)}, y^{(1)}, z^{(1)})$

5 ПЕРЕХОД ОТ ПРОСТРАНСТВА-ВРЕМЕНИ К СТРУКТУРНЫМ ЭЛЕМЕНТАМ МАТЕРИАЛЬНЫХ ФОРМ – К ВЕЩЕСТВУ

5.1.

Общая постановка задачи и основные идеи

В настоящее время нам известно большое число структурных форм, в которых проявляется вещество: Вселенная в целом, звездные скопления, звезды, планеты, молекулы, атомы, кристаллы, элементарные частицы, включая фотоны, – все это известные структурные элементы вещества. Для выяснения природы этих структурных форм и взаимодействий между ними и требуется единая теория поля. В развивающихся сейчас многочисленных теориях поля постулируется большое число еще не наблюдаемых структурных элементов вещества: кварки, партоны, глюоны, креоны, суперсимметричные дублиеры элементарных частиц и многие другие.

В ТФП такое волевое постулирование еще неизвестных элементов вещества запрещено: они должны появиться в результате отображения абстрактных внутриматематических объектов на конкретные геометрические конструкции, подлежащие если не немедленному наблюдению, то, по крайней мере, описанию во взаимодействии друг с другом. ПЖиРС и проработка, выполненная в разделе 4, дают достаточно оснований для перехода к структурным элементам вещества.

Сотни лет в существующей системе знаний мы главным образом только угадывали существо естественных структур, создаваемых природой, или просто брали их из опыта. Развиваемая здесь теория позволяет сделать это на основе весьма своеобразных, но последовательных и понятных математических подходов и получить все "шаг за шагом" в

виде однозначных решений, полученных природой за огромное время своего эволюционного развития. Мы начнем с описания математической конструкции основных "кирпичиков" вещества. Часть этого описания опирается на уже изложенное в предыдущих разделах, а часть — есть аннотация того, что будет доказано ниже, но она нужна для понимания излагаемого материала. Итак, опишем основные математические конструкции, которые использовала природа для построения всех фундаментальных форм вещества.

Схема этих математических конструкций, основанная на ПЖИРС и заложенная в основу ТФП (см. рис. 1.1 и 1.2), такова. Вселенная есть трехмерная сфера S^3 . Каждая точка внутри такой сферы, как известно, есть ее центр. (Переход от S^3 к пространственной части Вселенной Эйнштейна с псевдоримановой геометрией будет указан ниже). Наиболее естественным объектом, возникшим как отображение S^3 на любой из этих центров, оказывается тор. Следовательно, первейшими "элементарными" структурами в такой Вселенной должны быть торы. Решение соответствующей задачи Плато [105] с учетом требований закона триединства (см. подразд. 5.4) показывает, что торы эти конечных размеров. Следовательно, их число конечно во Вселенной с конечными размерами и концентрация их во всех конечных участках Вселенной тоже конечна. Эти элементарные сущности вещества именуется в ТФП "фундаментонами". Весь мир вещества и все его структурные проявления есть отображения различных состояний фундаментона. Следовательно, самой элементарной сущностью вещества является единственная частица — фундаментон.

Расчет показывает, что фундаментон при отображении своих свойств из слоя S^3 на базу (каковой является наше "лабораторное" пространство) должен рассматриваться как "частица Планка" [14]. Объемлющее пространство в рассматриваемом расслоении (см. ОР 19) является комплексным. В действительном подпространстве — тардионной базе — наблюдаются (через соответствующий механизм отображения) только те свойства слоев, которые можно наблюдать в этой базе. Кроме того, в базе может наблюдаться результат процесса, происходящего в слоях, но не ход самого процесса.

Пространство S^3 и его отображения в виде торов находятся по отношению к действительной части базы в мнимой области. Поэтому непосредственно в действительной части нашего лабораторного подпространства фундаментон не наблюдаем. В конечном счете отражением его свойств на действительную часть базы являются элементарные частицы. Двум устойчивым состояниям фундаментона соответствуют их отражения в лабораторном пространстве в виде элементарных частиц, параметры которых совпадают с параметрами протона и электрона, и поэтому отождествляются с ними. Метастабильным состояниям фундаментона соответствуют неустойчивые (короткоживущие) элементарные частицы, включая, конечно, резонансы (обоснование — см. ОР 25).

Слой, в котором непосредственно наблюдаются тороидальные объекты как отображения всей S^3 на центры Вселенной, — объект, у которого нет течения времени, — оно "застыло". Время проявляется только в "динамических" слоях нашего объемлющего пространства расслоения, которые образуют геометрические конструкции с псевдоримановой геометрией. В этом случае S^3 преобразуется во Вселенную Эйнштейна, а неподвижные торы — в пару точечных зарядов фундаментального поля, движущихся по геодезическим псевдоримановой геометрии на поверхности тора.

Отображение процессов, протекающих на поверхности тора, на другие слои расслоенного пространства ТФП приводит ко всему многообразию геометрических структур зарядов ФП. Более того, в ТФП оказалось возможным понять, почему основное единое фундаментальное поле имеет природу двухзарядового поля. Действительно, силовые линии поля идут "от заряда" к центру (центром может быть любая точка пространства), где они начинают возвращаться и идут обратно "к заряду". Смена знака заряда при этом следует из такого тривиального свойства интегралов:

$$\int_0^R \rho dv = - \int_R^0 \rho dv. \quad (5.1)$$

Симметрия этих двух видов взаимодействия, замыкающихся в рамках Вселенной силовых линий, столь велика, что положительный и отрицательный заряды у фундаментона, строго говоря, равны, а суммарный заряд равен нулю. Поэтому сильные и сверхсильные взаимодействия ближайших к фундаментону структурных форм носят дипольный или мультипольный характер при квазиклассическом описании. Электрическое поле, связанное с конечным зарядом, возникает в результате нарушения этой зарядовой симметрии ФП в пространстве.

Дальнейшее рассмотрение элементарных структурных элементов в ТФП приводит к тому, что простейшие "толые" элементарные частицы образуются только из устойчивых частиц ФП. Из этих простейших ГЭЧ и антиГЭЧ и образуются основные частицы вещества, которые в ТФП именуется элементарными частицами физического вакуума ЭЧВ, составленные из ГЭЧ, и являются суперпартнерами устойчивых элементарных частиц и имеют спин 1 и 0.

Однако ФВ и его ЭЧВ образуют слой, который непосредственно не наблюдаем, и, следовательно, ЭЧВ можно наблюдать только в возбужденном состоянии в виде фотонов обычного света. ЭЧВ есть объединение ГЭЧ и антиГЭЧ. Когда имеется избыток ГЭЧ, которые и создают наблюдаемые ЭЧ и образованные ими формы вещества, то ГЭЧ не могут оставаться в первозданном виде. Они обязательно объединяются с ЭЧВ, создавая кварковые структуры, которые и являются элементарными частицами (подробнее см. подразд. 5.7).

В рамках этого качественного описания гравитационное взаимодействие тоже имеет понятное происхождение. Как показано в работах [48–52], гравитация в ТФП есть результат экранирования элементами структуры ЭЧ силовых линий ФП. Через ЭЧ идут только силовые линии "к ЭЧ", линии "от ЭЧ" на нее не влияют. Если бы в структуре ЭЧ все элементы были прозрачны для линий "к ЭЧ", то гравитационных сил не возникло бы. Но экран существует, и силы есть.

5.2.

Первый шаг. Реализация идеи истолкования нулевого пространства. Вывод уравнения для скалярной составляющей фундаментального поля

В данном разделе мы считаем, что нулевое подпространство ТФП гомеоморфно трехмерной сфере, т. е. множеству точек

$$S^3 = \{ (x_1, x_2, x_3, x_4) \in \mathbb{R}^4 \mid x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + x_4^2 = 1 \}. \quad (5.2)$$

Далее мы рассмотрим, как в нулевом подпространстве задаются клеточная и групповая структуры нулевого подпространства, а также введение в нулевом подпространстве временной координаты. В нулевом подпространстве необходимо задать некоторую карту

$$\xi_x : \mathbb{R}^3 \rightarrow S^3, \quad (5.3)$$

замыкание образа которой совпало бы со всей сферой S^3 .

В качестве такой карты можно взять следующее отображение:

$$\xi_x : \mathbb{R}^3 \rightarrow S^3; \quad \xi_x : r = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} \frac{4x_1}{4+r^2} \\ \frac{4x_2}{4+r^2} \\ \frac{4x_3}{4+r^2} \\ \frac{4-r^2}{4+r^2} \end{pmatrix} \in \mathbb{R}^4 \quad (5.4)$$

Легко видеть, что отображение (5.4), действительно, работает в S^3 , так как сумма квадратов членов матрицы в (5.4) тождественно равна единице. Нетрудно также убедиться, что (5.4) является взаимно однозначным отображением на всю сферу S^3 без точки $(0, 0, 0, -1)$, т. е. является картой, замыкание которой совпадает со всей сферой S^3 .

Рассмотрим теперь более подробно топологическую структуру нулевого подпространства ТФП. Из определения следует, что S^3 является замкнутым топологическим многообразием (т. е. компактно и не имеет края). Далее очевидно, что любая точка S^3 будет его центром.

Покажем теперь, что в нулевое подпространство можно ввести структуру конечного клеточного пространства. Для этого дадим определение конечного клеточного пространства: конечным клеточным пространством X называется хаусдорфово топологическое пространство, снабженное конечным клеточным разбиением cW , под которым понимается следующее представление пространства X в виде объединения конечного числа непересекающихся подмножеств:

$$X = \bigcup_{i=1}^N x_i, \quad (5.5)$$

на элементах которого определена целочисленная неотрицательная функция

$$d(x_i) \in \mathbb{Z}; \quad d(x_i) \geq 0, \quad (5.6)$$

где $d(x_i)$ – размерность клетки x_i . При этом должны существовать непрерывные отображения

$$f_i : D^d(x_i) \rightarrow x_i \quad (5.7)$$

(D^d – шар размерностью d), при котором

$$f_i : \text{Int } D^d(x_i) \rightarrow x_i \text{ – гомеоморфизм;} \quad (5.8)$$

$$f_i(\partial D^d(x_i)) = \{ \text{объединение клеток меньшей размерности} \} \quad (5.9)$$

Построим клеточное разбиение пространства S^3 . Для этого введем в рассмотрение отображение

$$h : D^3 \rightarrow \mathbb{R}^3; \quad h(\bar{r}) = \frac{\bar{r}}{\sqrt{1-\bar{r}^2}}. \quad (5.10)$$

Нетрудно убедиться, что это взаимно однозначное отображение внутренней части шара D^3 на все \mathbb{R}^3 .

Введем теперь следующие обозначения:

$$x_1 = S^3 / \{0, 0, 0, -1\}; \quad f_1 = \xi \circ h, \quad (5.11)$$

где ξ – определяется формулой (5.4):

$$d(x_1) = 3; \quad (5.12)$$

$$x_2 = (0, 0, 0, -1); \quad d(x_2) = 0; \quad (5.13)$$

$$f_2(\cdot) = (0, 0, 0, -1). \quad (5.14)$$

Нетрудно убедиться, что разбиение

$$S^3 = x_1 \cup x_2 \quad (5.15)$$

вместе с формулами (5.11)–(5.14) задает конечное клеточное разбиение нулевого пространства. Действительно, функция d принимает целые

неотрицательные значения $f_1(dD^3) = x_2$. Остальные требования в определении клеточного разбиения выполняются при его построении.

Таким образом, мы получили представление нулевого пространства в виде объединения двух клеток разной размерности. Это клеточное разбиение может служить основой для получения других клеточных разбиений, содержащих большее число клеток.

Далее покажем, что в нулевом подпространстве можно ввести групповую структуру. Для этого нам будут необходимы следующие факты. Покажем, что групповое многообразие группы $SU(2)$ гомеоморфно трехмерной сфере S^3 , т. е. нулевому подпространству ТФП.

Действительно, $SU(2)$ есть, по определению, множество унитарных комплексных матриц размера 2×2 , определитель которых равен 1, т. е.

$$SU(2) = \left\{ A = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \in \mathbb{C}^2 \times \mathbb{C}^2 \mid A^* = A^{-1}, \det A = 1 \right\}, \quad (5.16)$$

здесь

$$\begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}^* = \begin{pmatrix} \bar{a} & \bar{c} \\ \bar{b} & \bar{d} \end{pmatrix} \quad (5.17)$$

означает комплексное сопряжение. Для любой комплексной матрицы

$A = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}$, для которой $\det A = 1$, обратная матрица имеет вид

$$A^{-1} = \begin{pmatrix} d & -b \\ -c & a \end{pmatrix} \quad (5.18)$$

В этом можно убедиться непосредственно.

С другой стороны, для унитарных матриц с определителем, равным единице, имеем

$$A^{-1} = A^* = \begin{pmatrix} \bar{a} & \bar{c} \\ \bar{b} & \bar{d} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} d & -b \\ -c & a \end{pmatrix}, \quad (5.19)$$

откуда получаем

$$a = \bar{d}, \quad b = -c, \quad (5.20)$$

т. е. любая матрица из (5.16) имеет вид

$$A = \begin{pmatrix} a & b \\ -\bar{b} & \bar{a} \end{pmatrix}. \quad (5.21)$$

При этом $\det A = |a|^2 + |b|^2 = 1$. Определим теперь отображение $\gamma : S^3 \rightarrow SU(2)$ следующим образом. Пусть $(x_1, x_2, x_3, x_4) \in S^3$ (т. е. $x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + x_4^2 = 1$). Положим

$$\gamma(x_1, x_2, x_3, x_4) = \begin{pmatrix} x_1 + ix_2 & x_3 + ix_4 \\ -x_3 + ix_4 & x_1 - ix_2 \end{pmatrix} \in SU(2). \quad (5.22)$$

Непосредственными вычислениями можно убедиться, что полученная матрица унимодулярна (т. е. принадлежит $SU(2)$). Далее из (5.21) следует, что отображение $\delta : SU(2) \rightarrow S^3$, определенное следующим образом:

$$\begin{pmatrix} a & b \\ -b & \bar{a} \end{pmatrix} \xrightarrow{\delta} (\operatorname{Re} a, \operatorname{Im} a, \operatorname{Re} b, \operatorname{Im} b) \in S^3, \quad (5.23)$$

является обратным к γ , т. е.

$$\delta \circ \gamma = Id; \quad \gamma \circ \delta = Id. \quad (5.24)$$

Таким образом, мы показали, что γ является гомеоморфизмом. Используя этот гомеоморфизм в нулевом пространстве S^3 , можно ввести групповую структуру, положив

$$a \times b = \gamma^{-1}(\gamma(a) * \gamma(b)), \quad (5.25)$$

где $*$ — обычное произведение в $SU(2)$. Полученная группа на S^3 будет, естественно, изоморфна $SU(2)$.

Все рассмотренное выше относилось к чисто пространственной части нулевого подпространства. Для того чтобы рассматривать в нулевом подпространстве как собственно пространство, так и время, мы погружаем нулевое подпространство в некоторое многообразие размерности 4

$$\beta : S^3 \rightarrow X \quad (5.26)$$

и по определению считаем, что в X задана метрика с сигнатурой $(+++)$, которая на S^3 совпадает с естественной метрикой и является нулевым пространством-временем. Таким образом, в $S^3 \rightarrow x_1, x_2, x_3$ — некоторые координаты пространственной части, а координата x_0 является временной. При этом элемент интервала в полученном пространстве-времени будет вычисляться по формуле

$$dS^2 = dx_0^2 + dx_1^2 + dx_2^2 + dx_3^2. \quad (5.27)$$

Рассмотрим теперь более подробно вопрос о реальном, а не формально-математическом течении времени в таком пространстве. В теориях относительности СТО и ОТО для определения промежутка времени между событиями используются понятие световых сигналов и постулат о постоянстве скорости света. Как известно, свет распространяется в пространстве-времени по изотропным геодезическим траекториям, для которых

$$dS^2 = 0. \quad (5.28)$$

В случае плоского мира Минковского с сигнатурой $(-+++)$ условие (5.28) определяет для каждой точки пространства-времени "световой конус", т. е. некоторое подмножество пространства Минковского, на котором лежат мировые линии световых сигналов. В случае же с метрикой (5.27) условие (5.28) всегда задает всего лишь одну точку (т. е. световые конусы вырождаются в точку). Это можно интерпретировать как то, что световой сигнал в Мире с метрикой (5.27) вообще не распространяется. (Как мы увидим в дальнейшем, при рассмотрении комплексификации нулевого пространства-времени он распространяется в дополнительном подпространстве). Поэтому мы не можем определить (неформально) промежутки времени между событиями в нулевом пространстве-времени, т. е. время в нем "застыло".

Теперь перед нами стоит задача перейти от общего понимания природы нулевого подпространства, его пространственно-временной структуры к основным кирпичикам мира вещества — элементарным структурным элементам вещества.

В ОПП, как уже отмечалось, существует структура клеточного пространства. Поскольку ОПП есть S^3 , то, очевидно, что центр каждой клетки есть одновременно и центр всей Вселенной, ибо в S^3 каждая точка может быть ее центром. Тогда с очевидностью эти центры клеток и есть отмеченные точки как для ОПП, так и для клетки. Как ОПП, так и его клетки — хаусдорфовы пространства (см. ОР1 и ОР2). Поэтому отмеченные точки должны иметь окрестность. Мы приходим таким образом к тому, что клетки есть отмеченные точки с окрестностью. Это с точки зрения геометрии. Но поскольку в каждой клетке отображается вся замкнутая Вселенная, естественно считать эти клетки микровселенными, описываемыми теми же уравнениями связи между пространством-временем-веществом. Конечно, масштабные соотношения у единиц, определяющих время, пространство, вещество, у вселенной и микровселенной, с очевидностью, должны быть разными.

Применение уравнения закона триединства (уравнение 5.53) ко Вселенной и микровселенной в этом случае означает масштабную инвариантность законов, управляющих веществом. Таким образом, закон триединства, который мы в дальнейшем будем подробно рассматривать, для разных подпространств означает масштабную инвариантность для единиц, определяющих пространство-время-вещество. Эту инвариантность

и открыл своим уравнением А. Эйнштейн, но не успел выяснить до конца ее геометро-физическую природу.

Поскольку клетки в ОПП — микровселенные и в то же время отмеченные точки с окрестностью, то границы этих окрестностей и есть сферы Шварцшильда, а клетки — черные микродыры.

Обозначая радиус от отмеченной точки до сферы Шварцшильда в этой микрочерной дыре через R и ведя дальнейший расчет в сферических координатах, в которых радиус-вектор \vec{r} имеет своим началом отмеченную точку-центр сферы Шварцшильда, мы должны заключить, что координаты над сферой, т. е. при $r > R$, и под ней должны быть разными. Различие, которое удовлетворило бы одновременно уравнению ЗТ, принципам ПЖиРС и геометрии расслоенных пространств в ТФП, может быть только таким: если пространство над сферой действительное, то под ней — мнимое, и наоборот. При этом важно установить связь между этими координатами. Эта связь с необходимостью должна быть, поскольку обе координаты описывают один и тот же объект, но в разных подпространствах. Еще в работе [84] отмечалось, что координаты под сферой и над ней должны удовлетворять условию *зеркального отображения* от сферы, однако там не было указано, что эти координаты принадлежат разным подпространствам и поэтому связь между ними может быть не просто алгебраической, а должна даваться через отображения.

Итак, если считать, что радиус-вектор r над сферой является действительной величиной, то с соответствующей мнимой координатой ir под сферой и ее аналитическим продолжением должна быть такая связь, даваемая отображением:

$$f: ir \rightarrow \frac{R^2}{r}. \quad (5.29)$$

Полученный результат позволяет определить скалярную составляющую фундаментального поля. Действительно, достаточно общим уравнением для потенциала скалярного поля является уравнение Клейна-Гордона-Фока

$$\Delta \varphi(r) (+) R^{-2} \varphi(r) = 0. \quad (5.30)$$

Здесь $R = \hbar / mc$. Решением этого уравнения является потенциал Юкавы

$$\varphi = q \frac{e^{-r/R}}{r}, \quad (5.31)$$

если персд вторым членом в (5.30) стоит знак минус, и потенциал

$$\varphi = q \frac{e^{-ir/R}}{r}, \quad (5.32)$$

если перед вторым членом стоит знак плюс.

Легко видеть, что последнее уравнение не имеет явного физического смысла, поскольку в нем есть и действительная, и мнимая координаты. Однако, если интерпретировать его как потенциал в смешанных координатах, и, используя связь (5.29), привести его к записи в одном пространстве, то мы получим потенциал

$$\varphi = q \frac{e^{-R/r}}{r}. \quad (5.33)$$

Легко видеть, что этот потенциал уже не является решением (5.30). Однако он является решением более общего по отношению к нему уравнения

$$\Delta \varphi(r) - R^{-2} \varphi(r) = F(r), \quad (5.34)$$

где $F(r) = q \frac{e^{-R/r}}{r^3} \left(\frac{R^2}{r^2} - 2 \frac{R}{r} + \frac{r^2}{R^2} \right)$. Это и есть уравнение для скалярной составляющей ФП, а потенциал (5.33) является потенциалом скалярной составляющей ФП (рис. 5.1).

Потенциал скалярной составляющей ФП не имеет расходимостей ни в одной точке. Не имеют расходимостей также напряженность поля и плотность заряда в любой точке поля, если их определять соответственно

$$\vec{E} = -\text{grad} \varphi = q \frac{e^{-R/r}}{r^2} \left(1 - \frac{R}{r} \right) \frac{\vec{r}}{r}; \quad (5.35)$$

$$\rho = \frac{1}{4\pi} \text{div} \vec{E} = \frac{q}{4\pi} \frac{R e^{-R/r}}{r^4} \left(2 - \frac{R}{r} \right). \quad (5.36)$$

На рис. 5.1 эти зависимости даны в виде графиков. Особенно интересно, что

$$Q = 4\pi \int_0^{\infty} \rho dv = q e^{-R/r} \left(1 - \frac{R}{r_0} \right) = q, \quad (5.37)$$

где v — объем. Это означает, что постоянная q с размерностью заряда численно равна интегралу от суммарной плотности заряда по всему бесконечному евклидову пространству. То, что Вселенная — S^3 , а не евклидово пространство, не меняет физического смысла этого результата, так как, во-первых, S^3 вложено в объемлющее пространство $\mathbb{R}^{3,1}$, пространственная часть которого евклидова, во-вторых, аналогичный результат может быть получен и в неевклидовом пространстве.

Поскольку потенциал ФП приводит к расчетному заряду, не только конечному, но и численно равному постоянной в формуле для потен-

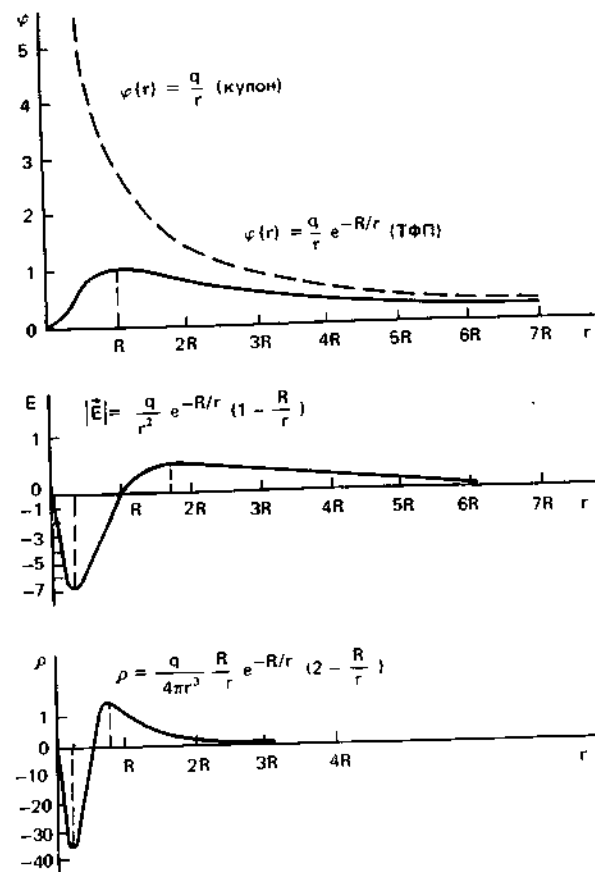


Рис. 5.1. Изменение потенциала напряженности поля и плотности заряда у скалярной составляющей фундаментального поля вдоль радиуса-вектора

циала, то мы должны констатировать глубокую внутреннюю самосогласованность этого потенциала, какой до него не обладал ни один из известных в современной физике потенциалов. Кроме того, из (5.37) недвусмысленно следует, что заряд, отнесенный к центру структуры черной микродыры — к выделенной точке — есть отображение на нее заряда со всей вселенной.

5.3.

Второй шаг. Комплексификация как переход от процессов, идущих в слое и базе, к процессам, наблюдаемым в объемлющем пространстве

В ТФП для полного описания частиц используется понятие расслоения $p: B \times U_z \rightarrow B$,

$$(5.38)$$

где B – база расслоения; U_z – слой (или его группа), соответствующий подпространству с индексом z , которое при этом рассмотрении оказывается дополнительным к пространству B . Причем слой, лежащий над точкой $b \in B$, приклеен к базе лишь в одной точке. Следовательно, вся структура, которая существует в базе, не может непосредственно наблюдаться в слое, и наоборот.

Мы покажем, что аналогичное описание дополнительных подпространств может быть получено при рассмотрении расширенного комплексифицированного пространства базы \tilde{B} и размещении подпространства U_z в мнимой области пространства \tilde{B} . При этом могут быть развиты методы, позволяющие отображать структуры, заданные в слое, на базу, и наоборот. В качестве базы B мы будем рассматривать изученное в подразд. 5.2 нулевое подпространство ТФП.

Рассмотрим чисто пространственный случай. При этом пространство B , естественно вложено в расширенное (комплексифицированное) пространство базы \tilde{B} . В локальных полярных координатах это вложение можно задать следующим образом:

$$B \ni \begin{pmatrix} r \\ \theta \\ \varphi \end{pmatrix} \xrightarrow{\xi_0} \begin{pmatrix} r + i0 \\ \theta + i0 \\ \varphi + i0 \end{pmatrix} \in \tilde{B}. \quad (5.39)$$

При этом дополнительные к B пространства U_z можно считать вложенными в мнимую область \tilde{B} . Пусть это вложение задается следующим образом:

$$U_z \ni \begin{pmatrix} r_z \\ \theta_z \\ \varphi_z \end{pmatrix} \xrightarrow{\xi_0} \begin{pmatrix} 0 + ir_z \\ 0 + i\theta_z \\ 0 + i\varphi_z \end{pmatrix} \in \tilde{B}. \quad (5.40)$$

Покажем, что в расширенном пространстве \tilde{B} вложенные в него пространства B и U_z являются дополнительными друг к другу, а именно, они пересекаются ровно в одной точке. Действительно, пусть

$$\begin{pmatrix} r_x \\ \theta_x \\ \varphi_x \end{pmatrix} \in B \cap U_z,$$

но тогда в силу (5.39) имеем

$$Im(r_x) = Im(\theta_x) = Im(\varphi_x) = 0, \quad (5.41)$$

где Im – мнимая часть комплексного числа, а в силу (5.40) имеем

$$Re(r_x) = Re(\theta_x) = Re(\varphi_x) = 0, \quad (5.42)$$

где Re – вещественная часть комплексного числа. Но удовлетворять условиям (5.41) и (5.42) может лишь одна точка в $B = (0, 0, 0)$. Таким образом, мы показали, что описание дополнительных подпространств с помощью расширенного комплексифицированного пространства удовлетворяет требованиям расслоенных пространств.

Теперь посмотрим, как отобразится потенциал ФП, возникший в ОПП и его клетках, на другие подпространства. Для этого воспользуемся формализмом, изложенным в разделе 4. Выясним, во что переходит потенциал ФП, если он задан в B . Для этого доопределим потенциал ФП на все пространство \tilde{B} с помощью вложения (5.39) и аналитического продолжения. При этом в локальных координатах будем иметь

$$\tilde{\varphi}: \mathbb{C}^3 \rightarrow \mathbb{C}: \tilde{\varphi}(r) = \frac{qe^{-R|r}}{r}. \quad (5.43)$$

Мы видим, что $\tilde{\varphi}$ задается на \tilde{B} той же формулой, что и на B .

$$\xi_z: U_z \rightarrow \tilde{B}, \quad (5.44)$$

взяв суперпозицию $\tilde{\varphi} \circ \xi_z$, мы имеем

$$\tilde{\varphi} \circ \xi_z: U_z \rightarrow \mathbb{C}. \quad (5.45)$$

Теперь для того, чтобы на подпространстве U_z был задан некоторый потенциал, необходимо задать функцию $\tau: \mathbb{C} \rightarrow \mathbb{R}$. При этом суперпозиция $\tau \circ \varphi \circ \xi_z$ как раз задает потенциал на подпространство U_z

$$\varphi_z = \tau \circ \tilde{\varphi} \circ \xi_z: U_z \rightarrow \mathbb{R}. \quad (5.46)$$

Этот потенциал мы и будем считать отображением потенциала с пространства B на пространство U_z в расслоении ФП. В качестве функции $\tau: \mathbb{C} \rightarrow \mathbb{R}$ возьмем функцию

$$\tau(c) = |c| \in \mathbb{R}. \quad (5.47)$$

Эта функция (модуль комплексного числа) удобна тем, что принимает нулевое значение только в нуле.

Распишем формулу (5.46) подробнее и выясним, во что при таком отображении переходит потенциал ФП. Имеем

$$\varphi_{\mathcal{Z}}(r, \theta, \varphi) = \tau(\tilde{\varphi}(\xi_{\mathcal{Z}}(r, \theta, \varphi))) = \tau(\tilde{\varphi}(ir, i\theta, i\varphi)) = \left| q \frac{e^{-R/ir}}{ir} \right| = \left| \frac{1}{i} \right| \left| \frac{qe^{iR/r}}{r} \right| = \frac{q}{r} \quad (5.48)$$

(так как $|e^{-iR/r}| = 1$ для всех $R, r \in \mathbb{R}$), т. е.

$$\varphi_{\mathcal{Z}}(r, \theta, \varphi) = q/r. \quad (5.49)$$

Таким образом, мы видим, что потенциал ФП, заданный в нулевом подпространстве, переходит при отображении в дополнительное подпространство — в потенциал Кулона. Это, кроме того, означает, что при таком отображении теряется нелинейная часть скалярного потенциала ФП.

Рассмотрим вопрос о том, как информация из базы может передаваться в слой, и наоборот. Начнем с отображения метрики из нулевого пространства-времени на дополнительные пространства. В данном случае в качестве B рассматривается четырехмерное нулевое пространство-время с метрикой (5.27). В качестве \tilde{B} рассматривается четырехмерное комплексное пространство. При этом B вложено в вещественную часть \tilde{B} . В локальных координатах это вложение может быть представлено следующим образом:

$$\begin{pmatrix} x_0 \\ x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} x_0 + 0i \\ x_1 + 0i \\ x_2 + 0i \\ x_3 + 0i \end{pmatrix} \quad (5.50)$$

Формула для метрики (5.27) распространяется на \tilde{B} с помощью аналитического продолжения. При этом вид формулы (5.27) не меняется.

Пространство-время B вложено в \tilde{B} так, что пространственные части B и $U_{\mathcal{Z}}$ дополняют друг к другу

$$U_{\mathcal{Z}} \ni \begin{pmatrix} x_0 \\ x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} \xrightarrow{n} \begin{pmatrix} x_0 \\ ix_1 \\ ix_2 \\ ix_3 \end{pmatrix} \in \tilde{B}.$$

Рассмотрим суперпозицию $dS_0\eta$ для пространства $U_{\mathcal{Z}}$. Имеем

$$dS^2 = d(\eta(x_0))^2 + d(\eta(x_1))^2 + \dots + d(\eta(x_3))^2 = dx_0^2 - dx_1^2 - dx_2^2 - dx_3^2. \quad (5.51)$$

Таким образом, мы видим, что, во-первых, dS^2 принимает вещественные значения, во-вторых, знакпостоянная метрика преобразуется в обыкновенный вид метрики пространства Минковского. При этом возникают обычные световые конусы, и мы можем определить текущее время, — оно "оживает" в дополнительном подпространстве. Указанная процедура обратима: точно так же (при помощи комплексификации и вложений) можно перейти от метрики (5.51) к метрике (5.27). В частности, таким образом (как движение в дополнительном подпространстве) можно интерпретировать в ТФП решения инстантонного типа уравнений поля, полученные в [10б] для метрики (5.27).

Итак, мы показали, как распределенные в пространстве и застывшие во времени заряды ФП "сжимаются" в точках на границах окрестности. Время "оживает". Заряды приходят в движение. Скалярный потенциал ТФП переходит в потенциал кулона.

Кроме того, что не менее важно, мы показали, что слой можно (и должно) рассматривать как пространство, расположенное в мнимой области комплексифицированной базы.

5.4.

Третий шаг. Объединение пространственно-временных и материальных свойств в один закон триединства

Основы математической формулировки ЗТ открыты А. Эйнштейном и положены в основу ОТО. При формулировке ОТО А. Эйнштейн записал основное уравнение теории так:

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2} g_{\mu\nu} (R - 2\Lambda) = \frac{8\pi G}{c^4} T_{\mu\nu}. \quad (5.52)$$

трактуя его как уравнение гравитационного поля. В дальнейшем [12] ОТО стали трактовать как теорию гравитации, а термин "ОТО" — как устаревший. Правда, имели место и яркие исключения из этого правила [41, 42, 110, 123]. В последние годы, особенно в работах группы А. А. Логунова [62–65], серьезно дискутируется вопрос о том, является ли вообще (5.52) уравнением поля. Таким образом, за 70 лет, прошедших после формулировки ОТО, ее основы продолжают дискутироваться.

Все это говорит о том, что уравнение (5.52) не является ни уравнением поля гравитации, ни уравнением физического поля вообще. Поэтому в ТФП считается, что всей совокупности известных теоретических и экспериментальных данных соответствует такое толкование открытого А. Эйнштейном закона. Это закон триединства пространства-времени-вещества. И только. Этот закон обязателен для всех видов физических полей, в том числе, конечно, и для гравитационного поля, но уравнением поля этот закон не является. А. А. Логунов и его коллеги [62–65], утверждающие, что нужна "полевая теория гравитации" и что (5.52) не является уравнением поля, с точки зрения излагаемой здесь теории, безусловно, правы. Каким должно быть это поле — это

вопрос особый, но (5.52) -- не является уравнением гравитационного поля.

В ТФП найденный А. Эйнштейном закон обобщен и записывается для основных объектов ТФП в виде

$$R_{\mu\nu}^{(\mathfrak{z})} - \frac{1}{2} g_{\mu\nu}^{(\mathfrak{z})} (R_{\mathfrak{z}} - 2\Lambda_{\mathfrak{z}}) = \frac{8\pi\gamma_{\mathfrak{z}}}{c^4} T_{\mu\nu}^{(\mathfrak{z})}, \quad (5.53)$$

где $\mathfrak{z} = 0, 1, 2, 3, W$ -- индекс подпространства (слоя и базы), подробнее см. в [14]). В нерасслоенном пространстве решения (5.53) совпадают с известными в ОТО решениями (5.52).

При рассмотрении решений (5.53) во всех подпространствах, достаточных для описания ЭЧ, ситуация существенно меняется. Рассмотрим это на таком примере. В ОТО, как известно, существует различие между координатами, используемыми при решении (5.52), и реальными координатами физического объекта, к которому эти решения относятся.*) Так, например, для пространства А. А. Фридмана, для максимальной физической координаты имеем [107, С. 52]

$$r_{\Phi} = \int_0^{\pi} r_0 dr = \int_0^{\infty} r_0 \frac{dr}{1 + \frac{r^2}{2}} = \pi r_0, \quad (5.54)$$

где r_0 -- радиус кривизны замкнутого "мира"; r_{Φ} -- радиальная координата в сферической системе координат.

В то же время объем этого замкнутого мира определяется не через r_{Φ} а через r_0

$$V_M = 4\pi r_0^3 \int_0^{\infty} \frac{r^2 dr}{\left(1 + \frac{r^2}{4}\right)^3} = 2\pi^2 r_0^3. \quad (5.55)$$

Если взять другие примеры, то мы можем получить самые разные соотношения радиальных координат и "физических" координат.

Это при решении (5.52) в ОТО. При решении (5.53) в ТФП этой проблемы нет. Различные координаты получаются потому, и только потому, что в ОТО неправомерно рассматривают объект в одном нерасслоенном пространстве -- отсюда все трудности. "Физическая" координата в (5.54) -- это координата в пространстве, где расстояния определяются вдоль окружности, а объем замкнутого мира определяется геометрией подпространства, где определен радиус кривизны r_0 .

*) Л. Бриллюэн [123], возмущенный такой неоднозначностью величин, получающейся в ОТО, назвал эту теорию "научной фантастикой". Как показано здесь, никакой фантастики нет -- просто в ОТО была неполнота рассмотрения физических объектов.

Если $\Lambda \neq 0$, то, с учетом (5.53), в ОПП для замкнутой макро- или микро-Вселенной с радиусом r_B получаем

$$r_B = \Lambda^{-1/2 *}) \quad (5.56)$$

и

$$\Lambda = \frac{4\pi\gamma\rho}{c^2}, \quad (5.57)$$

где ρ -- плотность массы. Для массы всей Вселенной имеем

$$m = \frac{\sqrt{\pi} c^3}{4\sqrt{\gamma^3 \rho}}. \quad (5.58)$$

Если измерять γ в единицах q^2/m^2 , q -- в единицах $\sqrt{\hbar}c$, r -- в единицах \hbar/mc , то

$$\gamma = A_{\gamma} \frac{q^2}{m^2}; \quad q^2 = A_q \hbar c; \quad r = A_r \frac{\hbar}{mc}, \quad (5.59)$$

где A_{γ}, A_q, A_r -- безразмерные коэффициенты. И для ρ имеем

$$\rho = \frac{m}{4\pi r_B^3} \frac{A_r}{A_q A_{\gamma}}. \quad (5.60)$$

Для среднего значения плотности, кроме того, справедливо равенство

$$\rho = \frac{m}{2\pi^2 r_B^3}. \quad (5.61)$$

И тогда для безразмерных констант найдем первое уравнение

$$\frac{A_r}{A_q A_{\gamma}} = \frac{2}{\pi}. \quad (5.62)$$

Любопытно, что если бы пространство было евклидовым, то имело бы место равенство

$$\frac{A_r}{A_q A_{\gamma}} = 3.$$

Решение (5.53) для разных подпространств показало, что они отличаются численными значениями A_{γ}, A_q и A_r для соответствующих этим подпространствам элементарных структур. Так, для ЗПП $A_{\gamma} = A_q = A_r = 1$. Поэтому у фундаментона

*) Для простоты расчета мы опустили индекс \mathfrak{z} .

$$\gamma_{\Phi} = q_{\Phi}^2 / m_{\Phi}^2; \quad q_{\Phi}^2 = \hbar c; \quad r_{\Phi} = \hbar / m_{\Phi} c. \quad (5.63)$$

Мы рассмотрели решение уравнения ЗТ при космологическом члене Λ , отличном от нуля. Если рассматривать уравнение при $\Lambda = 0$, то решения будут иметь другой вид. В ОТО за более чем 70 лет ее существования физический смысл этого члена остался до конца не выясненным и поэтому в большинстве решений его принимают равным нулю. Для того, чтобы выяснить физический смысл и значение Λ -члена в ЗТ, рассмотрим два важных решения уравнения (5.53) при нулевом Λ -члене.

Первое решение. Для дальнейшего нам важно рассмотреть решение уравнения ЗТ для семейства черных дыр, в простейшем случае это самосогласованная задача для двух масс, имеющих, кроме того, и заряды. Эту задачу обстоятельно рассмотрел С. Чандрасекар [46], и мы далее воспользуемся его результатами.

Пространство-время, как и в ОТО, рассматривается как четырехмерное дифференцируемое многообразие, наделенное метрикой с лоренцевой сигнатурой, которая равна $\pm(n-2)$, где n — размерность пространства, знак — по договоренности. В нашем случае $n = 4$, знак "+", а метрика для случая движения двух масс m_1 и m_2 в самосогласованном гравитационном поле этих масс имеет вид [46]

$$dS^2 = (cdt)^2 / u^2 - u^2 [(dr_1)^2 + r_1^2 (d\theta_1)^2 + (r_1^2 \sin^2 \theta_1) (d\varphi)^2], \quad (5.64)$$

где m_1, m_2 — точечные массы; a — расстояние между ними; r, φ, θ_1 — сферические координаты.

Сигнатура равна -2 (+ ----),

$$u = 1 + \frac{m_1}{r_1} \frac{G}{c^2} + \frac{m_2}{(r_1^2 + a^2 - 2ar_1 \sin \theta_1)^{1/2}} \frac{G}{c^2}. \quad (5.65)$$

Обозначим пространство-время через E . Вводим расслоение. E с данной метрикой можно представить как прямую сумму двух непересекающихся подпространств E_+ и E_- , размерности 1 и 3 соответственно

$$E = E_+ \oplus E_-,$$

$$\dim E_+ = 1, \quad (5.66)$$

$$\dim E_- = 3.$$

Найдем общую точку двух подпространств E_+ и E_- . Подпространство E_+ имеет одну координату t в пространстве E_- и задается системой уравнений:

$$\begin{aligned} r_1 &= 0, \\ \theta_1 &= 0, \\ \varphi &= 0, \end{aligned} \quad \text{а)}$$

— это подпространство точек вида $(0, 0, 0, t)$ в пространстве E . Подпространство E_- имеет три координаты: r, φ, θ_1 и задается уравнением $t = 0$ б)

— это подпространство точек вида $(r, \varphi, \theta_1, 0)$ в четырехмерном пространстве E . Общая точка подпространств E_+ и E_- должна одновременно удовлетворять условиям (а) и (б), следовательно, эта точка имеет координаты $(0, 0, 0, 0)$, т. е. общая точка подпространств E_+ и E_- — есть начало координат $(0, 0, 0, 0)$.

На этих подпространствах естественным образом вводятся метрики:

$$E_+ \text{ — подпространство с положительно-определенной метрикой} \\ dS_+^2 = (cdt)^2 / u^2, \quad (5.67)$$

$$E_- \text{ — подпространство с отрицательно-определенной метрикой} \\ dS_-^2 = -u^2 [(dr_1)^2 + r_1^2 (d\theta_1)^2 + (r_1^2 \sin^2 \theta_1) (d\varphi)^2]. \quad (5.68)$$

Тогда метрика (5.64) пространства E является суммой метрик подпространств (5.67) и (5.68)

$$dS^2 = dS_+^2 + dS_-^2. \quad (5.69)$$

Эти подпространства E_+ и E_- можно интерпретировать различными способами, например, как числовые подпространства без метрики подобно тому, как пространство комплексных чисел можно рассматривать как двумерное числовое вещественнозначное пространство, однако для решения нашей задачи надо рассматривать их как действительное и мнимое подпространства пространства E : координаты первого — действительные числа (вернее, одна координата), координаты второго — чисто мнимые. Теперь выясним, что это за пространства. Структуры этих пространств различны, но внутри каждого из них точки имеют одинаковую структуру. Рассмотрим предельные случаи: $u = \infty$ и $u = 0$.

1) $u = \infty$

Тогда $(cdt)^2 / u^2 = 0$ и

$$dS^2 = -u^2 [(dr_1)^2 + r_1^2 (d\theta_1)^2 + (r_1^2 \sin^2 \theta_1) (d\varphi)^2] = dS_-^2.$$

Решим уравнение (5.65) для $u = \infty$:

$$u = 1 + \frac{m_1}{r_1} \frac{G}{c^2} + \frac{m_2}{(r_1^2 + a^2 - 2ar_1 \sin \theta_1)^{1/2}} \frac{G}{c^2}.$$

После несложных вычислений получим уравнение

$$\infty = 1 + \frac{m_1}{r_1} \frac{G}{c^2} + \frac{m_2}{|r_1 - a|} \frac{G}{c^2},$$

которое имеет два корня $r_1 = 0$ и $r_1 = a$.

Подставим эти значения в первоначальное уравнение, получим

$$\infty = 1 + \frac{m_1}{r_1} \cdot \frac{G}{c^2} + \frac{m_2}{(r_1^2 + a^2 - 2ar_1 \sin \Theta_1)^{1/2}} \frac{G}{c^2}.$$

При $r_1 = 0$

$\infty = 1 + \infty + \infty$ — уравнение справедливо.

При $r_1 = a$

$$\infty = 1 + \frac{m_1 G}{ac^2} + \frac{m_2}{(2a^2 - 2a^2 \sin \Theta_1)^{1/2}} \frac{G}{c^2}.$$

Это равенство выполняется только для $\Theta_1 = \frac{\pi}{2}$ и свидетельствует о том, что условие соответствует движению с $\Theta_1 = \frac{\pi}{2}$.

Таким образом, мы выяснили, что подпространство E_- — это подпространство пространства E , в котором $u = \infty$, $r_1 = 0$ и $\theta_1 = \frac{\pi}{2}$. Как было доказано С. Чадрасекаром [105], при радиусе горизонта событий $r_1 = 0$ площадь поверхности горизонта событий равна не нулю, а конечному значению $4\pi m_1^2$. Но это значение достигается в мнимом подпространстве E_- с отрицательно-определенной метрикой (5.68).

Легко видеть, что это означает: в действительном подпространстве $r_1 = 0$ и площадь поверхности горизонта событий равна 0, а в мнимой области $S > 0$, и в этом случае $r_1 \neq 0$, но этот радиус — мнимый. Действительно, площадь сферы

$$S = \frac{4\pi r_1^3}{3}$$

$$\Rightarrow r_1^3 = \frac{3S}{4\pi}$$

$$r_1 = \sqrt[3]{\frac{3S}{4\pi}}$$

$$S = 4\pi m_1^2 \Rightarrow$$

$$r_1 = \sqrt[3]{\frac{3 \cdot 4\pi m_1^2}{4\pi}} = \sqrt[3]{3m_1^2} \neq 0$$

$$ir_1 = i \sqrt[3]{3m_1^2}.$$

Этот радиус — мнимый, в вещественном пространстве ему соответствует нулевой радиус.

2) $u = 0$

Решим уравнение (5.65) для $u = 0$:

$$0 = 1 + \frac{m_1}{r_1} \frac{G}{c^2} + \frac{m_2}{(r_1^2 + a^2 - 2ar_1 \sin \Theta_1)^{1/2}} \frac{G}{c^2}. \quad (5.70)$$

Для этого наложим на уравнение следующие условия:

- 1) $m_1 < 0$, $m_2 > 0$;
- 2) $R_1 > R_2$, $\frac{R_1}{R_2} = k_R$, где R_1 и R_2 соответствуют r_1 и r_2 ;
- 3) $a = R_1 - R_2$;
- 4) R_1, R_2, m_1, m_2 находятся в одной плоскости;
- 5) угол Θ_1 известен;
- 6) c и G известны;
- 7) $\frac{|m_2|}{|m_1|} = k_m$;
- 8) $R_1 = \frac{\hbar}{m_1 c} k_h$.

Найдем зависимость величин m_1, m_2, R_1, a от $G, c, k_R, k_m, \hbar, k_h$. Из условия 3 найдем R_2

$$R_2 = R_1 - a.$$

Из условия 2 найдем a , подставив значение R_2 в формулу

$$\frac{R_1}{R_2} = k_R;$$

$$\frac{R_1}{R_1 - a} = k_R;$$

$$R_1 = k_R (R_1 - a);$$

$$R_1 - k_R R_1 = -k_R a;$$

$$a = \frac{R_1 (k_R - 1)}{k_R}. \quad (5.71)$$

Выразим m_1 через R_1

$$m_1 = \frac{\hbar}{R_1 c} k_h. \quad (5.72)$$

Найдем m_2

$$|m_2| = k_m |m_1| = \frac{\hbar}{R_1 c} |k_h| k_m.$$

Так как $m_1 < 0$, то $k_h < 0$ и $|k_h| = -k_h$, таким образом.

$$m_2 = \frac{-\hbar}{R_1 c} k_h k_m > 0. \quad (5.73)$$

Величины $\Theta_{1,c}$ и G — известны. Подставим значения a , m_1 , m_2 из формул (5.71), (5.72), (5.73) соответственно в уравнение (5.70) и найдем R_1 для уравнения (5.70) в виде

$$R_1 = \sqrt{\frac{\hbar k_h G}{c^3} \left(\frac{k_m}{1 + \left(\frac{k_R - 1}{k_R}\right)^2 - \left(\frac{2(k_R - 1)\sin\Theta_1}{k_R}\right)^{1/2}} - 1 \right)}. \quad (5.74)$$

Полученное значение R_1 подставим в формулы (5.71), (5.72), (5.73) и получим зависимость величин a , m_1 , m_2 от G , c , k_R , k_m , \hbar , k_h :

$$a = \frac{k_R - 1}{ck_R} \sqrt{\frac{\hbar k_h G}{c} \left(\frac{k_m}{\left(1 + \left(\frac{k_R - 1}{k_R}\right)^2 - \frac{2(k_R - 1)\sin\Theta_1}{k_R}\right)^{1/2}} - 1 \right)}, \quad (5.75)$$

$$m_1 = \frac{\hbar k_h c}{c} \sqrt{\frac{c}{\hbar k_h G} \left(\frac{[k_R^2 + (k_R - 1)^2 - 2k_R(k_R - 1)\sin\Theta_1]^{1/2}}{k_m k_R - (k_R^2 + (k_R - 1)^2 - 2k_R(k_R - 1)\sin\Theta_1)^{1/2}} - 1 \right)} = \sqrt{\frac{\hbar k_h c}{G} \frac{[k_R(2 - 2\sin\Theta_1) + (-2 + 2\sin\Theta_1) + 1/k_R]^{1/2}}{k_R^{1/2} k_m - ((k_R^2 - 2\sin\Theta_1) + (-2 + 2\sin\Theta_1) + 1/k_R)^{1/2}}, \quad (5.76)$$

$$m_2 = -k_m \sqrt{\frac{\hbar k_h c}{G} \frac{[k_R^2(2 - 2\sin\Theta_1) + k_R(-2 + 2\sin\Theta_1) + 1]^{1/2}}{k_m k_R - [k_R^2(2 - 2\sin\Theta_1) + k_R(2 + 2\sin\Theta_1) + 1]^{1/2}}}. \quad (5.77)$$

Значения R_1 , a , m_1 , m_2 из формул (5.74), (5.75), (5.76), (5.77) будут решением уравнения (5.70) при заданных условиях (5.77).

Метрика (5.64) при $u = 0$ имеет вид

$$dS^2 = (cdt)^2 / u^2 = dS_+^2.$$

Таким образом, подпространство E_+ с метрикой dS_+ — это подпрост-

ранство пространства E , в котором $u = 0$, а R_1 принимает значение (5.74).

Пространство-время E можно наделить структурой расслоения, поскольку, согласно (5.66), оно разлагается в прямую сумму подпространств E_+ и E_- . E_+ можно представить как базу, а E_- — как слой в объемлющем пространстве E . Функциями отображения из E в E_+ и в E_- будут соответствующие уравнения нулевых сечений расслоения E . Сечением расслоения в E является такое отображение: $\psi: E_+ \rightarrow E$, которое в точке $x \in E_+$ принимает значение в слое над x . Мы выбираем нулевое сечение потому, что оно изоморфно базе. Действительно, нулевое сечение каждой точке $b \in E_+$ ставит в соответствие ноль, и изоморфизм между нулевым сечением и базой имеет вид

$$E_+ \times \{0\} \rightarrow E_+$$

$$(b, 0) \mapsto b$$

$$(b, 0) \leftarrow \{b, b \in E_+\}.$$

Уравнение для базы получается следующим образом: $\dim E_+ = 1$, следовательно, для выделения E_+ в четырехмерном пространстве E нужно задать систему из трех уравнений (так как $l = 4 - 3$). Поскольку это уравнения нулевых сечений, то они имеют простой вид

$$\begin{aligned} r_1 &= 0, \\ \Theta_1 &= 0, \\ \varphi &= 0. \end{aligned} \quad (5.78)$$

$\dim E_- = 3$, поэтому для выделения E_- в четырехмерном пространстве достаточно задать одно уравнение (так как $3 = 4 - 1$)

$$t = 0, \quad (5.79)$$

которое также является уравнением нулевого сечения. Это не единственный способ задания подпространства, его также можно задать путем фиксации базисных векторов или нормального вектора.

Таким образом, искомые функции отображения задаются системой уравнений (5.78) (для отображения из E в E_+) и уравнением (5.79) (для отображения из E в E_-).

Мы показали на этом рассмотренном конкретном примере, какой большой познавательной силой обладает подход, требуемый ПЖИРС, обязательного применения расслоенных пространств для описания любой структуры, если мы предполагаем, что она отражает объект жизнеспособный и способный к развитию. Действительно, рассматривая аналогичную задачу в ОТО, С. Чандрасекар получил не объясненный ни им, ни другими учеными парадоксальный результат: черная дыра, у которой радиус сферы Шварцшильда равен нулю, имеет поверхность, размер которой не равен нулю. При нашем подходе парадокс

исчезает. Он, оказывается, возникает из-за того, что пространство, которое на самом деле является обязательно расслоенным, мы неправомерно рассматриваем как нерасслоенное.

В расслоенном пространстве все стало на свои места. В базе расслоения, являющейся действительным пространством, нулевому радиусу сферы Шварцшильда соответствует и нулевая ее поверхность. В слое, который по отношению к базе находится в мнимой области, радиус сферы отличен от нуля и, естественно, ему соответствует поверхность у сферы Шварцшильда, отличная от нуля.

Это великолепный пример реализации пространственного метаморфоза. Один и тот же объект имеет в одном подпространстве размер черной дыры, равный нулю, а в другом — черная дыра этого же объекта оказывается конечной и не равной нулю.

Теперь мы подошли к возможности вскрыть природу Λ -члена в уравнении триединства. При выводе уравнения скалярной составляющей ФП в подразд. 5.2 мы рассматривали отображение любых точек в двух пространствах: *над* сферой и *под* сферой. При этом ни масса, ни заряд не были локализованы в конечном, а тем более в малом объеме. При решении основного уравнения ЗТ через Λ -член мы также не ограничивали исследуемый объект пространством, в котором он локализован.

В то же время, решая уравнение ЗТ для случая $\Lambda = 0$, мы рассматриваем точечные заряды и массы, а пространство вокруг них имеет нулевую плотность как заряда, так и массы.

Очень важным фактом, приоткрывающим завесу тайны Λ -члена, является такой полученный выше результат. Когда мы рассматривали скалярную составляющую ФП, то увидели, что интеграл от распределенной во всем пространстве плотности заряда не только сходится, но *точно* равен заряду, который, будучи *точечным* и находящимся в центре симметрии, образует исследуемое нами поле.

Из сказанного и последующего в этой книге материала с очевидностью следует такой вывод: в уравнении ЗТ должен быть Λ -член тогда, и только тогда, когда оно характеризует распределение массы и заряда во всем исследуемом пространстве без локализации в конечном объеме; в тех же случаях, когда в исследуемом объекте, расположенном в одном из слоев объемлющего расслоенного пространства, возникает отображение локализованного, и тогда обязательно движущегося заряда (массы), то уравнения ЗТ для такого объекта не должны включать Λ -член. Таким образом, Λ -член характеризует распределение массы и заряда во всем пространстве, распределение, которое не допускает локализации их в конечном объеме, вне которого нет ни массы, ни заряда.

Далее мы узнаем, что природа спинорных полей, открытых П. А. М. Дираком, самым тесным образом связана с этой исключительной особенностью отображения вещества из непрерывно распределенного

в пространстве одного слоя в структуру, состоящую из локализованных, как правило, точечных, но при этом обязательно движущихся объектов в другой слой (базу) объемлющего расслоенного пространства.

5.5.

Четвертый шаг. От ЗТ к структуре фундаментальных частиц вещества во всех взаимосогласованных подпространствах

В предыдущих подразделах было показано, что в нулевое пространство ТФП вкладываются торы конечного размера. Поскольку размеры торов, вложенных в нулевое пространство S^3 , много меньше, чем радиус кривизны этой сферы, можно для описания процедуры вложения с большой точностью считать, что торы вложены в плоское пространство \mathbb{R}^3 . При этом торы, вложенные в нулевое подпространство, рассматриваются как третье подпространство ТФП. В силу ранее обсужденного эффекта "застывания" времени в нулевом подпространстве правомерно рассматривать на этих торах "застывшие" траектории. (О переходе от застывшего к текущему времени см. подразд. 5.3).

Все ГЭЧ в теории имеют однотипную структуру и рассматриваются как возбужденные состояния одной "затравочной" частицы — фундаментона.

Фундаментон — это тахион, состоящий из одного диполя зарядов фундаментального поля q_1 и q_2 . Масса диполя определяется энергией взаимодействия зарядов q_1 и q_2 и имеет разные знаки: положительная масса (m_2) у внутреннего заряда и отрицательная (m_1) — у наружного.

Геометрия расслоенного пространства приводит к тому, что отображения тахионного диполя на 2ПП и 1ПП создают в них иную структуру и иные свойства наблюдаемой в этих пространствах частицы (рис. 5.2). Таким образом, структура ГЭЧ в каждом подпространстве различна. Различна и геометрия, различны и масштабы времени. Отображение свойств ГЭЧ из 3ПП в 2ПП происходит так, как если бы существовало некоторое промежуточное подпространство ($3 \rightarrow 2$), свойства которого уже отображаются непосредственно на 2ПП. Таким образом, отображение

$$\Gamma_{(32)} = \Gamma''_{(32)} \circ \Gamma'_{(32)},$$

где

$$\Gamma'_{(32)} : G_3 \rightarrow G_{(3 \rightarrow 2)} \text{ и } \Gamma''_{(32)} : G_{(3 \rightarrow 2)} \rightarrow G_2, \quad (5.80)$$

производится с участием промежуточного подпространства ($3 \rightarrow 2$). На рис. 5.2 показаны все действительные и промежуточные структуры ГЭЧ.

Рассмотрим процедуру последовательных отображений структуры ГЭЧ из 3ПП до 1ПП (см. рис. 5.2). Третье подпространство рассматри-

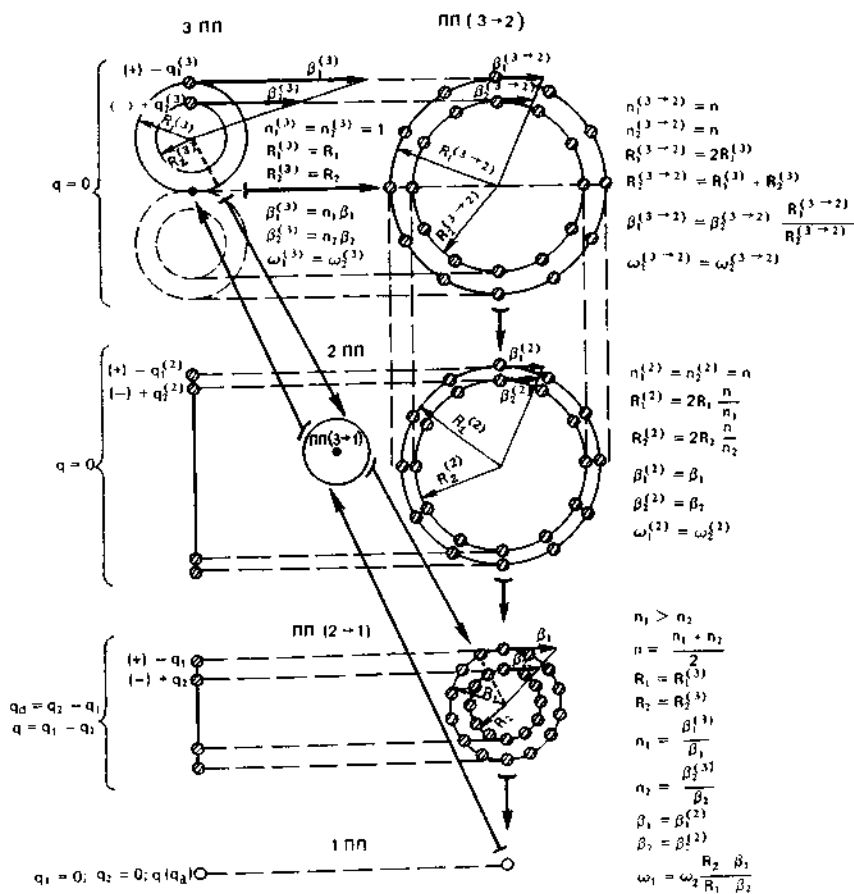


Рис. 5.2. Структура ГЗЧ в подпространствах 3; (3 → 2); 2; (2 → 1) и 1. Направления каналов отображений между подпространствами. Значения основных параметров данной ГЗЧ, наблюдаемой в разных подпространствах.

ваем как два тора, вложенные в \mathbb{R}^3 . Тор 1 не имеет внутреннего диаметра и параметрически задается так:

$$\begin{aligned}
 z &= R_1 \sin \Theta; \\
 x &= R_1 (1 + \cos \Theta) \sin \varphi, \quad 0 \leq \varphi < 2\pi; \\
 y &= R_1 (1 + \cos \Theta) \cos \varphi, \quad 0 \leq \Theta < 2\pi.
 \end{aligned}
 \tag{5.81}$$

Тор 2 параметрически задается следующим образом:

$$\begin{aligned}
 z &= R_2 \sin \Theta, \\
 x &= (R_1 + R_2 \cos \Theta) \sin \varphi, \quad R_1 > R_2, \\
 y &= (R_1 + R_2 \cos \Theta) \cos \varphi,
 \end{aligned}
 \tag{5.82}$$

где Θ — угол движения частицы по поверхности тора относительно осевой окружности тора, отсчитывается против часовой стрелки; φ — угол поворота траектории движения по углу Θ относительно оси симметрии тора; x, y, z — декартовы координаты, начало которых в центре наружного тора, а ось z совпадает с осью симметрии тора, оси x и y лежат в плоскости сечения большого диаметра тора.

Промежуточное ПП (3 → 2) и 2ПП определяются в плоскости $z = 0$. Отображением из 3ПП в (3 → 2) будем считать пересечение торов 1 и 2 с этой плоскостью. При таком отображении в (3 → 2) возникают три окружности: одна — радиуса $2R_1$, задаваемая параметрически так:

$$\begin{aligned}
 x &= 2R_1 \sin \varphi, \quad 0 \leq \varphi < 2\pi; \\
 y &= 2R_1 \cos \varphi,
 \end{aligned}
 \tag{5.83}$$

вторая окружность радиуса $(R_1 + R_2)$ с параметрами

$$\begin{aligned}
 x &= (R_1 + R_2) \sin \varphi, \\
 y &= (R_1 + R_2) \cos \varphi;
 \end{aligned}
 \tag{5.84}$$

а третья — с радиусом $(R_1 - R_2)^*$ с параметрами

$$\begin{aligned}
 x &= (R_1 - R_2) \sin \varphi, \\
 y &= (R_1 - R_2) \cos \varphi.
 \end{aligned}
 \tag{5.85}$$

Рассмотрим особенности этого движения. Движение по поверхности тора происходит по n -витковой линии с угловой скоростью $\omega_{1,2}^\Theta$ и с дрейфом по $(n - n_{1,2})$ -витковой винтовой линии с угловой скоростью $\omega_{1,2}^\varphi$. Между целочисленными n, n_1 и n_2 существует такая зависимость:

$$n = \frac{n_1 + n_2}{2}.
 \tag{5.86}$$

Изображением структуры в (3 → 2) являются все точки пересечения n -витковой линии с плоскостью $z = 0$.

Отношения масштабов времени, согласно ЗТ, должно быть следующим:
в ПП (3 → 2)

*) Этот радиус является шириной гравитационного экрана в вакуумной теории гравитации [7-11].

$$\sqrt{\frac{g_{00i}^{(3)}}{g_{00i}^{(2)}}}; \quad (5.87)$$

а в ПП (2 → 1)

$$\sqrt{\frac{g_{00i}^{(2)}}{g_{00i}^{(1)}}}, \quad (5.88)$$

где $i = 1, 2$ индексы, относящиеся к первому и второму торам.

Согласно уравнениям $g_{00} = (1 - \beta^2) = \text{const}$ и $g_{00(M)} = (1 - \beta_{(M)}^2)$, с учетом того, что $\beta_i^{(2)} < 1$ и $\beta_i^{(3)} > 1$, имеем:

$$g_{00i}^{(3)} = (\beta_i^{(3)})^2 - 1 = n_i^2 (\beta_i^2 - 1); \quad (5.89)$$

$$g_{00i}^{(2)} = 1 - (\beta_i^{(2)})^2 = 1 - \beta_i^2. \quad (5.90)$$

Величина $g_{00i}^{(1)}$ подлежит определению в этом расчете, так как в первом подпространстве нет скорости элементов структуры.

Подпространство (2 → 1) есть плоскость, на которую определены отображения p_1 и p_2 торов 1 и 2 соответственно:

а) p_1 - точке тора 1 (φ, Θ), ставит в соответствие точку плоскости ($R_1 \sin \Theta, R_1 \cos \Theta$);

б) p_2 - точке тора 2 (φ, Θ) ставит в соответствие точку плоскости ($R_2 \sin \Theta, R_2 \cos \Theta$).

Следовательно, в (2 → 1) структуру определяют образы точек пересечения винтовых линий при отображениях p_1 и p_2 .

Существенно, что в область (2 → 1) поступает информация не только через 2ПП, но и непосредственно от 3ПП, например, из 3ПП на ПП (2 → 1) отображаются без изменения радиусы R_1 и R_2 . При отображении из (3 → 2) на 2ПП число субчастиц n_1 и n_2 и угловые скорости остаются без изменения, а радиус "деформируется" по закону

$$R_1^{(2)} = 2R_1^{(3)} \frac{n}{n_1}; \quad R_2^{(2)} = 2R_2^{(3)} \frac{n}{n_2} \quad \text{и} \quad \frac{R_1}{R_2} = \frac{\beta_1 n_1}{\beta_2 n_2}. \quad (5.91)$$

Из указанных условий отображения параметров из одного подпространства в другое легко вычисляются все параметры ЭЧ во всех подпространствах (см. рис. 5.2):

в 3ПП:

$$n_1^{(3)} = n_2^{(3)} = 1; \quad \omega_1^{(3)} = \omega_1^{\ominus} + \omega_1^{\oplus}; \quad \omega_2^{(3)} = \omega_2^{\ominus} + \omega_2^{\oplus};$$

$$\beta_1^{(3)} = \frac{\omega_1^{(3)}}{c} R_1^{(3)} = \beta_1 n_1; \quad \beta_2^{(3)} = \frac{\omega_2^{(3)}}{c} R_2^{(3)} = \beta_2 n_2;$$

$$R_1^{(3)} = R_1; \quad R_2^{(3)} = R_2; \quad (5.92)$$

в ПП (3 → 2):

$$n_1^{(3 \rightarrow 2)} = n_2^{(3 \rightarrow 2)} = n;$$

$$\omega_1^{(3 \rightarrow 2)} = \frac{n_1 \omega_1^{\oplus}}{n(n - n_1)} \sqrt{\frac{g_{001}^{(2)}}{g_{001}^{(3)}}}; \quad \omega_2^{(3 \rightarrow 2)} = \frac{n_2 \omega_2^{\oplus}}{n(n - n_1)} \sqrt{\frac{g_{002}^{(2)}}{g_{002}^{(3)}}};$$

$$R_1^{(3 \rightarrow 2)} = 2R_1; \quad R_2^{(3 \rightarrow 2)} = R_1 + R_2;$$

$$\beta_1^{(3 \rightarrow 2)} = \frac{\omega_1^{(3 \rightarrow 2)} R_1}{c}; \quad \beta_2^{(3 \rightarrow 2)} = \frac{\omega_2^{(3 \rightarrow 2)} R_2}{c}; \quad (5.93)$$

в 2ПП:

$$n_1^{(2)} = n_1^{(3 \rightarrow 2)} = n; \quad n_2^{(2)} = n_2^{(3 \rightarrow 2)} = n.$$

$$\omega_1^{(2)} = \omega_1^{(3 \rightarrow 2)} = \frac{n_1 \omega_1^{\oplus}}{n(n - n_1)} \sqrt{\frac{g_{001}^{(2)}}{g_{001}^{(3)}}};$$

$$\omega_2^{(2)} = \omega_2^{(3 \rightarrow 2)} = \frac{n_2 \omega_2^{\oplus}}{n(n - n_1)} \sqrt{\frac{g_{001}^{(2)}}{g_{001}^{(3)}}};$$

$$R_1^{(2)} = 2R_1 \frac{n}{n_1}; \quad R_2^{(2)} = 2R_2 \frac{n}{n_2}; \quad (5.94)$$

$$\beta_1^{(2)} = \frac{2\omega_1^{\oplus} R_1}{(n - n_1)c} \sqrt{\frac{g_{001}^{(2)}}{g_{001}^{(3)}}} = \beta_1;$$

$$\beta_2^{(2)} = \frac{2\omega_2^{\oplus} R_2}{(n - n_2)c} \sqrt{\frac{g_{002}^{(2)}}{g_{002}^{(3)}}} = \beta_2;$$

в ПП (2 → 1):

$$n_1^{(2 \rightarrow 1)} = n_1; \quad n_2^{(2 \rightarrow 1)} = n_2; \quad n_1 - n_2 = k_1 \neq 0;$$

$$\omega_1^{(2 \rightarrow 1)} = \omega_1^{(3)} \sqrt{\frac{g_{001}^{(1)}}{g_{001}^{(2)}}}; \quad \omega_2^{(2 \rightarrow 1)} = \omega_2^{(3)} \sqrt{\frac{g_{002}^{(1)}}{g_{002}^{(2)}}}; \quad (5.95)$$

$$R_1^{(2 \rightarrow 1)} = R_1; \quad R_2^{(2 \rightarrow 1)} = R_2;$$

$$\beta_1^{(2 \rightarrow 1)} = \frac{\omega_1^{(2 \rightarrow 1)} R_1}{c}; \quad \beta_2^{(2 \rightarrow 1)} = \frac{\omega_2^{(2 \rightarrow 1)} R_2}{c};$$

1ПП является базой расслоения, и поэтому в нем

$$R_1 = R_2 = 0; \quad n_1 = n_2 = 0; \quad \omega_1 = \omega_2 = 0; \quad \beta_1 = \beta_2 = 0.$$

Но

$$g_{00}^{(2)} = \beta_1^2 - \frac{1}{n_1^2}; \quad g_{00}^{(1)} = \beta_2^2 - \frac{1}{n_2^2}, \quad (5.96)$$

где $\beta_{1,2}$ и $n_{1,2}$ в ПП (2 → 1).

5.6.

Пятый шаг. Расчет внутренних параметров ГЭЧ

Квантовые и релятивистские свойства основных сущностей вещества определяются, как уже упоминалось, во-первых, тем, что существует пространственный метаморфоз, и поэтому дать полное описание любого объекта микромира, рассматривая его только в одном, например лабораторном пространстве, в принципе нельзя; во-вторых, потому, что существует в пространстве, дополнительном по отношению к нашему лабораторному пространству, физический вакуум, влияние которого на микромир во многом является решающим.

Однако перечисленные условия возникновения квантовых и релятивистских свойств позволяют, тем не менее, рассматривать некоторые процессы, в которых участвуют не видимые нами непосредственно в лабораторном пространстве двойники частиц, поведение которых в ряде процессов может рассматриваться классически или квазиклассически. Причем это классическое или квазиклассическое рассмотрение, как это ни парадоксально звучит, не только не противоречит квантовому описанию, но, более того, подводит под него фундамент обоснования, лишнего заклинаний и мистики.

Такой расчет возможен при описании поведения структур ГЭЧ во втором подпространстве. Для того, чтобы в дальнейшем иметь возможность перейти к отображению свойств, возникших во втором подпространстве, а затем отображенных на первое, мы, в основном, будем производить расчет для функционального пространства отражения от 2ПП к 1ПП, т. е. в подпространстве (2 → 1). Приводимый здесь расчет может рассматриваться как обоснование правомерности использования ПП (2 → 1).

Для обеспечения самосогласования расчетов во всех подпространствах необходимо обеспечить сочетание граничных условий. Это лишает нас возможности произвольно распорядиться выбором начала отсчета ("базиса" по Фоку [111]) и ориентации этого базиса, т. е. произвольного выбора системы координат. Поэтому в качестве начала отсчета берется центр симметрии, а система координат — "сопутствующая", т. е. такая, по отношению к которой сама частица (первое подпространство) или ее субчастицы (второе и третье) покоятся.

Для центрально-симметрического поля статической или стационарной задачи имеем для интервала s в РПП (см. [77, С. 19])

$$ds^2 = g_{00}c^2 dt^2 - g_{11}dr^2 - g_{22}d\theta^2 - g_{33}d\varphi^2. \quad (5.97)$$

Учитывая уравнение Гамильтона—Якоби

$$g^{ik} \frac{\partial S}{\partial x^i} \frac{\partial S}{\partial x^k} - m^2 c^2 = 0$$

и рассматривая движение в плоскости ($d\theta = 0$), получим

$$\frac{1}{g_{00}} \left(\frac{\partial S}{\partial t} \right)^2 - \frac{1}{g_{11}} \left(\frac{\partial S}{\partial r} \right)^2 - \frac{1}{g_{33}} \left(\frac{\partial S}{\partial \varphi} \right)^2 - m^2 c^2 = 0. \quad (5.98)$$

В нашей задаче нужно искать решение в виде

$$S = -Et + M\varphi + S_r(r).$$

Тогда

$$\frac{\partial S}{\partial t} = -E; \quad \frac{\partial S}{\partial \varphi} = M; \quad \frac{\partial S}{\partial r} = \frac{\partial S_r}{\partial r}.$$

Для $(\partial S_r / \partial r)^2$ имеем

$$\left(\frac{\partial S_r}{\partial r} \right)^2 = \frac{g_{11}}{g_{00}} \frac{E^2}{c^2} - \left(m^2 c^2 + \frac{M^2}{g_{33}} \right) g_{11},$$

т. е.

$$S_r = \int \sqrt{\frac{g_{11}}{g_{00}} \frac{E^2}{c^2} - \left(m^2 c^2 + \frac{M^2}{g_{33}} \right) g_{11}} dr. \quad (5.99)$$

Найдем значение производной

$$\frac{\partial S_r}{\partial M} = - \int \frac{\frac{g_{11}}{g_{33}} M dr}{\sqrt{\frac{g_{11}}{g_{00}} \frac{E^2}{c^2} - \left(m^2 c^2 + \frac{M^2}{g_{33}} \right) g_{11}}}. \quad (5.100)$$

Но $-\frac{\partial S_r}{\partial M} = \varphi$, и, следовательно,

$$\varphi = \int \frac{g_{11}}{g_{33}} \frac{M dr}{\sqrt{\frac{g_{11}}{g_{00}} \frac{E^2}{c^2} - \left(m^2 c^2 + \frac{M^2}{g_{33}} \right) g_{11}}}. \quad (5.101)$$

А так как $g_{11} = 1/g_{00}$, то

$$\varphi = \int \frac{M dr}{g_{33} \sqrt{\frac{E^2}{c^2} - \left(m^2 c^2 + \frac{M^2}{g_{33}}\right)} g_{00}}$$

Но $g_{33} = r^2$, поэтому

$$\varphi = \int \frac{M dr}{r^2 \sqrt{\frac{E^2}{c^2} - \left(m^2 c^2 + \frac{M^2}{r^2}\right)} g_{00}} \quad (5.102)$$

Поскольку всегда $\omega = d\varphi/dt$, можно записать

$$\omega = \frac{d\varphi}{dt} = \frac{M}{r^2 \sqrt{\frac{E^2}{c^2} - \left(m^2 c^2 + \frac{M^2}{r^2}\right)} g_{00}} \frac{dr}{dt}$$

Так как $v = \omega r$, обозначив $dr/dt = v_r$, это уравнение можно выразить в виде

$$\omega = \frac{M}{r^2 \sqrt{\frac{E^2}{c^2} - \left(m^2 c^2 + \frac{M^2}{r^2}\right)} g_{00}} v_r,$$

откуда

$$\frac{M}{r \sqrt{\frac{E^2}{c^2} - \left(m^2 c^2 + \frac{M^2}{r^2}\right)} g_{00}} = \frac{v}{v_r}$$

$$\text{или} \quad g_{00} = \frac{\frac{E^2 r^2}{c^2} - M^2 \frac{v_r^2}{v^2}}{m^2 c^2 r^2 + M^2} \quad (5.103)$$

Из этого уравнения для определенных зависимостей между $E(m)$ и $M(m, r)$ можно получить выражение для g_{00} . Действительно, если

$$M^2 = \frac{m^2 v^2 r^2}{f^2(\beta)} \quad \text{и} \quad E = \frac{mc^2}{f(\beta)}, \quad \text{то}$$

$$g_{00} = \frac{1 - \beta_r^2}{f^2(\beta) + \beta^2}, \quad (5.104)$$

где

$$\beta_r = \frac{v_r}{c}; \quad \beta = \frac{v}{c}.$$

Поскольку в этом уравнении есть радиальная скорость v_r и тангенциальная скорость v , полученное решение может рассматриваться только во втором и третьем подпространствах, а также в модели, соответствующей отображению второго подпространства на первое. Последняя модель не наблюдается ни в первом, ни во втором подпространствах, она находится в комплексном пространстве, но определяет свойства и параметры частиц, наблюдаемых в первом подпространстве в виде неделимых точечных бесструктурных субчастиц.

Во всех трех случаях мы рассматриваем структуру частицы в сопутствующей или, что в данном случае эквивалентно, в собственной системе координат. Поскольку в ТФП, так же как и в ОТО, неинерциальное движение абсолютно, линейная тангенциальная скорость v имеет определенный физический смысл и должна учитываться в собственной системе координат.

В ТФП в третьем и во втором подпространствах структура ЭЧ и ЭЧВ, находящихся под сферой Шварцшильда, описывается в собственной системе координат, где v_r численно равна v , а v как относительная скорость отсутствует, но имеет смысл линейной скорости вращения и должна определять метрические свойства соответствующего пространства-времени.

Это утверждение нуждается в разъяснении. Изучаемый нами объект в одном из подпространств должен рассматриваться как сумма ортогонально расположенных осцилляторов, суммарный процесс колебания которых вдоль радиуса обеспечивает в другом подпространстве этого расслоения движение по окружности — ротаторное движение. При этом для расчета всего объекта важно суммарное движение двух осцилляторов вдоль радиуса, скорость которого равна скорости ротаторного движения по окружности. Поэтому, когда мы в вышеприведенном расчете использовали понятия двух скоростей v_r и v , то это — дань попытке рассмотреть все явления в одном пространстве, аналогично вышерассмотренной ситуации, когда, рассматривая объект, находящийся в расслоенном пространстве, мы пытались рассчитать его в одном пространстве и получили парадоксальный результат — радиус равен нулю, а поверхность с этим радиусом конечна.

В этом случае, если "помнить", что есть только движение по окружности, и "забыть", что оно создано из двух осцилляторных движений в другом слое, то объединение понятий движения со скоростью вдоль радиуса и по касательной к нему будет звучать также парадоксально.

Из уравнения (5.104) имеем

$$g_{00}^{(2)} = \frac{1 - \beta^2}{1 + \beta^2}, \quad (f(\beta) = 1);$$

$$g_{00}^{(3)} = \frac{1 - \beta^2}{\beta^2 + (1 - \beta^2)^3}, \quad (f(\beta) = (1 - \beta^2)^{3/2}); \quad (5.105)$$

$$g_{00}^{(2 \rightarrow 1)} = (1 - \beta^2), \quad (f(\beta) = (1 - \beta^2)^{1/2}).$$

Во всех случаях при переходе на другую сторону сферы Шварцшильда должна измениться сигнатура в (5.97). В тех случаях, когда новое значение g_{00} соответствует старому g_{11} , вместо (5.105) имеем

$$g_{00}^{(2)} = 1 + \beta^2,$$

$$g_{00}^{(3)} = \beta^2 + (1 - \beta^2)^3, \quad (5.106)$$

$$g_{00}^{(2 \rightarrow 1)} = 1.$$

Чтобы исчерпать все возможные значения g_{00} для различных условий движения ЭЧ и их структурных элементов в фундаментальном поле, учтем дополнительное условие минимума энергии (максимума устойчивости), соответствующего данному значению g_{00} , т.е. условие $dE/dg_{00} = 0$.

$$\text{Из (5.99), учитывая, что } g_{00} = 1 - \frac{r_\gamma}{r}; \quad g_{33} = r^2; \quad r_\gamma = \frac{2\gamma m_\alpha}{c^2}$$

(m_α — масса, создающая поле), имеем

$$E^2 = [A_m (1 - g_{00})^2 + m^2 c^2 + g_{00} A_s (g_{00})] g_{00} c^2, \quad (5.107)$$

где

$$A_m = \frac{M^2}{r^2}; \quad A_s (g_{00}) = \left(\frac{\partial S_r}{\partial r} \right)^2;$$

m — масса, движущаяся в поле, созданном массой m_α . Налагая на (5.107) условие $dE/dg_{00} = 0$, имеем

$$A_m (g_{00} - 1) (3g_{00} - 1) + m^2 c^2 + \frac{dA_m (g_{00})}{dg_{00}} (1 - g_{00})^2 g_{00} +$$

$$+ 2A_s (g_{00}) g_{00} + \frac{dA_s}{dg_{00}} g_{00}^2 = 0. \quad (5.108)$$

На поверхности сферы Шварцшильда $r = r_\gamma$ и $g_{00} = 0$, и с учетом того, что $M = \frac{m v r}{f(\beta)}$, (5.108) приводит к условию

$$r_\gamma^2 = \frac{-m_\alpha^2 4\gamma^2 f^2(\beta)}{c^4 \beta^2}.$$

Но должно быть $r_\gamma^2 = \frac{4\gamma^2 m_\alpha^2}{c^4}$, следовательно, на поверхности сферы Шварцшильда $\beta = 1$; $f(\beta) = 1$ и масса m_α — мнимая величина. Таким образом, устойчивая орбита на поверхности этой сферы возможна только во втором подпространстве ($f(\beta) = 1$). При этом при $r = r_\gamma$; $\beta = 1$. Сопоставляя этот результат со значением $g_{00}^{(2)}$, приведенным в (5.105), видим, что

$$g_{00}^{(2)} = \frac{1 - \frac{r_\gamma}{r}}{1 + \frac{r_\gamma}{r}}, \quad \frac{r_\gamma}{r} = \beta^2, \quad \text{и: } g_{00}^{(2 \rightarrow 1)} = 1 - \frac{r_\gamma}{r} = 1 - \beta^2.$$

Так определяются g_{00} для 2ПП и ПП (2 → 1).

Если $A_s (g_{00}) = a_M M$ (a_M — постоянный множитель), то (5.108) имеет еще такие решения:

$$g_{00} = \frac{1}{2}; \quad g_{00} = 1; \quad g_{00} = 0.$$

Рассматривая задачу*) движения субчастиц по устойчивой орбите и полагая, что $A_m = \text{const}$, получим из (5.108)

$$A_m (g_{00} - 1) (3g_{00} - 1) + m^2 c^2 = 0. \quad (5.109)$$

Решение этого уравнения при $g_{00} > 0$ определяет область существования наиболее устойчивых орбит над сферой Шварцшильда. Оказывается, что только при $g_{00} = 2/3$ (что соответствует $r = 3r_\gamma$) существует устойчивая орбита. Причем уровень ее устойчивости достаточно высок. Масса вращающегося на этой орбите тела уменьшается за счет энергии связи и становится равной $\sqrt{8/9} m$. Соответственно уменьшается энергия mc^2 .

В ТФП структура истинно элементарной частицы находится под сферой Шварцшильда. Движение над сферой у данной ЭЧ может характеризовать только систему из двух частиц — первый вид составных элементарных частиц. Далее, в части IV, при рассмотрении методов

*) Аналогичную задачу в ОТО решил Каплан [112].

расчета частиц мы увидим, что коэффициент $\sqrt{9/8} \equiv \frac{3}{2\sqrt{2}}$ играет

в расчетной схеме ТФП большую роль.

Решение (5.109) может быть использовано и для анализа стационарных орбит под сферой Шварцшильда. Необходимо только учесть, что в данном случае, так же как и при движении по стационарной орбите на самой сфере Шварцшильда, $m_\alpha^2 < 0$. Какой в этом физический смысл? В ТФП это означает, что найденную в общем виде структуру ГЭЧ надо уточнить следующим образом. Субчастицы во втором и третьем подпространствах представляют собой масс-диполь (по удачному наименованию Хенля [21], впервые исследовавшего подобные модели). Понятно, что в центрально-симметрическом поле масс-диполь, состоящий из положительной m_+ и отрицательной m_- масс, будет вращаться около общего центра инерции, вынесенного за пределы дипольного плеча в сторону положительной массы. Таким образом, m_+ будет вращаться на внутренней орбите, а m_- — на наружной. Понятно, что объектом, движущимся в данном силовом поле, будет разность указанных масс, т. е. $m \equiv |m_+| - |m_-|$. Это и есть масса всей ГЭЧ, если $m_+ > m_-$. Возникает вопрос, какая масса создает поле? Легко понять, что создает поле сумма абсолютных значений масс:

$$m_\alpha = |m_+| + |m_-|.$$

Если $|m_+| + |m_-| \gg |m_+| - |m_-| \equiv m$, то задача о движении m в поле m_α может рассматриваться как самосогласованная и решаться с помощью вышеприведенных уравнений.

Рассмотрим такое решение. Обозначая индексом 1 параметры, относящиеся к орбите, по которой движется m_- (наружная орбита), и индексом 2 — по которой движется m_+ (внутренняя орбита), получим для масс-диполя из (5.109)

$$M = \frac{i2m\gamma(|m_+| + |m_-|)}{c(1 - g_{00})^{1/2}(3g_{00} - 1)^{1/2}}.$$

Учитывая, что для системы из двух круговых токов в ПП (2 → 1)

$$g_{00}^{(2 \rightarrow 1)} = (\beta_1^2 - \beta_2^2), \text{ в ПП (3 → 1) } g_{00}^{(3 \rightarrow 1)} = |\beta_1^{(3)}|^2 + |\beta_2^{(3)}|^2,$$

а также общеизвестную зависимость между продольной и поперечной массами [20]:

$$(m_+^{(2)} + m_-^{(2)})^2 = - \left[\frac{m}{(1 - \beta_1^2)} \right]^2 \text{ (здесь учтено, что } m_\alpha \text{ — мнимая}$$

масса),

находим для момента движения масс-диполя $|m_+| - |m_-| \equiv m$:

$$M = 2m^2\gamma/c [(1 - g_{00})^{1/2} (1 - 3g_{00})^{1/2} (1 - \beta_1^2)]^{-1}.$$

И тогда

$$\gamma = (1 - \beta_1^2) (1 - g_{00})^{1/2} (1 - 3g_{00})^{1/2} \frac{Mc}{2m^2}, \quad (5.110)$$

а энергия E имеет резкий минимум, так как $g_{00} \ll 1$.

$$E = mc^2 \frac{2^{1/2} g_{00}}{1 - 3g_{00}}.$$

характеризующий большую степень устойчивости системы.

Указанные уравнения необходимы и достаточны для доказательства существования устойчивых структур такого типа в рамках ТФП, но не дают возможности рассчитать все параметры таких структур.

Однако если наложить на заряды фундаментального поля условия неизлучения, то совместно с условиями, полученными из решения ЗТ (5.53), появляется возможность расчета всех параметров ГЭЧ, а затем, с учетом кварковых структур, и ЭЧ (см. разд. 5.7 и ч. IV).

Здесь мы ограничимся приближенным расчетом, так как переход к точному расчету (до десятого знака) еще не подготовлен. В рамках этого этапа расчета мы учтем только, что для двух масс (положительной и отрицательной) в гадрионном пространстве (скорость меньше скорости света) временная составляющая метрического тензора определяется скоростью линейного движения наружного заряда β_1 и внутреннего β_2 , так:

$$g_{00} = \beta_1^2 - \beta_2^2.$$

Тогда из (5.110)

$$\gamma = (1 - \beta_1^2) [1 - (\beta_1^2 - \beta_2^2)]^{1/2} [1 - 3(\beta_1^2 - \beta_2^2)]^{1/2} \frac{Mc}{2m^2}.$$

Очевидно, что для первого подпространства, где проявляются только разности масс и зарядов фундаментального поля, в предельном переходе к взаимодействиям, наблюдаемым в евклидовом пространстве, мы должны получить взаимодействие, которое мы называем сейчас электромагнитным,

$$\frac{\alpha \hbar c}{r^2} \equiv \frac{\gamma}{r^2} m^2.$$

Строго говоря, эта зависимость должна носить универсальный характер для всех видов взаимодействия, отличаясь однозначной связью между α и γ , однако здесь при предварительном приближенном рассмотрении мы ограничимся только электромагнитной составляющей взаимодействия фундаментального поля.

Таким образом, для самосогласованной теории должно иметь место равенство

$$\alpha = \gamma \frac{m^2}{\hbar c}.$$

Подставляя найденное выражение для γ и численные значения безразмерных величин β_1 и β_2 для протона (см. разд. 19), получим

$$\alpha_p = \pi [1 - (\beta_1^2 - \beta_2^2)]^{1/2} [1 - 3(\beta_1^2 - \beta_2^2)]^{1/2} (1 - \beta_1^2) \frac{\beta_1}{\beta_2} = 7,29730 \times 10^{-3}, \text{ т. е. равно } \alpha.$$

Такое поразительное совпадение теоретического и опытного значений безразмерной константы α является свидетельством в пользу описываемой здесь модели.

Чтобы сделать следующий шаг в выяснении структуры каждой ГЭЧ, необходимо подробнее разобраться в свойствах ЭЧВ и образованного ими физического вакуума.

В ТФП под частицей вакуума понимается система, которая возникла при аннигиляции частицы и античастицы в первом подпространстве. Такая ЭЧВ образует систему, масса которой равна нулю и которая не создает в пространстве никаких сил, кроме внутренних напряжений в вакууме. ЭЧВ, заполняя первое подпространство с концентрацией

$$n_W = \frac{1}{8\pi^2 R_W^3},$$

ответственны за распространение сигнала, возмущающего эти частицы. Из структуры ЭЧВ ясно, что сигнал должен распространяться со скоростью, соответствующей скорости распространения поперечных волн деформации сдвига в безграничной среде

$$v_W^{(1)} = \sqrt{\frac{\mathcal{G}}{\rho}},$$

где модуль сдвига

$$\mathcal{G} = \frac{m v_1^2}{8\pi^2 R_W^3 \epsilon_W};$$

ρ — плотность частиц в вакууме.

Подставляя соответствующие значения, получим

$$v_{(W)}^{(1)} = c.$$

Таким образом, для ЭЧВ теория показывает, что в вакууме, созданном этими частицами, скорости сигнала ("скорость света") и скорость возмущения ЭЧВ, имеющих указанную структуру, одни и те же.

Итак, в ТФП ясный физический смысл приобретают:

а) отрицательные массы, рассматриваемые как проявление отрицательных сил инерции одной из пар очень сильно взаимодействующих частиц. Выделение самостоятельно существующих субчастиц, обладающих отрицательной массой, *невозможно*;

б) мнимые массы, численно равные во втором подпространстве сумме абсолютных значений положительных и отрицательных масс, которые вносят определяющий вклад в формирование хроногеометрических свойств пространства, но сказываются на инерциальных свойствах системы с учетом знака, т. е. как разность абсолютных значений. Понятно, что мнимые массы сами по себе не наблюдаемы;

в) "продольные" и "поперечные" массы, различие в которых связано с существованием отрицательных и мнимых масс. "Продольные" массы как мера инерции ЭЧ или ЭЧВ и тем более объектов, созданных ими, проявляться в лабораторном ИПП не могут;

г) объекты, движущиеся со скоростью, большей скорости света (тахiony), — элементарные частицы третьего подпространства. Тахионы ни в каких экспериментах, связанных с ЭЧ или ЭЧВ первого и второго подпространств, а тем более в опытах со сложными объектами, которые есть только в первом подпространстве, проявляться не могут.

Чтобы убедиться в жизнеспособности рассматриваемой структуры для ГЭЧ, необходимо показать, что ГЭЧ может существовать как устойчивое в свободном состоянии образование.

Поскольку истоками фундаментального поля являются заряды, мы должны показать, что они не излучают. ФВ состоит из ЭЧВ, являющихся ГЭЧ и антиГЭЧ. Поэтому в ТФП излучение распространяется в ФВ, как процесс распространения сигнала в среде, составленной из ЭЧВ. Мы только что получили подтверждение этому, показав физический смысл скорости света. Рассмотрим, какие условия должны быть наложены на структуру субчастиц во втором подпространстве для того, чтобы эти субчастицы, двигаясь по окружности, тем не менее не излучали энергии и, конечно, образовывали механически устойчивую систему. Это требование мы должны предъявлять модели, которая является отображением модели второго подпространства на первое, т. е. в ИПП ($2 \rightarrow 1$).

Известно, что никакая комбинация покоящихся зарядов не может быть устойчивой. Этого требует теорема Ирншоу [109, 113].

Д. Бом и М. Вайнштейн [114], используя идею М. А. Маркова [115], сделали попытку найти такую систему зарядов, которая, осциллируя в малом объеме со скоростями, много меньшими скорости света, сохраняет устойчивость. Полученный результат вызвал дискуссию, закон-

чившуюся достаточно, по нашему мнению, убедительным доказательством [116, 117] невозможности существования таких устойчивых систем.

Осталась единственная, до сих пор полностью не рассмотренная возможность — система зарядов, осциллирующих в малом объеме со скоростями, близкими к скорости света.

Поведение ультрарелятивистского ротатора исследовалось Д. Д. Иваненко и А. А. Соколовым [118] и другими авторами [119–121], однако возможность существования систем зарядов, которые бы в таком случае не излучали, насколько нам известно, не доказана, если не считать тривиального случая круговых токов, которые не излучают.

Проанализируем излучение ультрарелятивистского ротатора [118]. В этом случае излучение образует спектр частот, поэтому нельзя ограничиться рассмотрением первой или первых гармоник. Напомним результат, полученный в [118]. Компоненты Фурье векторного потенциала в самом общем виде можно выразить так:

$$A = \sum_{-\infty}^{+\infty} \frac{q e^{-i n \left(\omega t - \frac{\omega r}{c} - \varphi + \frac{\pi}{2} \right)}}{2 \pi r c} \int_{-\pi}^{\pi} v e^{i (n \alpha - n \beta \sin \theta \sin \alpha)} d \alpha, \quad (5.112)$$

где $\alpha = \omega t - \varphi + \pi/2$; n — номер гармоники; $\beta = v/c$; θ — угол наклона по отношению к оси вращения; r — радиус-вектор от центра. В сферических координатах для проекций вектора-потенциала имеем

$$A_{\varphi}(n) = \frac{q v}{2 \pi r c} \int_{-\pi}^{\pi} \sin \alpha \cdot e^{i (n \alpha - n \beta \sin \theta \sin \alpha)} d \alpha, \quad (5.113)$$

$$A_{\theta}(n) = -\frac{q v}{2 \pi r c} \cos \theta \int_{-\pi}^{\pi} \cos \alpha \cdot e^{i (n \alpha - n \beta \sin \theta \sin \alpha)} d \alpha, \quad (5.114)$$

Перейдя к обозначениям, принятым в теории цилиндрических функций, и учитывая, что, согласно [122],

$$J_n(n \beta \sin \theta) = \frac{1}{2 \pi} \int_{-\pi}^{\pi} e^{i (n \alpha - n \beta \sin \theta \sin \alpha)} d \alpha, \quad (5.115)$$

$$\frac{2}{\beta \sin \theta} J_n(n \beta \sin \theta) = J_{n+1}(n \beta \sin \theta) + J_{n-1}(n \beta \sin \theta), \quad (5.116)$$

получим

$$A_{\varphi}(n) = i \frac{q V}{c r} J'_n(n \beta \sin \theta), \quad (5.117)$$

$$A_{\theta}(n) = -\frac{q}{r} \operatorname{ctg} \theta J_n(n \beta \sin \theta). \quad (5.118)$$

Тогда для проекций векторов электрического и магнитного полей имеем

$$H_{\theta} = -E_{\varphi} = -\frac{1}{r} \frac{\partial (r A_{\varphi})}{\partial r} = \frac{2 q \beta^2}{R r} \sum_{n=1}^{\infty} n J'_n(n \beta \sin \theta) \cos n \gamma, \quad (5.119)$$

$$H_{\varphi} = E_{\theta} = \frac{1}{r} \frac{\partial (r A_{\theta})}{\partial r} = -\frac{2 q \beta}{R r} \operatorname{ctg} \theta \sum_{n=1}^{\infty} n J_n(n \beta \sin \theta) \sin n \gamma \quad (5.120)$$

$$\left(\text{где } \gamma = \omega t - \frac{\omega r}{c} - \varphi + \frac{\pi}{2} \right),$$

откуда радиальная составляющая вектора Пойнтинга

$$S_r = \frac{c}{4 \pi} (H_{\varphi}^2 + H_{\theta}^2) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{q^2 n^2 \beta^2 c}{2 \pi R^2} [\operatorname{ctg}^2 \theta J_n^2(n \beta \sin \theta) + \beta^2 J_n^2(n \beta \sin \theta)]. \quad (5.121)$$

Интенсивность излучения на каждой данной гармонике выразится соответственно так:

$$G_n = \frac{q^2 n^2 \beta^2 c}{2 \pi R^2} [\operatorname{ctg}^2 \theta J_n^2(n \beta \sin \theta) + \beta^2 J_n^2(n \beta \sin \theta)]. \quad (5.122)$$

Переход от ротатора к серии равномерно движущихся по окружности зарядов осуществляется с помощью "фактора когерентности" [118]

$$S_N = N (-1)^n \frac{\sin \pi n}{\pi n}, \quad (5.123)$$

где N — число равномерно расположенных зарядов. Общая интенсивность излучения N зарядов на n -й гармонике будет

$$G_{nN} = S_N G_n. \quad (5.124)$$

Теперь, используя полученные в [118] результаты, подойдем к решению нашей задачи.

Найдем номер гармоники, которая излучает максимум под некоторым углом θ по отношению к оси вращения. Очевидно, что этот максимум находится из уравнения

$$\frac{d G_{nN}}{d \theta} = 0. \quad (5.125)$$

Фиксируем n и дифференцируем по θ , так как, по определению, $J'_n(z) = \frac{d\{J_n(z)\}}{dz}$, а у нас $z = n\beta \sin\theta$ и n определяет порядок бесселевой функции. Подставляя в (5.125) значение G_{nN} из (5.124) с учетом (5.122), дифференцируя и проделав простейшие преобразования, получим

$$\beta^2 \frac{J''_n(n\beta \sin\theta)}{J_n(n\beta \sin\theta)} = \frac{1}{n\beta \sin^3\theta} \frac{J_n(n\beta \sin\theta)}{J'_n(n\beta \sin\theta)} - \frac{\cos^2\theta}{\sin^2\theta}. \quad (5.126)$$

Откуда, с учетом рекуррентных соотношений для бесселевых функций [122], будем иметь

$$n = \frac{\beta \sin\theta \frac{J'_n(n\beta \sin\theta)}{J_n(n\beta \sin\theta)} + \frac{1}{\beta \sin\theta} \frac{J_n(n\beta \sin\theta)}{J'_n(n\beta \sin\theta)}}{1 - \beta^2 \sin^2\theta + \cos^2\theta}. \quad (5.127)$$

Очевидно, что это уравнение справедливо для любого числа регулярно расположенных по окружности зарядов, так как у них должен быть один и тот же максимум излучения под данным углом θ .

Напомним, что в электродинамике максимум излучения первой гармоники направлен под углом порядка $(1 - \beta^2)^{1/2}$ к плоскости вращения, следующие гармоники имеют меньший угол, а критические ($n = n_\beta$) и большие гармоники лежат в плоскости вращения.

Поэтому нас интересует гармоника, которая дает максимум излучения в плоскости вращения, т. е. при $\cos\theta = 0$. В этом случае

$$n_\beta = \frac{\beta \frac{J'_n(n\beta)}{J_n(n\beta)} + \frac{1}{\beta} \frac{J_n(n\beta)}{J'_n(n\beta)}}{1 - \beta^2}. \quad (5.128)$$

Мы получили информацию о числе субзарядов, движущихся на окружности, но если их число конечно, то они все равно будут излучать. Кроме того, трудно обеспечить устойчивость зарядов, расположенных только на одной окружности.

Неизлучающей и устойчивой является система зарядов, расположенных на двух концентрических окружностях. Убедимся в этом.

Все параметры зарядов, расположенных на наружной окружности, обозначим индексом 1, а на внутренней — индексом 2. В тех случаях, когда зависимости одинаковы, будем пользоваться индексом β .

Выясним условия, при которых излучение наружных зарядов может целиком компенсировать излучение внутренних. Для этого, очевидно, в любой точке пространства излучение должно быть противофазным,

равным по длине волны и иметь одинаковую амплитуду. Понятно, что эти условия должны соблюдаться на всех гармониках. Поскольку мы рассматриваем излучение в плоскости вращения, нас интересуют только номера гармоник, большие или равные номеру гармоники, определенной из (5.128)

Легко видеть, что взаимная компенсация излучения двух рассматриваемых систем зарядов на гармониках, излучение которых лежит вне плоскости вращения, невозможна, так как нельзя одновременно удовлетворить условию противофазности, синхронности и в то же время однонаправленности. Действительно, известно [118], что круговой ток не излучает, т. е., когда $N \rightarrow \infty$, излучения нет. Но если N конечно, то всегда найдутся гармоники, для которых n/N — целое число, и на них будет излучение. Поэтому, чтобы погасить излучение на этих гармониках, необходимо удовлетворить условию их однонаправленности, которое для ряда гармоник двух мультиротаторов выполняется только тогда, когда вектор Пойнтинга всех гармоник лежит в плоскости вращения. Таким образом, число зарядов N должно удовлетворять условию

$$N \geq n_\beta. \quad (5.129)$$

Когда $N = n_\beta$, система излучает уже на минимально допустимой гармонике. Если $N > n_\beta$, то излучение происходит на гармониках, кратных n_β . Следовательно, мы должны во всех случаях обеспечить взаимную компенсацию излучения на гармониках, кратных n_β , причем обеспечить компенсацию на всех гармониках, номер которых превышает число зарядов мультиротатора.

Условие синхронности для гармоник n_β в случае взаимной компенсации излучения двух систем зарядов, расположенных на двух концентрических окружностях, имеет очень простой вид

$$\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda \quad (5.130)$$

или

$$\frac{2\pi R_1}{\beta_1 n_1} = \frac{2\pi R_2}{\beta_2 n_2} = \lambda, \quad (5.131)$$

откуда

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{\beta_1 n_1}{\beta_2 n_2}. \quad (5.132)$$

Так как гашение происходит только на гармонике n_β и ей кратных, то условие (5.130) или (5.132) справедливо для всех этих гармоник, поскольку в (5.131) для других гармоник появится в обеих частях равенства одинаковый множитель.

Условие противофазности будет также одно для всех гармоник

$$R_1 - R_2 = K\lambda, \quad (5.133)$$

где K — некоторое целое число.

В том случае, когда знаки зарядов на обеих окружностях одинаковы ("однозарядное" состояние), в равенстве (5.133) вместо K должно быть $K/2$.

Из условия (5.133) с учетом (5.132) получим

$$R_1 - R_1 \frac{n_2 \beta_2}{n_1 \beta_1} = \frac{2\pi R_1}{\beta_1 n_1} K \quad (5.134)$$

или

$$n_1 \beta_1 - n_2 \beta_2 = 2\pi K. \quad (5.135)$$

Это и есть условие, которому должны удовлетворять скорости вращения зарядов и номера "критических", определенных из (5.128) гармоник обеих систем зарядов, для того чтобы системы не излучали.

Амплитудное условие целиком зависит от величины зарядов, поэтому оно может рассматриваться независимо и определяет только соотношение q_1 и q_2 .

Согласно (5.128),

$$n_1 = \frac{\beta_1 \frac{J'_{n_1}(n_1 \beta_1)}{J_{n_1}(n_1 \beta_1)} + \frac{1}{\beta_1} \frac{J_{n_1}(n_1 \beta_1)}{J'_{n_1}(n_1 \beta_1)}}{1 - \beta_1^2}, \quad (5.136)$$

и соответственно

$$n_2 = \frac{\beta_2 \frac{J'_{n_2}(n_2 \beta_2)}{J_{n_2}(n_2 \beta_2)} + \frac{1}{\beta_2} \frac{J_{n_2}(n_2 \beta_2)}{J'_{n_2}(n_2 \beta_2)}}{1 - \beta_2^2}, \quad (5.137)$$

тогда (5.135) можно записать так:

$$\frac{\beta_1^2 \frac{J'_{n_1}(n_1 \beta_1)}{J_{n_1}(n_1 \beta_1)} + \frac{J_{n_1}(n_1 \beta_1)}{J'_{n_1}(n_1 \beta_1)}}{1 - \beta_1^2} - \frac{\beta_2^2 \frac{J'_{n_2}(n_2 \beta_2)}{J_{n_2}(n_2 \beta_2)} + \frac{J_{n_2}(n_2 \beta_2)}{J'_{n_2}(n_2 \beta_2)}}{1 - \beta_2^2} = 2\pi K. \quad (5.138)$$

Чтобы облегчить нахождение решения уравнения (5.138), добавим к нему такое очевидное соотношение:

$$n_1 - n_2 = K_1, \quad (5.139)$$

где K_1 — некоторое целое число.

Тогда вместе с (5.138) мы будем иметь систему двух уравнений

$$\begin{cases} \beta_1^2 \left[\frac{J'_{n_1}(n_1 \beta_1)}{J_{n_1}(n_1 \beta_1)} + \frac{J_{n_1}(n_1 \beta_1)}{\beta_1^2 J'_{n_1}(n_1 \beta_1)} \right] - \frac{\beta_2^2}{1 - \beta_2^2} \left[\frac{J'_{n_2}(n_2 \beta_2)}{J_{n_2}(n_2 \beta_2)} + \frac{J_{n_2}(n_2 \beta_2)}{\beta_2^2 J'_{n_2}(n_2 \beta_2)} \right] = 2\pi K, \\ \beta_1 \left[\frac{J'_{n_1}(n_1 \beta_1)}{J_{n_1}(n_1 \beta_1)} + \frac{J_{n_1}(n_1 \beta_1)}{\beta_1^2 J'_{n_1}(n_1 \beta_1)} \right] - \frac{\beta_2}{1 - \beta_2^2} \left[\frac{J'_{n_2}(n_2 \beta_2)}{J_{n_2}(n_2 \beta_2)} + \frac{J_{n_2}(n_2 \beta_2)}{\beta_2^2 J'_{n_2}(n_2 \beta_2)} \right] = K_1 \end{cases} \quad (5.140)$$

или

$$\begin{cases} n_1 - n_2 = K_1, \\ n_1 \beta_1 - n_2 \beta_2 = 2\pi K. \end{cases} \quad (5.141)$$

Для решения системы уравнений (5.140) необходимо воспользоваться каким-то приближением для бесселевых функций. В литературе даны разные представления бесселевых функций, главным образом в виде бесконечных рядов и интегралов. Воспользоваться этими представлениями для решения уравнений (5.140) весьма затруднительно, даже если на основе полученных соотношений составить алгоритм, в принципе пригодный для использования в электронно-вычислительных машинах.

Поэтому для целочисленных бесселевых функций вида $J_n(n\beta)$ при больших значениях n нам не удалось использовать известные представления. В связи с этим нами была предпринята попытка найти новое представление этих функций, которая привела к интересному результату. В теории бесселевых функций есть [122] рекуррентные соотношения, которые определяют точные зависимости между ними. Поэтому естественно стремление опираться в основном на них.

В дальнейшем мы воспользуемся рекуррентными формулами

$$2J'_n(z) = 2 \frac{d}{dz} J_n(z) = J_{n-1}(z) - J_{n+1}(z), \quad (5.142)$$

$$J_{n-1}(z) + J_{n+1}(z) = \frac{2n}{z} J_n(z) \quad (5.143)$$

и следствиями из них

$$\frac{d}{dz} J_n(z) = J_{n-1}(z) - \frac{n}{z} J_n(z), \quad (5.144)$$

$$\frac{d}{dz} J_n(z) = \frac{n}{z} J_n(z) - J_{n+1}(z), \quad (5.145)$$

$$\left(\frac{d}{z dz}\right)^m [z^n J_n(z)] = z^{n-m} J_{n-m}(z), \quad (5.146)$$

$$J_{-n}(z) = (-1)^n J_n(z), \quad (5.147)$$

где n – натуральное число.

При этом следует помнить [122], что функция $J_n(n\beta)$ есть ряд, составленный из корней уравнения Бесселя

$$J_n''(n\beta) = -\frac{1}{n\beta} J_n'(n\beta) - \left(1 - \frac{1}{\beta^2}\right) J_n(n\beta). \quad (5.148)$$

Из (5.144) непосредственно следует, что

$$\frac{J_n'(n\beta)}{J_n(n\beta)} = \frac{J_{n-1}(n\beta)}{J_n(n\beta)} - \frac{1}{\beta}, \quad (5.149)$$

а из уравнения (5.143)

$$\frac{J_{n-1}(n\beta)}{J_n(n\beta)} + \frac{J_{n+1}(n\beta)}{J_n(n\beta)} = \frac{2}{\beta}. \quad (5.150)$$

Введем обозначения

$$k_n = \frac{J_n(n\beta)}{J_{n+1}(n\beta)} : \frac{J_{n-1}(n\beta)}{J_n(n\beta)} \quad (5.151)$$

или

$$k_n = \frac{J_n^2(n\beta)}{J_{n-1}(n\beta) J_{n+1}(n\beta)}.$$

Легко видеть, что

$$\lim_{\substack{n \rightarrow \infty \\ \beta \rightarrow 1}} k_n = 1. \quad (5.152)$$

При очень больших n величина k_n является медленно и монотонно меняющейся функцией n (или β), причем по порядку величины k_n близко к единице.

Из (5.151) следует, что

$$\frac{J_{n+1}(n\beta)}{J_n(n\beta)} = \frac{J_n(n\beta)}{k_n J_{n-1}(n\beta)}, \quad (5.153)$$

и тогда уравнение (5.150) можно представить в виде

$$\frac{J_{n-1}(n\beta)}{J_n(n\beta)} + \frac{J_n(n\beta)}{k_n J_{n-1}(n\beta)} = \frac{2}{\beta}, \quad (5.154)$$

откуда

$$\frac{J_{n-1}(n\beta)}{J_n(n\beta)} = \frac{1}{\beta} \left[1 + \sqrt{1 - \frac{\beta^2}{k_n}} \right]. \quad (5.155)$$

Из выражений (5.155) и (5.149) имеем

$$\beta \frac{J_n'(n\beta)}{J_n(n\beta)} = \left(1 - \frac{\beta^2}{k_n}\right)^{1/2}. \quad (5.156)$$

Следовательно, если $k_n \rightarrow \frac{1}{\beta^2}$, то

$$\lim_{\substack{\beta \rightarrow 1 \\ n \rightarrow \infty}} \beta \frac{J_n'(n\beta)}{J_n(n\beta)} = (1 - \beta^4)^{1/2} = 0.$$

Из соображений удобства дальнейших вычислений целесообразно (5.156) представить в виде

$$\beta \frac{J_n'(n\beta)}{J_n(n\beta)} = m_\beta (1 - \beta^2)^{1/2}, \quad (5.157)$$

где m_β , так же как и k_n , – некоторая функция β (или n), причем, как ясно из (5.156) и (5.157),

$$m_\beta = \left(\frac{1 - \frac{\beta^2}{k_n}}{1 - \beta^2} \right)^{1/2}. \quad (5.158)$$

С учетом (5.157) выражению (5.128) можно придать вид

$$n_\beta = \frac{m_\beta (1 - \beta^2)^{1/2} + \frac{1}{m_\beta (1 - \beta^2)^{1/2}}}{1 - \beta^2}$$

или

$$n_\beta = \frac{1 + m_\beta^2 (1 - \beta^2)}{m_\beta (1 - \beta^2)^{3/2}}, \quad (5.159)$$

и, следовательно,

$$\lim_{\beta \rightarrow 1} n_\beta = \frac{1}{m_\beta (1 - \beta^2)^{3/2}} \approx \frac{1}{2^{1/2} (1 - \beta^2)^{3/2}}. \quad (5.160)$$

Таким образом, при достаточно больших β n_β имеет порядок

$$n_\beta = O \left[\frac{1}{(1 - \beta^2)^{3/2}} \right]. \quad (5.161)$$

Итак, даже не имея решения для n_β в явном виде (функция m_β пока не представлена нами в явном виде даже приближенно), можно судить о характере зависимости n_β от β и о порядке величины n_β .

В работе Д. Д. Иваненко и А. А. Соколова [118] найден номер гармоники, при которой ультрарелятивистский ротатор излучает максимум энергии. Номер гармоники выражается у них приближенной формулой

$$n_k \approx \frac{3}{2(1 - \beta^2)^{3/2}}. \quad (5.162)$$

Как видим, имеет место полное совпадение по порядку величины номеров гармоник, соответствующих максимуму излучения в плоскости вращения n_β , и максимуму излучения без указания направления этого оптимального излучения. Если полагать, что оба максимума должны совпадать точно, то так же точно должны совпадать и (5.159) и (5.162).

Д. Д. Иваненко и А. А. Соколов в своих вычислениях использовали приближение, погрешность которого еще не определена [122]. Кроме того, в ряде промежуточных вычислений они пренебрегли членами порядка $(1 - \beta^2)$. С учетом указанных погрешностей совпадение (5.160) и (5.162), полученных разными путями, следует признать хорошим. Однако остается еще выяснить, должны ли n_β и n_k совпадать точно.

Для наших целей приближенное выражение для n_β в виде (5.160) и (5.161) недостаточно. Поэтому необходимо найти в явном виде выражения для m_β (или k_n).

Непосредственно из (5.155) следует, что

$$\beta \frac{J_{n-1}(n\beta)}{J_n(n\beta)} = 1 + \left(1 - \frac{\beta^2}{k_n}\right)^{1/2}. \quad (5.163)$$

Выражая в (5.163) $\frac{J_{n-1}(n\beta)}{J_n(n\beta)}$ через $\frac{J_{n+1}(n\beta)}{J_n(n\beta)}$, согласно равенству (5.153), получим для функции порядка $(n+1)$ выражение, аналогичное (5.157)

$$\beta \frac{J_{n+1}(n\beta)}{J_n(n\beta)} = 1 - m_\beta (1 - \beta^2)^{1/2}. \quad (5.164)$$

Чтобы найти искомое выражение для m_β , найдем сначала зависимость отношения производных функций Бесселя к самой функции для функций порядка, отличающегося от n на единицу. Из (5.144) имеем

$$J'_{n-1}(n\beta) = J_{n-2}(n\beta) - \frac{n-1}{n\beta} J_{n-1}(n\beta) \quad (5.165)$$

или

$$\frac{J'_{n-1}(n\beta)}{J_{n-1}(n\beta)} = \frac{J_{n-2}(n\beta)}{J_{n-1}(n\beta)} - \frac{1}{\beta} \left(1 - \frac{1}{n}\right). \quad (5.166)$$

Но из (5.143) также следует, что

$$\frac{J_{n-2}(n\beta)}{J_{n-1}(n\beta)} = \frac{2}{\beta} \left(1 - \frac{1}{n}\right) - \frac{J_n(n\beta)}{J_{n-1}(n\beta)}. \quad (5.167)$$

Тогда уравнение (5.166) после элементарного преобразования можно записать как

$$\frac{J'_{n-1}(n\beta)}{J_{n-1}(n\beta)} = \frac{1}{\beta} \left(1 - \frac{1}{n}\right) - \frac{J_n(n\beta)}{J_{n-1}(n\beta)}. \quad (5.168)$$

Введем обозначение

$$u = \frac{J_{n-1}(n\beta)}{J_n(n\beta)} \quad (5.169)$$

и выразим все искомые величины через u , β и n . Тогда (5.168) примет вид

$$\frac{J'_{n-1}(n\beta)}{J_{n-1}(n\beta)} = \frac{1}{\beta} \left(1 - \frac{1}{n}\right) - \frac{1}{u}. \quad (5.170)$$

Найдем подобные выражения для функции порядка $n+1$ из равенства (5.149)

$$\frac{J'_{n+1}(n\beta)}{J_{n+1}(n\beta)} = -\frac{1}{\beta} \left(1 + \frac{1}{n}\right) + \frac{J_n(n\beta)}{J_{n+1}(n\beta)}. \quad (5.171)$$

Используя (5.169), приведем (5.170) к следующему виду:

$$\frac{J_n(n\beta)}{J_{n+1}(n\beta)} = \frac{1}{\left(\frac{2}{\beta} - u\right)}. \quad (5.172)$$

Тогда, согласно уравнению (5.172), соотношение (5.171) можно записать так:

$$\frac{J'_{n+1}(n\beta)}{J_{n+1}(n\beta)} = \frac{1}{\frac{2}{\beta} - u} - \frac{1}{\beta} \left(1 + \frac{1}{n}\right). \quad (5.173)$$

Аналогично для функции порядка n имеем

$$\frac{J'_n(n\beta)}{J_n(n\beta)} = u - \frac{1}{\beta} \quad (5.174)$$

Кроме того, непосредственно из (5.142) и (5.143) имеем

$$\frac{2J'_n(n\beta)}{J_n(n\beta)} = \frac{J_{n-1}(n\beta)}{J_n(n\beta)} - \frac{J_{n+1}(n\beta)}{J_n(n\beta)} \quad (5.175)$$

и

$$\frac{J_{n-1}(n\beta)}{J_n(n\beta)} + \frac{J_{n+1}(n\beta)}{J_n(n\beta)} = \frac{2}{\beta} \quad (5.176)$$

Тогда из (5.175) и (5.176) получаем

$$\frac{J'_n(n\beta)}{J_n(n\beta)} = \frac{J_{n-1}(n\beta)}{J_n(n\beta)} - \frac{1}{\beta} \quad (5.177)$$

И далее, с учетом соотношений (5.169) и (5.157)

$$\frac{J'_n(n\beta)}{J_n(n\beta)} = u - \frac{1}{\beta} = \frac{m_\beta(1-\beta^2)^{1/2}}{\beta} \quad (5.178)$$

откуда

$$u = \frac{1 + m_\beta(1-\beta^2)^{1/2}}{\beta} \quad (5.179)$$

С учетом (5.179) равенства (5.173) и (5.170) легко преобразовать

$$\frac{J'_{n+1}(n\beta)}{J_{n+1}(n\beta)} = \frac{m_\beta(1-\beta^2)^{1/2}}{\beta} - \frac{1 - \frac{(1-\beta^2)^{1/2}}{m_\beta}}{1 - m_\beta(1-\beta^2)^{1/2}} - \frac{1}{n\beta} \quad (5.180)$$

$$\frac{J'_{n-1}(n\beta)}{J_{n-1}(n\beta)} = \frac{m_\beta(1-\beta^2)^{1/2}}{\beta} - \frac{1 + \frac{(1-\beta^2)^{1/2}}{m_\beta}}{1 + m_\beta(1-\beta^2)^{1/2}} - \frac{1}{n\beta} \quad (5.181)$$

Для сопоставления уместно вновь напомнить, что

$$\frac{J'_n(n\beta)}{J_n(n\beta)} = \frac{m_\beta(1-\beta^2)^{1/2}}{\beta} \quad (5.182)$$

Кроме того, для функций, порядок которых отличается на единицу, имеем

$$\frac{J'_{n+1}(n\beta)}{J_n(n\beta)} = \frac{1 - m_\beta(1-\beta^2)}{\beta} \quad (5.183)$$

$$\frac{J'_{n-1}(n\beta)}{J_n(n\beta)} = \frac{1 + m_\beta(1-\beta^2)}{\beta} \quad (5.184)$$

В этих уравнениях бесселевы функции от аргумента порядка n и $n \pm 1$ явно выражены через n, β и m_β — некоторую функцию от β (или n).

Пользуясь соотношениями (5.178) и (5.180)–(5.184), образуем суммы и разности отношений, производных к их функциям

$$\frac{J'_{n+1}(n\beta)}{J_{n+1}(n\beta)} + \frac{J'_{n-1}(n\beta)}{J_{n-1}(n\beta)} = \frac{2m_\beta(1-\beta^2)^{1/2}}{1 - m_\beta^2(1-\beta^2)} - \frac{2}{n\beta} \quad (5.185)$$

$$\frac{J'_{n+1}(n\beta)}{J_{n+1}(n\beta)} - \frac{J'_{n-1}(n\beta)}{J_{n-1}(n\beta)} = \frac{2(1-\beta^2)(m_\beta^2-1)}{\beta[1 - m_\beta^2(1-\beta^2)]} \quad (5.186)$$

$$\frac{J'_n(n\beta)}{J_n(n\beta)} - \frac{J'_{n-1}(n\beta)}{J_{n-1}(n\beta)} = \frac{(1-\beta^2)(m_\beta^2-1)}{\beta[1 + m_\beta(1-\beta^2)^{1/2}]} + \frac{1}{n\beta} \quad (5.187)$$

$$\frac{J'_{n+1}(n\beta)}{J_{n+1}(n\beta)} - \frac{J'_n(n\beta)}{J_n(n\beta)} = \frac{(1-\beta^2)(m_\beta^2-1)}{\beta[1 - m_\beta(1-\beta^2)^{1/2}]} - \frac{1}{n\beta} \quad (5.188)$$

Из уравнений (5.187) и (5.188) следует, что при больших n и β , близких к единице, при изменении порядка функции на единицу отношение производной функции к самой функции изменяется на величину порядка

$$\frac{J'_n \pm 1(n\beta)}{J_n \pm 1(n\beta)} - \frac{J'_n(n\beta)}{J_n(n\beta)} = O(1-\beta^2),$$

так как m_β при больших β примерно равно $2^{1/2}$, а $n(1-\beta^2) > 1$. При этом изменение порядка на $(+1)$ вызывает увеличение, а на (-1) — уменьшение этой функции на величины, которые с точностью до членов $O(1-\beta^2)^{3/2}$ и $1/n\beta$ совпадают по абсолютному значению. Действительно, вычитая (5.188) из (5.187), имеем

$$\left[\frac{J_{n-1}(n\beta)}{J_{n-1}(n\beta)} - \frac{J'_n(n\beta)}{J_n(n\beta)} \right] - \left[\frac{J'_n(n\beta)}{J_n(n\beta)} - \frac{J'_{n+1}(n\beta)}{J_{n+1}(n\beta)} \right] = \frac{2m_\beta(m_\beta^2-1)(1-\beta^2)^{3/2}}{\beta[1 - m_\beta^2(1-\beta^2)]} - \frac{2}{n\beta} \quad (5.189)$$

При $\beta \approx 1$ соотношение (5.189) имеет порядок разности

$$O\left[(1-\beta^2)^{3/2} - \frac{2}{n\beta}\right] \quad (5.190)$$

Поэтому при больших значениях n и малых $(1 - \beta^2)$ можно в хорошем приближении применить интерполяционное соотношение

$$\frac{J'_n(n\beta)}{J_n(n\beta)} \approx \frac{1}{2} \left[\frac{J'_{n+1}(n\beta)}{J_{n+1}(n\beta)} + \frac{J'_{n-1}(n\beta)}{J_{n-1}(n\beta)} \right]. \quad (5.191)$$

При этом член, которым мы пренебрегаем, будет иметь порядок разности (5.190).

С помощью (5.191) можно получить значение m_β , а с ним и все необходимые выражения. С учетом (5.182) и (5.185) можно (5.191) представить в виде

$$\frac{2m_\beta(1 - \beta^2)^{1/2}}{\beta} = \frac{2m_\beta\beta(1 - \beta^2)^{1/2}}{1 - m_\beta^2(1 - \beta^2)} - \frac{2}{n\beta} \quad (5.192)$$

или

$$m_\beta(1 - \beta^2)^{1/2} \left[\frac{1 - m_\beta^2(1 - \beta^2) - \beta^2}{1 - m_\beta^2(1 - \beta^2)} \right] = \frac{m_\beta(1 - \beta^2)^{3/2}(1 - m_\beta^2)}{1 - m_\beta^2(1 - \beta^2)} = -\frac{1}{n},$$

откуда

$$n_\beta = \frac{1 - m_\beta^2(1 - \beta^2)}{m_\beta(m_\beta^2 - 1)(1 - \beta^2)^{3/2}}. \quad (5.193)$$

Легко видеть, что (5.193) означает равенство нулю правой части (5.189) и, следовательно, найденная зависимость соответствует точному, а не приближенному выполнению условия (5.191).

Для номера искомой гармоники уже найдено выражение (5.159). Сравнивая (5.193) и (5.159), имеем

$$1 + m_\beta^2(1 - \beta^2) = \frac{1 - m_\beta^2(1 - \beta^2)}{m_\beta^2 - 1} \quad (5.194)$$

или

$$(1 - \beta^2)m_\beta^4 + m_\beta^2 - 2 = 0,$$

откуда

$$m_\beta^2 = \frac{\pm\sqrt{1 + 8(1 - \beta^2)} - 1}{2(1 - \beta^2)}. \quad (5.195)$$

Так как m_β — действительное число, у радикала оставим только знак +. Итак,

$$m_\beta^2 = \frac{\sqrt{1 + 8(1 - \beta^2)} - 1}{2(1 - \beta^2)}. \quad (5.196)$$

В пределе, когда $\beta \rightarrow 1$,

$$\lim_{\beta \rightarrow 1} m_\beta^2 = 2. \quad (5.197)$$

Из (5.194) и (5.159) можно получить еще одно важное соотношение. Перепишем (5.159)

$$n_\beta = \left[\frac{1}{m_\beta} + m_\beta(1 - \beta^2) \right] : (1 - \beta^2)^{3/2}, \quad (5.198)$$

а (5.194) представим в виде

$$\frac{1}{m_\beta} + m_\beta(1 - \beta^2) = \frac{2}{m_\beta^3}. \quad (5.199)$$

Тогда из (5.198) следует, что

$$n_\beta = \frac{k_\beta}{(1 - \beta^2)^{3/2}}, \quad (5.200)$$

где

$$k_\beta = \frac{2}{m_\beta^3}$$

некоторая монотонная и медленно меняющаяся функция.

Из уравнения (5.198) с учетом (5.196) можно получить непосредственно для k_β и такое выражение:

$$k_\beta = \frac{2^{5/2}(1 - \beta^2)^{3/2}}{[\sqrt{1 + 8(1 - \beta^2)} - 1]^{3/2}}, \quad (5.201)$$

и, следовательно,

$$n_\beta = \frac{2^{5/2}}{[\sqrt{1 + 8(1 - \beta^2)} - 1]^{3/2}}. \quad (5.202)$$

Можно представить (5.202) и (5.201) в другом, пожалуй, более удобном для вычисления виде

$$n_\beta = \frac{[1 + \sqrt{1 + 8(1 - \beta^2)}]^{3/2}}{4(1 - \beta^2)^{3/2}}, \quad (5.203)$$

$$k_\beta = \frac{[1 + \sqrt{1 + 8(1 - \beta^2)}]^{3/2}}{4}. \quad (5.204)$$

В тождественности (5.202) и (5.203) легко убедиться при их сравнении.

Из (5.204) следует, что при $\beta = 0$ $k_\beta = 2$, при $\beta = 1$ $k_\beta = 2^{-1/2}$. Точка $n = (1 - \beta^2)^{-3/2}$ при $k_\beta = 1$ является граничной для условий $k_\beta < 1$ и $k_\beta > 1$, и мы должны рассмотреть либо случай $n < (1 - \beta^2)^{-3/2}$, либо $n > (1 - \beta^2)^{-3/2}$. Поскольку нас интересует ультрарелятивистский случай, выбираем верхнюю область, когда $k_{\beta \max} = 1$, откуда

$$\beta_{\min} = \sqrt{1 - \frac{(2^{4/3} - 1)^2 - 1}{8}} = 0,9144725.$$

Теперь систему уравнений (5.140) можно представить в виде

$$\frac{1}{[\sqrt{1 + 8(1 - \beta_1^2)} - 1]^{3/2}} - \frac{1}{[\sqrt{1 + 8(1 - \beta_2^2)} - 1]^{3/2}} = \frac{K_1}{2^{5/2}}, \quad (5.205)$$

$$\frac{\beta_1}{[\sqrt{1 + 8(1 - \beta_1^2)} - 1]^{3/2}} - \frac{\beta_2}{[\sqrt{1 + 8(1 - \beta_2^2)} - 1]^{3/2}} = \frac{2\pi K}{2^{5/2}}.$$

Прежде чем рассматривать методы решения этой системы, определим точность, которую может обеспечить такое решение. Уравнение (5.193), полученное нами из рекуррентных соотношений для бесселевых функций при единственном предположении, указанном в (5.191), и точное выражение (5.159) для искомой гармоники оказались совместными алгебраически и дали общее решение в виде (5.205). Вероятность того, что это совпадение случайное, крайне мала. Поэтому представляет интерес выяснить, не свидетельствует ли оно о том, что в частном случае, когда порядок бесселевой функции определяется равенством (5.159), зависимость (5.191) удовлетворяется не приближенно, а точно.

Решая (5.194), мы ограничивались действительной областью решений. Между тем, легко видеть, что уравнения

$$n_\beta = \frac{1 - m_\beta^2(1 - \beta^2)}{m_\beta(m_\beta^2 - 1)(1 - \beta^2)^{3/2}} \quad (I)$$

и

$$n_\beta = \frac{1 + m_\beta^2(1 - \beta^2)}{m_\beta(1 - \beta^2)^{3/2}} \quad (II)$$

совместны в действительной области значений m_β не для всех β .

Чтобы найти β_{\min} , при котором m_β будет вещественным, перепишем (I) в виде

$$n_\beta = \frac{1}{m_\beta(1 - \beta^2)^{3/2}} \left(\frac{m_\beta^2 \beta^2}{m_\beta^2 - 1} - 1 \right). \quad (5.206)$$

Так как $n_\beta > 0$ и $m_\beta(1 - \beta^2)^{3/2} > 0$, то должно быть

$$\left(\frac{m_\beta^2 \beta^2}{m_\beta^2 - 1} - 1 \right) > 0,$$

откуда

$$\beta^2 > \left(1 - \frac{1}{m_\beta^2} \right)$$

С учетом (II) имеем

$$\sqrt{1 + 8(1 - \beta^2)} < 3, \text{ т. е. } \beta > 0.$$

Никаких других ограничений нет.

Таким образом, (I) и (II) совместны во всей действительной области значений $\beta > 0$, а в точке $\beta = 0$ имеется особенность. Это свидетельствует о том, что уравнение (5.193) и, следовательно, соотношение (5.191) строго совпадают в области значений $0 < \beta \leq 1$ при условии, что одновременно имеет место равенство (5.159).

Теперь, зная область применимости и точность системы уравнений (5.205), можно приступить к ее решению.

Сначала определим число возможных решений системы относительно β_1 и β_2 в интервале

$$0,914 < \beta_2 < \beta_1 \leq 1. \quad (5.207)$$

Можно показать, что в этом интервале система имеет только единственное решение.

Действительно, представим систему (5.205) в виде

$$\left\{ \begin{aligned} I'. F_1 &= \frac{x}{[\sqrt{1 + 8(1 - x^2)} - 1]^{3/2}} - \frac{y}{[\sqrt{1 + 8(1 - y^2)} - 1]^{3/2}} = a, \\ II'. F_2 &= \frac{1}{[\sqrt{1 + 8(1 - x^2)} - 1]^{3/2}} - \frac{1}{[\sqrt{1 + 8(1 - y^2)} - 1]^{3/2}} = b, \end{aligned} \right. \quad (5.208)$$

$$(5.209)$$

и найдем ее решение в области (5.207).

Рассмотрим (I') и (II') как уравнения двух семейств кривых в одной области при различных значениях параметров a и b . Наше утверждение будет доказано, если мы покажем, что в каждой точке данной области производная $dy_{I'}/dx$, определенная для семейства I', будет всегда больше (или меньше), чем для семейства II' кривых рассматриваемой системы уравнений.

Найдем отношение производных

$$\frac{dy_I'}{dx} : \frac{dy_{II}'}{dx} = \frac{9 + 4x^2 - \sqrt{1 + 8(1 - x^2)}}{x} : \frac{9 + 4y^2 - \sqrt{1 + 8(1 - y^2)}}{y}$$

Проанализировав функцию $f(\beta)$ (x или y), получим

$$f(\beta) = \frac{9 + 4\beta^2 - \sqrt{1 + 8(1 - \beta^2)}}{\beta}, \quad (5.210)$$

$$f'(\beta) = -\frac{9}{\beta^2} + 4 + \frac{9}{\beta^2 \sqrt{9 - 8\beta^2}}.$$

Легко видеть, что во всем рассматриваемом интервале (5.207) $f'(\beta) > 0$, т. е. $f(\beta)$ монотонно возрастает. Так как $x > y$, то $f(x) > f(y)$. Функция $f(y)$ также монотонно возрастает, так как имеет тот же вид,

что и $f(x)$. Следовательно, $\frac{f(x)}{f(y)} > 1$ или $\frac{dy_I'}{dx} > \frac{dy_{II}'}{dx}$ во всей

рассматриваемой области значений x и y , что и требовалось доказать. Таким образом, в интересующей нас области система уравнений (5.205) имеет только одно решение.

Для нахождения его определим приближенные значения n_1 и n_2 , разложив подкоренное выражение в (5.203) в ряд и удержав два первых члена этого разложения

$$n_1 = \frac{[1 + \sqrt{1 + 8(1 - x^2)}]^{3/2}}{4(1 - x^2)^{3/2}} \approx \frac{[2 + 4(1 - x^2)]^{3/2}}{4(1 - x^2)^{3/2}} \approx \frac{1 + 3(1 - x^2)}{2^{1/2}(1 - x^2)^{3/2}} = \frac{1}{2^{1/2}(1 - x^2)^{3/2}} + \frac{3}{2^{1/2}(1 - x^2)^{1/2}}, \quad (5.211)$$

$$n_2 \approx \frac{1}{2^{1/2}(1 - y^2)^{3/2}} + \frac{3}{2^{1/2}(1 - y^2)^{1/2}}. \quad (5.212)$$

Тогда система уравнений

$$\left. \begin{aligned} n_1 - n_2 &= K_1 \\ xn_1 - yn_2 &= 2\pi K \end{aligned} \right\} \quad (5.213)$$

примет в некотором приближении вид

$$\left[\frac{1}{(1 - x^2)^{3/2}} - \frac{1}{(1 - y^2)^{3/2}} \right] + 3 \left[\frac{1}{(1 - x^2)^{1/2}} - \frac{1}{(1 - y^2)^{1/2}} \right] \approx \sqrt{2} K_1,$$

$$\left[\frac{x}{(1 - x^2)^{3/2}} - \frac{y}{(1 - y^2)^{3/2}} \right] + 3 \left[\frac{x}{(1 - x^2)^{1/2}} - \frac{y}{(1 - y^2)^{1/2}} \right] \approx \sqrt{2} 2\pi K. \quad (5.214)$$

Решая эту систему, получим

$$\left\{ \begin{aligned} (1 - x^2)^{1/2} &\approx \\ &\approx \frac{2}{\sqrt{3 \left(1 - \frac{2\pi K}{K_1}\right) - \frac{26}{3} K_1^2 \left(1 - \frac{2\pi K}{K_1}\right)^2 + 4 + \sqrt{2} K_1 \left(1 - \frac{2\pi K}{K_1}\right)}}, \\ (1 - y^2)^{1/2} &\approx \\ &\approx \frac{2}{\sqrt{3 \left(1 - \frac{2\pi K}{K_1}\right) - \frac{26}{3} K_1^2 \left(1 - \frac{2\pi K}{K_1}\right)^2 + 4 - \sqrt{2} K_1 \left(1 - \frac{2\pi K}{K_1}\right)}}. \end{aligned} \right. \quad (5.215)$$

Подставляя в (5.211) и (5.212) значения $(1 - x^2)$ и $(1 - y^2)$ из (5.215) и (5.216), можно вычислить приближенные значения n_1 и n_2 .

Итак, значения основных внутренних параметров системы: скорости β_1 и β_2 ; номера критических гармоник n_1 и n_2 и (с учетом (5.131) значение R_1/R_2 и отношение расстояния между круговыми

токами l к радиусу $\frac{l}{R_1} = \frac{R_1 - R_2}{R_1} = 1 - \frac{R_2}{R_1}$, — являются однозначными функциями целочисленных параметров K и K_1 . Об этих параметрах нам известно только то, что это целые числа, которые должны удовлетворять рассматриваемой системе уравнений.

Из (5.215) и (5.216) видно, что в интервале

$$0,914 < y < x < 1 \quad (5.217)$$

условие единственности y и x при данных K и K_1 требует однозначной связи также между самими параметрами K и K_1 . Действительно, если задаться некоторым целым K_1 , то значение K не может варьироваться, так как при изменении K даже на единицу при фиксированном K_1 нарушается либо условие (5.217), либо условие однозначности решения при данном значении параметров.

Таким образом, между параметрами K и K_1 существует однозначная связь. Данному значению K_1 соответствует одно, и только одно, значение K .

Физический смысл этого математического вывода достаточно нагляден. Параметр K_1 есть функция критических номеров гармоник ($K_1 = n_1 - n_2$), а K означает число длин волн, одинаковых для обеих гармоник, размещающихся в интервале $R_1 - R_2$. Понятно, что если известна разность между номерами гармоник, создающих одинаковую длину волны, то это значит, что расстояние между радиусами $R_1 - R_2$ фиксированно, а на одном и том же участке никак не может уложиться разное число длин волн, образованных обеими системами зарядов. Следовательно, $K = (R_1 - R_2)/\lambda$ при заданном K_1 должно иметь только одно значение. Итак, нахождение целочисленных параметров K и K_1 сводится к определению одного из них.

Чтобы найти все возможные решения системы (5.213), можно в качестве возможных значений параметра K рассмотреть ряд натуральных чисел, начиная от единицы. Такой способ дает, конечно, правильный результат, но очень трудоемок даже при использовании электронной вычислительной машины. Однако есть возможность резко уменьшить число рассматриваемых значений K , если обратить внимание на то, что при $\beta \rightarrow 1$

$$\frac{K_1}{K} \Big|_{\beta \rightarrow 1} \rightarrow 2\pi. \quad (5.218)$$

Условие (5.218) выполняется тем точнее, чем ближе β к единице.

Легко видеть, что условию (5.218) удовлетворяют не любые пары чисел, а строго определенные. Например, если $K = 7$, то только при $K_1 = 44$ наилучшим образом удовлетворяется условию (5.218). Простой подстановкой легко убедиться в том, что значения K от 1 до 6 включительно вообще не дают решения (5.205), так как для них нельзя подобрать такие целочисленные значения K_1 , при которых выполнялось бы условие (5.217). В то же время значения величин K и K_1 , кратные, например, соответственно 7 и 44, т. е. 14 и 88; 21 и 132 и т. д., дают решения. Однако по мере возрастания абсолютной величины K при некотором максимальном ее значении решения опять нет. Последнее значение K , которое в этом ряду чисел, кратных семи, даст решение системы в действительной области, равно $K_{\max} = 7 \cdot 112 = 784$.

Таким образом, значения $K = 7$ и $K_1 = 44$ и кратные им составляют некоторый ряд возможных решений системы уравнений.

Из (5.215) и (5.216) также легко видеть, что при постоянном $K_1/2\pi K$ большим значениям K должно соответствовать большее значение x , но меньшее значение y . Если же отношение $K_1/2\pi K$ меняется, то для получения большего значения, чем ранее найденное, надо, чтобы K_1/K в последующем случае было ближе к 2π , чем в предыдущем.

Отсюда, с учетом доказанной ранее однозначности решения и явной монотонности зависимости x и y от K , прямо следует, что последующий ряд чисел K и K_1 , которые могут дать решение системы, должен образовываться другой парой целых чисел, которые удовлетворяют условию

$$\left[\left(\frac{K_1}{K} \right)_I - 2\pi \right] > \left[\left(\frac{K_1}{K} \right)_{II} - 2\pi \right]. \quad (5.219)$$

Этому условию после 44/7 удовлетворяет только пара чисел 710/113 и кратные им числа. Действительно,

$$1 - \frac{2\pi \cdot 7}{44} = 4,02 \dots 10^{-4}, \text{ а } 1 - \frac{2\pi \cdot 113}{710} = 8,49 \dots 10^{-8}.$$

Между $K = 7$ ($K_1 = 44$) и $K = 113$ ($K_1 = 710$) нет пар чисел, которые удовлетворяли бы (5.219) лучше, чем 113 и 710. Эти же числа составляют опять конечный ряд кратных значений, дающих решения системы (5.213).

Таким образом, нахождение чисел, дающих решения системы уравнений, сводится к отысканию целых чисел, отношения которых наилучшим образом удовлетворяют соотношениям (5.218) и (5.219). Причем эти условия должны удовлетворяться при наименьшем значении K . Это правило позволило с помощью несложных приемов отыскать значения пар целых чисел, которые могут быть использованы в качестве параметров, соответствующих решению системы уравнений. Первые значения параметров K и K_1 для девяти рядов частиц, которые могут принципиально существовать в основных и виртуальных состояниях, представлены в табл. 5.1.

Мы получили, таким образом, весьма примечательный результат, согласно которому фазовым и частотным условиям неизлучения удов-

Таблица 5.1

Ряд	K_p	K_{1p}	$A = 1 - \frac{2\pi K}{K_1}$
1	7	44	$4,023 \cdot 10^{-5}$
2	113	710	$8,491 \cdot 10^{-8}$
3	33 215	208 696	$1,056 \cdot 10^{-10}$
4	99 532	625 378	$9,277 \cdot 10^{-12}$
5	364 913	2 292 816	$5,127 \cdot 10^{-13}$
6	1 725 033	10 838 702	$7,049 \cdot 10^{-15}$
7	131 002 976	823 115 974	$6,164 \cdot 10^{-18}$
8	811 528 438	5 098 983 558	$1,755 \cdot 10^{-19}$
9	136 876 735 467 187 340	860 021 893 182 138 486	$2,756 \cdot 10^{-36}$

летворяет только дискретный ряд состояний, характеризуемый определенными парами скоростей вращения зарядов по окружности.

Существенно отметить, что дискретными являются не только скорости вращения, но и соответствующие им номера гармоник и отношения радиусов, так как из (5.131) и (5.134) следует, что

$$\frac{R_2}{R_1} = 1 - \frac{2\pi K}{\beta_1 n_1} = \frac{1}{1 + \frac{2\pi K}{n_2 \beta_2}}, \quad (5.220)$$

а n_1 и n_2 однозначно определяются из β_1 и β_2 по уравнению (5.141).

Легко убедиться в том, что число членов в каждом ряду не может превышать значения, численно равного первому значению K в последующем ряду. На самом деле, если, например, допустить, что в первом ряду возможных значений K есть член с № 113, то его K равен $113 \cdot 7 = 791$, но точно таким же будет K в седьмой по порядку точке второго ряда.

Как было показано, уравнения электродинамической устойчивости имеют только одно решение, и в первом ряду должно быть 112 членов, а член 113 может характеризовать лишь некоторое метастабильное состояние, соответствующее переходу из первого ряда возможных состояний ко второму.

Поэтому номер последнего члена в каждом ряду констант, определяющих все возможные состояния ЭЧ, определяется таким простым равенством:

$$N_{\max}(NS) = K_p(NS + 1), \quad (5.221)$$

где NS — номер ряда.

5.7.

Шестой шаг. Кварковые структуры в ТФП^{x)}

Физический вакуум, как уже отмечалось, имеет большую концентрацию. При наличии в 1 см^3 свободного ФВ порядка 10^{39} элементарных частиц протон-антипротонного вакуума элементарные частицы в "голом" виде существовать не могут. Они будут образовывать с элементарными частицами вакуума (ЭЧВ) системы, которые в ТФП названы кварковыми структурами (КС), ибо, как будет ясно из дальнейшего, они содержат в себе практически все свойства обычных кварков, имеют преимущества и не имеют известных недостатков и трудностей, присущих "обычным" кваркам.

Элементами кварковых структур ТФП являются ЭЧ-кварки и ЭЧВ-кварки (ЭЧ-к, ЭЧВ-к), получающиеся из ГЭЧ и ЭЧВ в результате объединения их в кварковую структуру. Анализ всех возможных КС

^{x)} Подразд. 5.7 подготовлен к печати совместно с И. Д. Двас.

показал, что устойчивыми являются только структуры, приведенные в табл. 5.2.

Процесс образования КС целиком определяется структурными особенностями ГЭЧ и ЭЧВ, которые в структуре становятся кварками.

В табл. 5.3 даны схематически структурные особенности ГЭЧ. Расшифруем их. Структура ГЭЧ в ПП (2 → 1) изображена в виде точечных

Таблица 5.2

Номер схемы	Объекты, подлежащие объединению в КС	Схема КС	Состав КС, образовавшей ЭЧ
1	1ГЭЧ + 2ЭЧВ		1ЭЧ-к + 2ЭЧВ-к
2	2ГЭЧ + 1ЭЧВ		2ЭЧ-к + 1ЭЧВ-к
3	1ГЭЧ + 1ЭЧВ + окружающий ФВ		1ЭЧ-к + 1ЭЧВ-к

Условные обозначения в схемах: $\uparrow^{(-)}$ — ЭЧ-кварк; \downarrow — дубль-ЭЧ-кварк
 \uparrow , \downarrow — ЭЧВ-кварк (во втором случае ЭЧВ сильно возбуждена и ГЭЧ входит внутрь структуры ЭЧВ); \bigcirc — окружающий ФВ как элемент КС. (Знак у конца стрелки указывает знак электрического заряда КС).

Таблица 5.3

Δ	NS		
	1	2	3
	Адроны		Лептоны
1			
2			
3			
4			

зарядов фундаментального поля, расположенных в плоскости, перпендикулярной плоскости схемы, таким образом, каждой паре расположенных на одном диаметре зарядов на рисунке соответствует n расположенных на окружности субчастиц (см. разд. 17 ч. IV). Для нас в этом случае число субчастиц значения не имеет, и мы будем говорить об одном суммарном заряде.

Знак наружного q_1 и внутреннего q_2 зарядов обозначен слева от них. В ПП ($2 \rightarrow 1$) нарушается симметрия зарядов ФП, существующая в 2ПП, при которой $q_1 = q_2$, и появляется разность зарядов ФП – электрический заряд. Точки, условно изображающие заряды, зачернены там, где находится больший заряд. Доминирующий заряд может быть расположен как на наружной, так и на внутренней окружностях структуры. Этим и определяются понятия частица и дубль-частица, используемые в ТФП. Здесь под термином "частица" понимается ГЭЧ, у которой в ПП ($2 \rightarrow 1$) превалирует наружный по отношению к центру заряд ФП, а под "дубль-частицей" понимается ГЭЧ, у которой превалирует внутренний заряд ФП.

Дипольные плечи всегда намного меньше радиусов, а радиусы во втором ряду примерно в 60, а в третьем – в 1800 раз больше, чем в первом ряду. В табл. 5.3 они условно показаны одинаковыми.

Кроме того, заряды ФП от ряда к ряду существенно отличаются еще и скоростями движения по окружности и абсолютными значениями q_1 и q_2 , но несмотря на то, что q_1 и q_2 меняются на много порядков, разность между ними – электрический заряд – практически имеет одно и то же значение – факт, ранее не имевший объяснения (см. ч. IV моногр.).

Принадлежность ГЭЧ к разным структурным рядам определяет глубокое различие во взаимодействии образованных из них ЭЧ. Эту не наблюдаемую в нашем лабораторном пространстве особенность, но крайне существенную для 2ПП – арены всех взаимодействий, – и угадали при формировании современной теории кварков и назвали, как мы уже говорили, "цвет". Для конкретности условимся называть кварки, образованные из ГЭЧ первого ряда, "красными", второго – "зелеными" и третьего – "синими" и обозначать соответственно цифрами 1, 2, 3. Надо отметить, что цвет и p -четность только ЭЧ-кварков однозначно определяются внутренней структурой ГЭЧ, у ЭЧВ-кварков внутренняя структура не определяется однозначно этими квантовыми числами.

Хотя лептоны имеют признак цвета, ГЭЧ из 3-го ряда при сохранении свойств, присущих этому ряду, кварковых структур с ЭЧВ не образуют. Однако рожденные со свойствами третьего ряда частицы могут изменить свою структуру (метонный эффект [7]) так, что их свойства позволят им участвовать в образовании кварковых структур. Ниже мы вернемся к этому вопросу.

Из табл. 5.3 видно, что структура ГЭЧ определяется только двумя

параметрами – номером ряда NS и состоянием частицы Δ . Номер ряда определяет "цвет", а состояние частицы, принадлежащей тому или иному ряду, определяет "аромат". Основных ароматов 4: $\Delta = 1$ (соответствует аромату u); $\Delta = 2$ (соответствует аромату d); $\Delta = 3$ (соответствует аромату s); $\Delta = 4$ (соответствует аромату c). Такое деление справедливо для всех трех рядов. Эта симметрия свойств может нарушаться, и появляется уже зависимость от ряда и принадлежности кварка к ЭЧ-к или ЭЧВ-к.

В табл. 5.4 указаны все возможные кварки. Кварки с нарушением симметрии, принадлежащие первому и второму рядам при $\Delta = 1$ или 2, есть кварки, получившие сейчас обозначение t -кварк, а кварки, принадлежащие первому и второму рядам при $\Delta = 3$ или 4, обозначаются b -кварки. Легко видеть, что симметрия, о которой мы здесь говорим, есть $SU(3)$ -симметрия.

Из $SU(3)$ -симметрии следует, что ЭЧ-кварков должно быть 8, а ЭЧВ-кварков – 10. Так как признаков цвета три, то другой признак, названный ароматом, должен иметь шесть вариантов, чтобы общее число кварков было равно 18. Наименование "аромат" тоже неудачно, однако для преемственности мы сохраним его, сохраним также обозначение и наименование ароматов и введем понятие "квантовое число аромата":

u – верхний кварк (квантовое число аромата равно нулю); d – нижний кварк (квантовое число аромата равно 0); s – странный кварк

Таблица 5.4

Δ	NS						sign A	A	$q_{кв}$
	1		2		3				
	ЭЧ-к	ЭЧВ-к	ЭЧ-к	ЭЧВ-к	ЭЧ-к	ЭЧВ-к			
1	u^1 (A)	t^1 (M)	u^2 (B)	t^2 (M)	t^3 (L)	$u^{3(1)}$	0	$u^{1,2,3}$ $t^{1,2}$	$+2/3$
2	$d^{3(1)}$ (A)	d^1 (A)	$t^{3(2)}$ (M)	d^2 (A)		d^3	0	$d^{1,2,3}, t^3$	$-1/3$
3	c^1 (A)	b^1 (M)	c^2 (B)	b^2 (M)	b^3 (L)	$c^{3(1)}$	+1	$c^{1,2,3}$	$+2/3$
4	$s^{3(1)}$ (A)	s^1 (A)	$b^{3(2)}$ (M)	s^2 (A)		s^3	-1	$s^{1,2,3}, b^3$	$1/3$

(квантовое число аромата равно -1); c — очарованный кварк (квантовое число аромата равно $+1$); t — высокий кварк (квантовое число аромата равно 0); b — красивый кварк (квантовое число аромата равно $+1$). Важно отметить, что в ТФП признак аромата, как и цвет, тоже определяется внутренними параметрами ГЭЧ в соответствии с табл. 5.3.

В теории кварков, сформулированной без учета ТФП, считается, что кварки u, d, s, c, b, t существенно отличаются по массе. Утверждение о существовании четко различающихся "легких" и "тяжелых" кварков является почти общепринятым. Между тем, оно прямо противоречит опыту. Действительно, эксперимент показывает, что "легкие" кварки могут образовывать тяжелые ядра, а "тяжелые" — относительно легкие (рис. 5.3).

В ТФП этот феномен имеет естественное объяснение. Вид кварка определяется только номером ряда NS и состоянием Δ кварков, образующих КС. В то же время масса частиц существенно зависит от номера точки NT при тех же NS и Δ (подробнее об этом см. ч. IV монографии). То же относится и к величине спина частиц. Спин определяется как NS

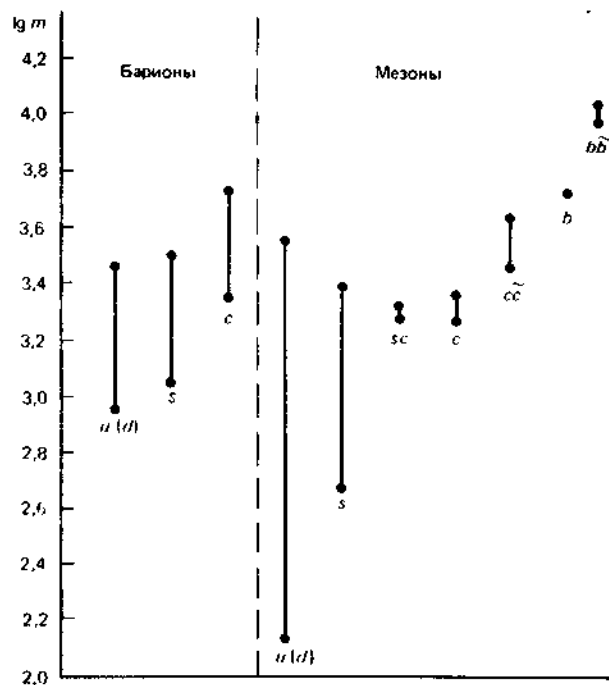


Рис. 5.3 Диапазон масс у ЭЧ с разным ароматом

и Δ , так и NT . Поэтому вид кварка не может в принципе полностью определить массу и спин частицы.

Процесс образования кварковых структур сопровождается определенным механизмом деления электрического заряда "затравочной" ГЭЧ между всеми элементами кварковой структуры — ГЭЧ, ЭЧВ, ФВ. Рассмотрим этот механизм (табл. 5.5, колонка 5).

Вступая во взаимодействие с ЭЧВ, ГЭЧ делит свой первоначальный заряд $+1$ или -1 на три равные части (так как три элемента в кварковой структуре). ГЭЧ может отдавать часть своего заряда либо двум ЭЧВ (в структуре 1ГЭЧ + 2ЭЧВ), либо ГЭЧ и ЭЧВ (в структуре 2ГЭЧ + 1ЭЧВ), либо ЭЧВ и ФВ. Заряд, отданный ФВ как среде, а не постоянному элементу кварковой структуры, не может там сохраниться, он должен перейти либо к ЭЧВ-к, либо к ЭЧ-к, которые непосредственно образуют кварковую структуру, причем в кварковой структуре с положительно заряженной ГЭЧ заряд ФВ переходит к ЭЧ-кварку, а в структуре с отрицательно заряженной ГЭЧ заряд ФВ переходит к ЭЧВ-кварку. Сравнивая барионные и мезонные структурные схемы, видим: они отличаются тем, что в одной структурной схеме одна ГЭЧ заменена на ФВ, а в другой — одна ЭЧВ заменена на ФВ.

Этот принципиальный по своей физической сущности процесс органически связан с рассмотренными в разделах 1–4 и 7–16 фундаментальными свойствами основных структур вещества. Здесь речь идет об электрическом (а не фундаментальном!) заряде. Электрический заряд (согласно ТФП) есть релятивистский эффект, определяемый особенностями движения субчастиц и законами отображения из одного подпространства в другое, понятно, что физический вакуум не может быть объектом, на котором возникает или хранится электрический заряд, так как ФВ в целом не участвует в релятивистских процессах. ФВ может только отражать заряд из одного несущего заряд объекта к другому.

Мы уже говорили о том, что понятия "частица" и "античастица" носят в ТФП абсолютный, а не относительный характер. Частицы с положительным зарядом образуются только из положительно заряженных ГЭЧ, имеющих $NS = 1, 2$ и $\Delta = 1, 3$, а частицы с отрицательным зарядом образуются только из отрицательно заряженных ГЭЧ, имеющих $NS = 1, 2$ и $\Delta = 2, 4$ (см. табл. 5.3), античастицы образуются из соответствующих антиГЭЧ по тем же структурным схемам. ФВ, участвующий в описываемых процессах, есть p^+p^- и e^+e^- -вакуумы. Легко видеть, что у этих видов вакуума положительный электрический заряд может отразиться от ФВ только на ЭЧ-кварк, а отрицательный — только на ЭЧВ-кварк (подробнее об этом см. разд. 7 и 16). Эта асимметрия — одна из причин нарушения закона сохранения пространственной четности в слабых взаимодействиях, органически связанных с процессами, при которых частицы обмениваются электрическим зарядом. Эта же асимметрия ответственна за то, что есть структура 2ЭЧВ-к + отрицательно заряженный ЭЧ-к и нет структуры 2ЭЧВ-к + положительно заряженный ЭЧ-к.

Таблица 5.5

Барьоны						
№ п/п	Схема №	Структурн. схема	Заряд ГЭЧ	Распределение зарядов в кварковой структуре	Заряд ЭЧ	Кварковый состав
1	2	3	4	5	6	7
1	1		$\begin{cases} +1 \\ +1 \\ +1 \end{cases}$	$\begin{cases} \text{ЭЧ-к ЭЧ-к ЭЧВ-к} \\ = +1/3 + 1/3 + 1/3 \\ \text{ЭЧ-к ЭЧ-к ЭЧВ-к} \\ = 2/3 + 2/3 + 2/3 \end{cases} \rightarrow +2$ $\begin{cases} \text{ЭЧ-к ЭЧ-к ЭЧВ-к} \\ = +1/3 + 1/3 + 1/3 \\ \text{ЭЧ-к ЭЧ-к ЭЧВ-к} \\ = +2/3 + 2/3 - 1/3 \end{cases} \rightarrow +1$ Запретов нет	$+2$ $+1$	$\begin{cases} c^1 c^2 u^3 (1) \\ c^1 c^2 d^2 (d^3) \end{cases}$
2	1		$\begin{cases} +1 \\ +1 \end{cases}$	$\begin{cases} \text{ЭЧ-к ЭЧ-к ЭЧВ-к} \\ = +1/3 + 1/3 + 1/3 \\ \text{ЭЧ-к ЭЧ-к ЭЧВ-к} \\ = +2/3 + 2/3 + 2/3 \end{cases} \rightarrow +2$ Деление с отображением запрещено	$+2$	$c^1 c^2 c^3 (1)$
3	1		$\begin{cases} +1 \\ +1 \\ +1 \end{cases}$	$\begin{cases} \text{ЭЧ-к ЭЧ-к ЭЧВ-к} \\ = +1/3 + 1/3 + 1/3 \\ \text{ЭЧ-к ЭЧ-к ЭЧВ-к} \\ = +2/3 + 2/3 + 2/3 \end{cases} \rightarrow +2$ $\begin{cases} \text{ЭЧ-к ЭЧ-к ЭЧВ-к} \\ = +1/3 + 1/3 + 1/3 \\ \text{ЭЧ-к ЭЧ-к ЭЧВ-к} \\ = +2/3 + 2/3 - 1/3 \end{cases} \rightarrow +1$ Деление без отображения запрещено	$+1$	$c^1 u^2 d^2 (d^3)$
4	2		$\begin{cases} -1 \\ -1 \end{cases}$	$\begin{cases} \text{ЭЧ-к ЭЧВ-к ЭЧВ-к} \\ = -1/3 - 1/3 - 1/3 \\ \text{ЭЧ-к ЭЧВ-к ЭЧВ-к} \\ = -1/3 + 2/3 - 1/3 \end{cases} \rightarrow 0$ Запретов нет	-1 0	$\begin{cases} s^2 s^1 d (d^3) \\ s^3 (1) s^1 u^3 (1) \end{cases}$
5	2		-1	$\begin{cases} \text{ЭЧ-к ЭЧВ-к ЭЧВ-к} \\ = -1/3 - 1/2 - 1/3 \end{cases} \rightarrow -1$ Деление с отображением запрещено	-1	$s^3 (1) s^1 s^2$

Мезоны						
Схема №	Структурн. схема	Заряд ГЭЧ	Распределение зарядов	Заряд ЭЧ	Кварковый состав	КС N
8	9	10	11	12	13	14
3		$+1$	$\begin{cases} \text{ЭЧ-к ФВ ЭЧВ-к ЭЧ-к ЭЧВ-к} \\ = +1/3 + 1/3 + 1/3 = +2/3 + 1/3 \end{cases} \rightarrow +1$ $\begin{cases} \text{ЭЧ-к ФВ ЭЧВ-к ЭЧ-к ЭЧВ-к} \\ = +1/3 + 1/3 - 2/3 = +2/3 - 2/3 \end{cases} \rightarrow 0$ Запретов нет	$+1$ 0	$\begin{cases} c^2 \bar{d}^2 \\ c^1 \bar{u}^3 (1) \end{cases}$	1 2
3		$+1$	$\begin{cases} \text{ЭЧ-к ФВ ЭЧВ-к ЭЧ-к ЭЧВ-к} \\ = +1/3 + 1/3 + 1/3 = +2/3 + 1/3 \end{cases} \rightarrow +1$ Деление с отображением запрещено	$+1$	$c^2 \bar{s}^2$	3
3		$+1$	$\begin{cases} \text{ЭЧ-к ФВ ЭЧВ-к} \\ = +1/3 + 1/3 + 1/3 \neq \end{cases}$ $\begin{cases} \text{ЭЧ-к ФВ ЭЧВ-к ЭЧ-к ЭЧВ-к} \\ = +1/3 + 1/3 - 2/3 = +2/3 - 2/3 \end{cases} \rightarrow 0$ Деление без отображения запрещено	$+1$ 0	$\begin{cases} u^1 \bar{u}^3 (1) \\ \text{или} \\ u^1 \bar{t}^1 \end{cases}$	4
4		-1	$\begin{cases} \text{ЭЧ-к ФВ ЭЧВ-к ЭЧ-к ЭЧВ-к} \\ = -1/3 - 1/3 - 1/3 = -1/3 - 2/3 \end{cases} \rightarrow -1$ $\begin{cases} \text{ЭЧ-к ФВ ЭЧВ-к ЭЧ-к ЭЧВ-к} \\ = -1/3 - 1/3 + 2/3 = -1/3 + 1/3 \end{cases} \rightarrow 0$ Запретов нет	-1 0	$\begin{cases} s^3 (1) \bar{u}^3 (1) \\ s^2 \bar{d}^2 \end{cases}$	5 6
4		-1	$\begin{cases} \text{ЭЧ-к ФВ ЭЧВ-к ЭЧ-к ЭЧВ-к} \\ = -1/3 - 1/3 - 1/3 = -1/3 - 2/3 \end{cases} \rightarrow -1$ Деление с отображением запрещено	-1	$\begin{cases} s^3 (1) \bar{c}^3 (1) \\ \text{или} \\ b^3 (2) \bar{b}^2 \end{cases}$	7

1	2	3	4	5	6	7
6	2		$-1 = -1/3 - 1/3 - 1/3 \neq$ $-1 = -1/3 + 2/3 - 1/3 \rightarrow$ Деление без отображения запрещено	$0 = s^2 d^1 u^3 (1)$		
5a			$+1 = +1/3 - 1/3 + 1/3$ $+1 = +1/3 + 1/3 + 1/3$ $+1 = +2/3 + 2/3 + 2/3$ $+1 = +2/3 + 2/3 - 1/3$	$+2 = u^1 u^2 u^3 (1)$ $+1 = u^1 u^2 d^2 (d^3)$		
7	5		Запретов нет			
5b			$-1 = -1/3 - 1/3 - 1/3 \rightarrow$ $-1 = -1/3 + 2/3 - 1/3 \rightarrow$ Запретов нет	$-1 = d^3 (1) d^1 d^2$ $0 = d^2 d^1 u^3 (1)$		
5a			$+1 = +1/3 + 1/3 + 1/3$ $+1 = +1/3 + 1/3 + 1/3$ $+1 = +2/3 + 2/3 + 2/3$ $+1 = +2/3 + 2/3 - 1/3$	$+2 = c^2 u^1 u^3 (1)$ $+1 = c^1 u^2 d^2 (d^3)$		
8	5		Запретов нет			
5b			$-1 = -1/3 - 1/3 - 1/3 \neq$ $-1 = -1/3 + 2/3 - 1/3 \rightarrow$ Деление без отображения запрещено	$0 = d^3 (1) d^2 c^3 (1)$		

8	9	10	11	12	13	14
4		$-1 = -1/3 - 1/3 - 1/3 \neq$ $-1 = -1/3 - 1/3 + 2/3 = -1/3 + 1/3 \rightarrow$ Деление без отображения запрещено	$0 = d^3 (1) \tilde{d}^1$ или $i^3 (2) \tilde{u}^2$			
6a		$+1 = +1/3 + 1/3 + 1/3 = +2/3 + 1/3 \rightarrow$ $+1 = +1/3 + 1/3 - 2/3 = +2/3 - 2/3 \rightarrow$	$+1 = u^2 \tilde{d}^2$ $0 = u^1 \tilde{u}^3 (1)$			
6		Запретов нет				
6b		$-1 = -1/3 - 1/3 - 1/3 = -1/3 - 2/3 \rightarrow$ $-1 = -1/3 - 1/3 + 2/3 = -1/3 + 1/3 \rightarrow$ Запретов нет	$-1 = d^3 (1) \tilde{u}^3 (1)$ $0 = d^3 (1) \tilde{d}^1$			
6a		$+1 = +1/3 + 1/3 + 1/3 = +2/3 + 1/3 \rightarrow$ $+1 = +1/3 + 2/3 + 1/3 = -1/3 + 1/3 \rightarrow$ Наведение заряда на ЭЧВ запрещено	$+1 = u^2 \tilde{s}^2$ $0 = d^2 \tilde{s}^2$			
6		Запретов нет				
6b		Мезонного аналога барионам нет				

1	2	3	4	5	6	7
9	5a		$\left\{ \begin{aligned} +1 &= \begin{cases} \text{ЭЧ-к ЭЧ-к ЭЧВ-к} \\ +1/3 + 1/3 + 1/3 \end{cases} \\ +1 &= \begin{cases} \text{ЭЧ-к ЭЧ-к ЭЧВ-к} \\ = +2/3 + 2/3 + 2/3 \neq \\ +1/3 + 1/3 + 1/3 \end{cases} \end{aligned} \right.$			
	5		$\begin{aligned} +1 & \xrightarrow{-1} \begin{cases} \text{ЭЧ-к ЭЧ-к ЭЧВ-к} \\ = +2/3 + 2/3 - 1/3 \end{cases} \rightarrow +1 \\ & \text{Деление без отображения запрещено} \end{aligned}$	$+1$	$\left\{ \begin{aligned} & u^1 u^2 s^2 (s^3) \\ & s^3(1) d^1 d^2 \end{aligned} \right.$	
	5б		$\begin{aligned} -1 & \xrightarrow{+1} \begin{cases} \text{ЭЧ-к ЭЧВ-к ЭЧВ-к} \\ = -1/3 - 1/3 - 1/3 \end{cases} \rightarrow -1 \\ -1 & \xrightarrow{+1} \begin{cases} \text{ЭЧ-к ЭЧВ-к ЭЧВ-к} \\ = -1/3 + 2/3 - 1/3 \end{cases} \rightarrow 0 \\ & \text{Запретов нет} \end{aligned}$	-1	$\left\{ \begin{aligned} & s^2 d^1 d^2 (d^3) \end{aligned} \right.$	
10	5a		$\left\{ \begin{aligned} +1 &= \begin{cases} \text{ЭЧ-к ЭЧ-к ЭЧВ-к} \\ +1/3 + 1/3 + 1/3 \end{cases} \\ +1 &= \begin{cases} \text{ЭЧ-к ЭЧ-к ЭЧВ-к} \\ = +2/3 + 2/3 + 2/3 \neq \\ +1/3 + 1/3 + 1/3 \end{cases} \end{aligned} \right.$			
	5		$\begin{aligned} +1 & \xrightarrow{-1} \begin{cases} \text{ЭЧ-к ЭЧ-к ЭЧВ-к} \\ = +2/3 + 2/3 - 1/3 \end{cases} \rightarrow +1 \\ & \text{Деление без отображения запрещено} \end{aligned}$	$+1$	$\left\{ \begin{aligned} & u^1 u^2 d^2 (d^3) \end{aligned} \right.$	
	5б		$\begin{aligned} -1 & \xrightarrow{+1} \begin{cases} \text{ЭЧ-к ЭЧВ-к ЭЧВ-к} \\ = -1/3 - 1/3 - 1/3 \neq \\ \text{ЭЧ-к ЭЧВ-к ЭЧВ-к} \\ = -1/3 + 2/3 - 1/3 \end{cases} \rightarrow -1 \\ -1 & \xrightarrow{+1} \begin{cases} \text{ЭЧ-к ЭЧВ-к ЭЧВ-к} \\ = -1/3 + 2/3 - 1/3 \end{cases} \rightarrow 0 \\ & \text{Деление без отображения запрещено} \end{aligned}$	-1	$\left\{ \begin{aligned} & d^3(1) d^2 u^3(1) \end{aligned} \right.$	

8	9	10	11	12	13	14
6a						
6			Мезонного аналога барномам нет			
6б						
6a						
6б			Мезонного аналога барномам нет			
6						
6в						

При определенных условиях на механизм деления заряда накладывается еще и процесс отображения заряда, когда ГЭЧ, а если их две в кварковой структуре, то одна из них отображает на ЭЧВ заряд, равный 1, по знаку — противоположный своему первоначальному заряду. В этом случае заряд ЭЧВ-кварка будет равен сумме зарядов, полученных им в результате деления и отображения, т.е., если при делении

ЭЧВ-кварк получил заряд $+1/3$ и, кроме того, ГЭЧ навела на него заряд -1 , то суммарный заряд ЭЧВ-кварка будет равен $(-1/3 - 1) = -2/3$.

Таким образом, из одной кварковой структурной схемы можно получить два состояния — две ЭЧ — одну, образование которой сопровождалось только делением заряда, а другую, возникновение которой сопровождалось двумя одновременно идущими процессами — деле-

нием и отображением заряда от ГЭЧ. Это и создает зарядовое различие однородных частиц, составляющих изомультиплет.

Две частицы, полученные из одной кварковой структурной схемы, образуют изомультиплет из двух частиц. Однако каждая отдельно взятая частица может образовать и самостоятельный изомультиплет, состоящий из одной частицы. Кроме изомультиплетов, составленных из частиц, полученных по одной структурной схеме, можно получить изомультиплеты из частиц, полученных из разных структурных схем, например из двух частиц, полученных по структурной схеме 2ГЭЧ + 1ЭЧВ, и одной

частицы, процесс образования которой сопровождался делением с отображением. По кварковой структурной схеме 1ГЭЧ + 2ЭЧВ можно составить изомультиплет из трех частиц.

В табл. 5.6 приведены все возможные кварковые структуры барионов, а в табл. 5.7 — мезонов. В таблицах указан кварковый состав, электрический заряд и величины $I, I_3, Y, Y - B$. Ниже будет показано, как определяются эти квантовые числа для описываемых кварковых структур в ТФП.

Из определения изомультиплета следует, что частицы, входящие

Таблица 5.6

Изо- мультиплеты	Бари						
	Структурная схема	Кварковая структура		Электрические заряды q, \sqrt{qhc}			
		Общепринятое обозначение	Обозначение в ТФП (NS, Δ)		ЭЧ-к	ЭЧВ-к	КС (ЭЧ)
			ЭЧ-к	ЭЧВ-к			
1	2	3	4	5	6	7	8
1	↑↑ ↓↓ +	$c^1 c^2 u^3 (1)$ $c^1 c^2 d^2 (d^3)$	1.3; 3.1	2.3	$\left\{ \begin{array}{l} +2/3 + 2/3 \\ +2/3 + 2/3 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} +2/3 \\ -1/3 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} +2 \\ +1 \end{array} \right.$
			1.3; 2.2	2.3 [3.2]			
Нет запретов							
2	↑↑ ↓↓ +	$c^1 c^2 c^3 (1)$	1.3; 2.3	3.3	$+2/3 + 2/3$	$+2/3$	$+2$
Дел. с отобр. запрещено							
3	↑↑ ↓↓ +	$c^1 c^2 d^2 (d^3)$	1.3; 2.1	2.2 [3.2]	$+2/3 + 2/3$	$-1/3$	$+1$
Дел. без отобр. запрещено							
4	↑↑↑ ↑↑↑ ↑↑↑	$s^2 s^1 (d^3)$ $s^3 (1) s^2 u^3 (1)$	2.4	2.4; 1.2	$\left\{ \begin{array}{l} -1/3 \\ -1/3 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} -1/3 - 1/3 \\ -1/3 + 2/3 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} -1 \\ 0 \end{array} \right.$
			1.4	2.4; 3.1			
Нет запретов							
5	↑↑↑ ↑↑↑ ↑↑↑	$s^3 (1) s^1 s^2$	1.4	1.4; 2.4	$-1/3$	$-1/3 - 1/3$	-1
Дел. с отобр. запрещ.							

оны						КС N
I	I ₃	Y	Y - B	Экспериментально обнаруженные частицы		
				Стабильные частицы	Резонансы	
9	10	11	12	13	14	15
1/2	+1/2	3	+2	Ξ_c		1
1/2	-1/2	3	+2			2
0	0	4	+3	Ω_c	-	3
0	0	2	+1	Λ_c^+	-	4
1/2	-1/2	-1	-2	Ξ^0	Ξ^- - резонансы	5
1/2	+1/2	-1	-2			6
0	0	-2	-3	Ω^-	-	7

1	2	3	4	5	6	7	8	
6		$s^2 d^1 u^3(1)$	2.4	2.2; 3.1	-1/3	-1/3 + 2/3	0	
6 ^a		$b^3(2) d^1 u^3(1)$	2.4	1.2; 3.1	-1/3	-1/3 + 2/3	0	
7		$u^1 u^2 u^3(1)$	1.1; 2.1	3.1	+2/3 + 2/3	+2/3	+2	
		$u^1 u^2 d^2(d^3)$	1.1 2.1	2.2; [3.2]	+2/3 + 2/3	-1/3	+1	
		$d^2 d^1 u^3(1)$	2.2	2.2; 3.1	-1/3	-1/3 + 2/3	0	
		$d^3(1) d^2 d^1$	1.2	2.2 1.2	-1/3	-1/3 - 1/3	-1	
					Нет запретов			
					Нет запретов			
8		$c^2 u^1 u^3(1)$	1.3 2.1	3.1	+2/3 + 2/3	+2/3	+2	
		$c^1 u^2 d^2 \times$ $\times \{(d^3)\}$	1.3; 2.1	2.2; [(3.2)]	+2/3 + 2/3	-1/3	+1	
		$d^3(1) d^2 c^3(1)$	1.2	2.2; 3.3	-1/3	-1/3 + 2/3	0	
						Дел. без отобр. запрещ.		
9		$u^1 u^2 s^2(s^3)$	1.1; 2.1	2.4; [(3.4)]	+2/3 + 2/3	-1/3	+1	
						Дел. без отобр. запрещ.		
		$s^3(1) d^2 u^3(1)$	1.4	2.2; 3.1	-1/3	-1/3 + 2/3	0	
		$s^2 d^1 d^2(d^3)$	2.4	2.2; 1.2	-1/3	-1/3 - 1/3	-1	
10		$u^1 u^2 d^2(d^3)$	1.1; 2.1	2.2; [(3.2)]	+2/3 + 2/3	-1/3	+1	
						Дел. без отобр. запрещ.		
		$d^3(1) d^2 u^3(1)$	1.2	2.2; 3.1	-1/3	-1/3 + 2/3	0	
					Дел. без отобр. запрещ.			

9	10	11	12	13	14	15
0	0	0	-1	Λ^0	Λ - резонансы	8
0	0	0	-1	Λ_b	-	9
3/2	+3/2	1	0	-	Δ - резонансы	10
3/2	+1/2	1	0	-		11
3/2	-1/2	1	0	-		12
3/2	-3/2	1	0	-		13
1	1	2	+1	Σ_c	-	14
1	0	2	+1			15
1	-1	2	+1			16
1	1	0	-1	Σ^{\pm}	Σ - резонансы	17
1	0	0	-1			18
1	-1	0	-1			19
1/2	+1/2	1	0	P		20
1/2	-1/2	1	0	n	N - резонансы	21

Таблица 5.7

Изо-мультиплеты	Структурная схема	Мезо					
		Кварковая структура		Электрические заряды ($q\sqrt{a/c}$)			
		Общепринятое обозначение	Обозначение в ТФП ($NS \cdot \Delta$)		ЭЧ-к	ЭЧВ-к	КС (ЭЧ)
			ЭЧ-к	ЭЧВ-к			
1	2	3	4	5	6	7	8
1		$c^2\tilde{d}^2$ $c^1\tilde{u}^3(1)$	2.3 1.3	2.2 3.1	+2/3 +2/3	+1/3 -2/3	+1 0
Нет запретов							
2		$c^2\tilde{s}^2$	2.3	2.4	+2/3	+1/3	+1 Дел. с отобр.
3		$c^1\tilde{c}^3(1)$	1.3	3.3	+2/3	-2/3	0 Дел. без отобр.
3a		$u^1\tilde{u}^3(1)$	1.1	3.1	+2/3	-2/3	0 Дел. без отобр.
4		$d^3(1)\tilde{d}^1$	1.2	1.2	-1/3	+1/3	0 Дел. без отобр.
4a		$s^3(1)\tilde{s}^1$	1.4	1.4	-1/3	+1/3	0 Дел. без отобр.

ны				Экспериментально обнаруженные частицы		КС N
I	I ₃	Y	Y-B	Стабильные частицы	Резонансы	
				9	10	11
1/2 1/2	+1/2 -1/2	1 1	+1 +1	D_0^+	$D_{(2010)}^*$ $D_{(2420)}^*$	22 23
0 запрещено	0	2	+2	D_s^*	D_s^*	24
0 запрещено	0	0	0		η_c ; \mathcal{J}/ψ ; χ_{c0} ; χ_{c1} ; χ_{c2} ; ψ	25
0 запрещено	0	0	0	} η	$\omega(783)$; $\eta(958)$; $f_0(975)$; $\phi(1620)$; $h_1(1170)$; $f_2(1270)$; $\eta(1280)$; $f_1(1285)$;	26
0 запрещено	0	0	0		$f_0(1400)$; $f_1(1420)$; $\eta(1430)$; $f_2(1525)$; $f_1(1530)$; $f_0(1590)$;	27
0 запрещено	0	0	0		$\omega_3(1670)$; $\phi(1680)$; $f_2(1720)$; $f_2(2010)$; $f_4(2050)$; $f_2(2300)$;	28

1	2	3	4	5	6	7	8
5		$s^3(1)\tilde{u}^3(1)$ $s^2\tilde{d}^2$	1.4 2.4	3.1 2.2	$\begin{cases} -1/3 \\ -1/3 \end{cases}$	$\begin{cases} -2/3 \\ +1/3 \end{cases}$ Нет запретов	-1 0
5a		$b^3(2)\tilde{u}^3(1)$ $b^3(2)\tilde{d}^2$	2.4 2.4	3.1 2.2	$\begin{cases} -1/3 \\ -1/3 \end{cases}$	$\begin{cases} -2/3 \\ +1/3 \end{cases}$ Нет запретов	-1 0
6		$s^3(1)\tilde{c}^3(1)$	1.4	3.3	-1/3	-2/3 Дел. с отобр.	-1
6a		$b^3(2)\tilde{b}^2$	2.4	2.3	-1/3	-1/3 Дел. с отобр.	-1
7	$\begin{cases} \text{Diagram 1} \\ + \\ \text{Diagram 2} \end{cases}$	$u^1\tilde{d}^1$	1.1	1.2	+2/3	+1/3	+1
		$u^1u^3(1)$	1.1	3.1	+2/3	-2/3	0
		$\begin{cases} d^3(1)\tilde{d}^1 \\ d^3(1)\tilde{u}^3(1) \end{cases}$	1.2 1.2	1.2 3.1	-1/3 -1/3	+1/3 -2/3	0 -1
Нет запретов		Нет запретов		Нет запретов			
8		$u^2\tilde{s}^2$	2.1	2.4	+2/3	+1/3	+1
		$d^2\tilde{s}^2\tilde{s}^1$	2.2	2.4	-1/3	+1/3	0
Наведение заряда							

в один изомультиплет, должны удовлетворять таким условиям:

1. Гиперзаряд всех частиц одного изомультиплета одинаков.
2. Частицы одного изомультиплета должны иметь один аромат.
3. p -четность всех частиц одного изомультиплета должна быть одинакова.
4. Спин J должен быть также одинаков у всех элементов изомультиплета. Из табл. 5.6 и 5.7 видно, что эти условия выполняются.

К частицам, входящим в один изомультиплет, сейчас предъявляется еще и требование точного равенства масс. Согласно ТФП (см. разд. 7 и 16), масса частиц может отклоняться от среднего стационарного состояния на величину $2\alpha/\pi$ от средней массы. Поэтому у частиц, объединенных в один изомультиплет, масса может отличаться на величину $2\alpha m_{cp}/\pi$, где m_{cp} — средняя масса частиц, входящих в изомультиплет.

9	10	11	12	13	14	15
1/2 1/2	-1/2 +1/2	-1 -1	-1 -1	k^- k_s^0		29 30
1/2 1/2	-1/2 +1/2	-1 -1	-1 -1	B^0		31 32
0 запрещено	0	-2	-2	D_s^-		33
0 запрещено	0	-2	-2		$T; \chi_{b0};$ $\chi_{b1}; \chi_{b2};$ T_0	34
1 1	1 0	0 0	0 0	π^3	$a_0(980);$ $b_1(1235);$ $\pi(1300);$ $a_2(1320);$ $\rho_3(1690);$ $\rho(1700)$	35 36
1 1	0 -1	0 0	0 0	π^0 π^-		37 38
1/2 1/2	+1/2 -1/2	1 1	+1 +1	k^+ k_L^0		39 40
на ЭЧВ запрещено						

Для полученных в ТФП кварковых изомультиплетов непосредственно из их структуры и состава можно определить такие квантовые числа: $B(L)$ — барионное (лептонное) число, I — изотопический спин, I_3 — проекцию изотопического спина, Y — гиперзаряд, аромат и цвет. Барионное число получаем прямо из структурной схемы, если в кварковой структуре два кварка и участвует ФВ как временный элемент структуры, то $B = 0$, а если нечетное число кварков, то $B = 1$. Изотопический спин определяется по известной формуле $I = \frac{N-1}{2}$, где N — количество частиц в изомультиплете. Проекция изотопического спина определяется так: значение $I_3 = I$ присваивается частице с наибольшим электрическим зарядом, следующей по величине электрического заряда частице присваивается значение I_3 , на единицу меньшее предыдущего значения I_3 и т.д. Гиперзаряд Y определяется по известной формуле $Y =$

$= 2(q - I_3)$ для каждой частицы изомультиплета.

Изложение особенностей кварковой структуры в ТФП не будет полным, если не указать, почему мезонные структуры состоят из двух кварков, но при этом так же, как и кварковые структуры, состоящие из трех кварков, делают один исходный заряд ГЭЧ на три, а не на две части. Это происходит потому, что у мезонных структур фактически тоже три элемента, но третьим элементом служит не отдельная ЭЧВ, а прилегающий к ГЭЧ физический вакуум. В этом случае весь процесс преобразования целочисленного заряда у ГЭЧ в дробные заряды у кварков аналогичен тому, что происходит в десяти разрешенных барионных структурах, однако, поскольку собственно кварковую структуру образуют только два кварка, то один из них должен взять на себя ту часть заряда, которую в процессе возникновения кварковой структуры временно получил ФВ.

Это оказывается возможным, только если ЭЧВ-к в мезонной структуре будет антикварком и, следовательно, иметь заряд $-2/3$ или $+1/3$. Необходимо отметить, что указанное отличие мезонных кварковых структур от барионных ответственно за принцип Паули и связь спина со статистикой. На самом деле, мезонные кварковые структуры, образованные из кварков и антикварков, не имеют цветового поля — оно у них равно нулю, так как они образуются из кварка и антикварка. Кварковые структуры у барионов, наоборот, имеют цвет. Цветовое поле препятствует тому, чтобы в одной физической системе могли сосуществовать два тождественных кварка с одинаковыми квантовыми числами. Это связано с тем, что ФП расположено в 2ПП в тонкой струне, сканирующей по поверхности конуса (см. разд. 1–4 и ч. IV моногр.). Достаточно нарисовать структуру таких двух частиц, чтобы с очевидностью понять невозможность нахождения этих двух тождественных частиц в одном локальном пространстве. Конуса анизотропии со сканирующими по их поверхности струнами ФП не позволят двум тождественным частицам сосуществовать. Бесцветные мезонные структуры, наоборот, могут свободно размещаться в одной системе, имея одинаковые квантовые числа.

Действительно, в этом случае струны ФП взаимно гасятся и нет причин, которые бы мешали этим тождественным частицам мирно сосуществовать. Однако, согласно ТФП, концентрация мезонов не может быть бесконечно большой, так как не может быть выше концентрации ЭЧВ в окружающем частицы ФВ. Возникает вопрос, почему только две положительные ГЭЧ из разных рядов могут образовать КС с ЭЧВ по структурной схеме (2ГЭЧ + 1ЭЧВ). Разъясним это.

Внутренняя структура ГЭЧ и динамика распределения зарядов фундаментального поля внутри этой структуры показаны в табл. 5.3. Из табл. видно, что положительные ГЭЧ 1 и 2-го рядов ($\Delta = 1$ и 3) отличаются друг от друга — у положительных ГЭЧ 1-го ряда доминирует положительный заряд, ФП и У находятся на наружной орбите, а у по-

ложительной ГЭЧ 2-го ряда — на внутренней орбите. Поэтому эти две положительно заряженные ГЭЧ из разных рядов могут объединиться и создать устойчивую систему, составные части которой не будут аннигилировать. Это обеспечивается тем, что несмотря на одинаковость электрических зарядов, эти две ГЭЧ не будут стремиться оттолкнуться друг от друга, так как их будут притягивать друг к другу разноименные заряды ФП на орбитах: ГЭЧ 1-го ряда имеет на наружной орбите положительный заряд ФП, а ГЭЧ 2-го ряда — отрицательный, а на внутренней орбите — наоборот.

У всех отрицательно заряженных ГЭЧ ($NS = 1$ и 2, $\Delta = 2$ и 4) отрицательный доминирующий заряд ФП находится на внутренней орбите, все они одинаковы в этом смысле и поэтому не могут создать устойчивую структуру из двух отрицательно заряженных ГЭЧ. Не могут создать кварковую структуру положительно и отрицательно заряженные ГЭЧ вместе, так как они при этом должны аннигилировать. Это и определяет зарядовые особенности ГЭЧ, образующих кварковую структуру.

Выше при описании механизма образования частиц мы говорили, что где-то реализуется только деление, а где-то — деление с отображением заряда ГЭЧ. От чего это зависит? У барионов это происходит потому, что деление заряда без отображения возможно только в том случае, когда в кварковой структуре есть кварки трех цветов. Если же в кварковой структуре кварки имеют только две цветовые разновидности, например 1, 2, 2 или 2, 1, 1 и др. сочетания, то механизм деления обязательно дополняется отображением, которое как бы компенсирует отсутствие одного цвета (симметрия, ответственная за этот процесс, может нарушаться).

У мезонов другая особенность. Если ЭЧ-к и ЭЧВ-к одного цвета, то возможно только деление заряда, так как в этом случае достигается бесцветность, если же в кварковой структуре ЭЧ-к и ЭЧВ-к разных цветов, то на ЭЧВ-к наводится "антицвет" от затравочной ГЭЧ, а этот процесс всегда должен сопровождаться отображением электрического заряда.

Мы отмечали также, что у частиц 3-го ряда — лептонов — нет кварковой структуры. Лептоны в этом смысле являются "голыми" частицами. Эти утверждения требуют разъяснения, которое мы здесь и даем. Основой физического вакуума является протон-антипротонный (p^+p^-) вакуум. Концентрация ЭЧВ в этом виде вакуума равна $n_{w(p^+p^-)} = 1,54541 \cdot 10^{39} \text{ см}^{-3}$, в то время как концентрация ЭЧВ у ближайшего к нему электрон-позитронного (e^+e^-) вакуума равна $n_{w(e^+e^-)} = 1,73009 \cdot 10^{29} \text{ см}^{-3}$, т. е. на 10 порядков меньше. Поэтому основные свойства физического вакуума, в частности диэлектрические проницаемости вакуума, определяются параметрами протона (антипротона). Из сказанного с неизбежностью следует, что ГЭЧ у частиц 3-го ряда

хотя и могут, в принципе, образовать аналог КС — устойчивую структуру с элементарными частицами своего вакуума, — но эта структура имеет очень малую вероятность существования в течение времени τ , которое бы удовлетворяло соотношению неопределенности $m c^2 \tau \geq \hbar$.

Исключения из этого правила столь редки, что несмотря на то, что в 3-м ряду разрешенных ГЭЧ может быть около миллиона, из них только 10 состояний, согласно расчету на ЭВМ, имеют разумную вероятность быть наблюдаемыми в нашем мире (подробнее об этом см. ч. IV моногр.). Три из этих состояний уже открыты — это электрон, мюон, тау-лептон и их античастицы. Четвертое состояние с массой и зарядом позитрона, но временем жизни $1,02 \cdot 10^{-9}$ с практически тоже обнаружено в твердых телах. Однако эту частицу принято именовать "дыркой", хотя полвека, прошедшего после введения Дираком этого понятия, никем до сих пор не установлено, что такое "дырка Дирака" кроме того, что это — нечто, имеющее положительный заряд и массу позитрона. Согласно ТФП, это лептон со временем жизни $1,02 \cdot 10^{-9}$ с. Частицы 4-го ряда и последующих — вообще в нашем мире не наблюдаемы непосредственно в свободном состоянии.

Предсказанные, согласно ТФП, еще не открытые состояния лептонов, в принципе могущие быть наблюдаемыми в нашем мире, имеют параметры:

1. Масса $4655,82 m_e$, время жизни $1,08 \cdot 10^{-13}$ с.
2. Масса $2793,52 m_e$, время жизни $2,68 \cdot 10^{-13}$ с.
3. Масса $2327,95 m_e$, время жизни $3,45 \cdot 10^{-13}$ с.

Параметры тау-лептона, предсказанного в публикациях по ТФП в начале 1975 г. [7], блестяще подтвердились уже в 1982 г. (см. подробнее в ч. IV).

Таким образом, частицы 3-го ряда наблюдаемы в очень редких случаях. Кроме того, у этих частиц радиус структуры на 3 порядка больше, чем радиус у частиц 1-го ряда. Поэтому частицы 3-го ряда в сильных взаимодействиях участвовать не могут. Однако у лептонов, особенно у самой стабильной из известных частиц — электрона, существует аналог кварковой структуры в виде объединения "голого" электрона с возбужденными ЭЧВ электрон-позитронного вакуума. Но этот аналог не есть кварковая структура в том виде, в каком она описана нами здесь. Эта структурная схема требует особого разбора, и мы здесь на ней останавливаться не будем. Таковы вкратце структурные особенности лептонов.

Описываемая здесь физическая модель КС позволяет решить поставленную экспериментом загадку K_L^0 и K_S^0 мезонов. Как видно из табл. 5.7, в мультиплетах 5 (КС № 30) и 8 (КС № 40) есть две кварковые структуры $(d^2 s^2)$ и $(s^2 d^2)$, которые отличаются только тем, что в одном случае d -кварк — ЭЧ-кварк, а s — ЭЧВ-кварк, а в другом — наоборот, причем обе КС, входящие в данный изомультиплет, имеют нулевой заряд. Хотя обе структуры имеют заряд нуль, они будут обладать раз-

ными свойствами и в первую очередь — разными временами жизни. В остальном обе КС почти неразличимы. В существующих представлениях о КС они вообще неразличимы, ибо разница между ЭЧ-кварками и ЭЧВ-кварками раньше не была известна.

Кроме того, в этом изомультиплете, состоящем из двух пар частиц, нарушается одна из важнейших симметрий, что приводит к тому, что у составляющих изомультиплет пар — разный гиперзаряд. Такого нарушения нет ни в одном из 19 изомультиплетов как у барионов, так и у мезонов.

Это первое, сколько нам известно, объяснение природы нарушения CP симметрии у K_L^0 - и K_S^0 -мезонов, с которыми этот изомультиплет отождествляется.

Мы уже говорили о том, что особенности кварковой структуры барионов и мезонов определяют их статистику и ответственны за принцип Паули. Здесь мы хотим это утверждение дополнить. Основное отличие кварковой структуры барионов от структуры мезонов состоит в том, что в последнем случае элементом структуры служит физический вакуум. Легко видеть, что при участии ФВ в формировании структуры число аналогичных частиц в некотором конечном объеме может быть большим и лимитируется только концентрацией ЭЧВ, которая очень велика. Поэтому мезоны с одинаковым набором квантовых чисел могут сосуществовать в малом объеме в очень больших количествах. В то же время два тождественных бариона сосуществовать в одной физической системе не могут. Все свойства бариона однозначно определяются свойствами составляющих его кварков, а струнная структура этих кварков одна, и только одна.

Таким образом, основное отличие бозонов от фермионов определяется тем, что у бозонов элементом кварковой структуры является физический вакуум и поэтому эта структура может иметь очень большое, хотя и не бесконечно большое количество структурных аналогов с тождественными свойствами. У фермионов, наоборот, структура однозначно определяется тремя кварками, и тождественного аналога эти три кварка образовать не могут. Легко видеть, что это определяет физическое существо принципа Паули, который не разрешает фермионам иметь тождественного аналога с тем же набором квантовых чисел в одной системе. Таким образом, у фермионов и бозонов разная кварковая структура, разная внутренняя симметрия, а следовательно, и разная статистика. Изложенное здесь обоснование принципа Паули и связи статистики ЭЧ, рассматриваемых как кварковые структуры, со спином приводит к некоторому уточнению этих фундаментальных принципов современной микрофизики.

Первое уточнение состоит в том, что единой системой, где не могут, согласно принципу Паули, сосуществовать два фермиона, должна считаться любая физическая система, состоящая из фермионов, между которыми, в границах данной системы, сохраняется взаимодействие

струн фундаментального поля. Вне этой системы принцип Паули не работает, так, например, нельзя утверждать, что на Земле и на Солнце нет двух тождественных протонов с одинаковыми квантовыми числами только потому, что оба эти протона принадлежат одной солнечной системе.

Второе уточнение состоит в том, что максимальное число бозонов в единице объема не может превышать концентрацию ЭЧВ-вакуума, с которым эти бозоны взаимодействуют, и, следовательно, не может быть бесконечно большим. Современные представления позволяют допустить существование систем с бесконечно большим количеством бозонов в конечном объеме.

В заключение упомянем такие особенности кварковых структур ТФП, которые показывают, что они, в отличие от обычных кварков, имеют свойства, полностью соответствующие эксперименту.

1. Кварки в ТФП — есть элементы структуры и возникают при ее образовании, при разрушении структуры ЭЧ-кварки превращаются в ГЭЧ, а ЭЧВ-кварки — в ЭЧВ. Устойчивых состояний свободных кварков с дробным зарядом нет, что, в принципе, и соответствует эксперименту.

2. При разрушении КС их элементы могут при особых внешних условиях под влиянием внешних сил находиться некоторое время в "кварковом" состоянии. Однако это состояние, как и всякое метастабильное состояние, очень неустойчиво и недолговечно. Это полностью соответствует непроверяемым экспериментам Фербанка, которые до сих пор никто не смог объяснить [125].

3. Описанное здесь представление об ЭЧ как кварковых структурах, рассмотренных в рамках ТФП, позволяет, как мы увидим в ч. IV, не только точнее рассчитать параметры элементарных частиц, но и определить такие квантовые числа, как барионное число B , изотопический спин I и его проекцию I_3 , гиперзаряд, цвет и аромат. Кроме того, знание основных особенностей КС облегчает правильный расчет масс, зарядов, спинов и магнитных моментов ЭЧ.

6 ВЫВОДЫ

1. обстоятельно проанализировано состояние проблемы и обоснованы исходные принципы, основные понятия.

2. Осознание необходимости создания единой теории, которая охватывала бы все взаимодействия в веществе, произошло сравнительно недавно. Многие годы подавляющее большинство физиков не соглашалось с Эйнштейном, который последние десятилетия своей жизни отстаивал необходимость создания единой теории всех взаимодействий материи, именно материи, полагая, что единая теория будет

охватывать все сущее. На самом деле, как будет ясно из всего содержания данной книги, речь идет не о всей материи, а о единой теории вещества, т. е. такой материальной субстанции, которая обладает массой как мерой инерции. Современная теория вещества опирается на квантовые теории и теории относительности — ОТО и СТО. В основе представления о структуре материи лежит понятие о квантовой лестнице. Ступени квантовой лестницы таковы: 1-я — молекулярная кристаллическая ступень, 2-я — атомная, 3-я — ядерная и 4-я — субъядерная. Предполагалось, что этим исчерпывается все вещество. В работе показано, что это неправомечно. Замкнутая единая теория может быть построена только в том случае, если будут учтены и другие более глубокие ступени в структуре вещества, а именно: виртуальное состояние, которое постулировано, используется, но не объясняется; физический вакуум, который введен в физику, но сущность которого не раскрыта; основной кирпичик Мироздания, названный фундаментоном, и единство этого кирпичика Мироздания со всей Вселенной.

3. Рассмотрена новая парадигма, названная Парадигмой для жизнеспособных и развивающихся систем (ПЖиРС). Эта парадигма рассматривается как методологическая и математическая основа построения Единой теории поля — ТФП. Указывается, что ПЖиРС является или, точнее, может являться основой более общих теорий, которые охватывают не только вещество, но и другие формы материи. В данной книге эта парадигма используется как основа ТФП.

4. Показано, что современная математика не может рассматриваться только как средство анализа уже найденных, сформулированных и обоснованных физических принципов теории и закономерностей. Оказывается, что современная математика обладает и эвристической ценностью. Она может быть не только средством анализа, но и основой развития самих принципов и законов физической теории. Эти огромные эвристические возможности математики не только серьезно не использовались ранее, но, более того, не признавались.

Математика как эвристическое средство новейших исследований в естествознании в рамках этой работы, конечно, подробно не рассматривается. Сравнительно малый объем работы не позволяет даже обстоятельно раскрыть всю структуру тех разделов современной математики, которые могут рассматриваться как фундамент эвристической возможности формирования основ теории, поэтому здесь даются основные выводы современной математики, которые входят в стержень эвристического подхода математического обоснования основ теории. Эти конспективные формулировки названы определениями-резюме (ОР). Перечисляются основные ОР, дается их расшифровка со ссылкой на соответствующую литературу, чтобы читатель мог подробно ознакомиться с теми разделами современной математики, которые рассматриваются как основа эвристики построения теории.

5. В биологии существует очень важное по нашему мнению, даже

фундаментальное понятие, которое именуется метаморфоз. Фактически это частный случай метаморфоза — временной метаморфоз. Например, бабочка до превращения в эту живую сущность проходит эволюционный период жизни в виде куколки, а до этого — в виде гусеницы. Все три живых объекта являются законченным, самостоятельно существующим живым объектом. Оказывается, что природа не ограничивается использованием временного метаморфоза, т. е. превращения самостоятельно живущего объекта в разные виды во времени. В природе реализуется не только временной, но и пространственный метаморфоз. Пространственный метаморфоз — это существование одного и того же объекта объективно в одно и то же время, но в разных пространствах, т. е. один и тот же объект может быть в одном пространстве одним, а в другом пространстве — совершенно другим объектом по своим структурным и жизненным характеристикам, обычное евклидово пространство не может реализовать пространственный метаморфоз. В трехмерном евклидовом пространстве, при непрерывно текущем в одну сторону времени, пространственный метаморфоз невозможен. Природа для реализации пространственного метаморфоза использует расслоенные и многомерные пространства. Расслоенные и многомерные пространства рассматриваются в книге не как абстрактные математические объекты, удобные для формализации тех или иных законов и представлений, а как реально существующие в природе сущности. Расслоенные и многомерные пространства не абстракция, а реальность. Без учета этого фундаментального принципа, реализованного окружающей нас природой, построение завершенной замкнутой единой теории вещества невозможно, так как основные объекты вещества существуют в расслоенных пространствах и, естественно, не могут описываться в простейших пространствах, которые мы считали и считаем неправомерно как единственные реальности природы.

6. Парадигма для жизнеспособных и развивающихся систем требует, чтобы единая замкнутая структура всех структурных особенностей кирпичиков вещества описывалась соответствующей диаграммой пространства-времени, которая бы удовлетворяла требованиям замкнутости и коммутативности. Если основные структурные виды того или иного самостоятельного объекта вещества не могут образовывать в разных подпространствах замкнутой системы, удовлетворяющей условиям коммутативности, то такие системы не могут самостоятельно существовать и тем более претендовать на жизнеспособность.

7. Показано, что в основе построения вещества лежит скалярное поле, имеющее свои истоки-заряды. Это скалярное поле образует основные натяжения — силы в мире вещества, — объединяя всю Вселенную с ее основными элементами — центрами Вселенной, зарядами фундаментального поля. Поскольку каждый элемент, являющийся основополагающим в веществе, является центром этой Вселенной, то Вселенная является замкнутым геометрическим объектом, каждая точка которого

является центром этого объекта. Таким объектом является замкнутая трехмерная сфера S^3 .

Найдено основное уравнение скалярной составляющей фундаментального поля. Оказалось, что из этого уравнения следуют такие исключительные свойства скалярного поля, которые не были присущи ни одному полю, ранее рассматриваемому в физике.

Скалярная составляющая ФП создает во всей Вселенной не нулевой и не бесконечный, а конечный заряд. Особенно интересно и показательно то, что если проинтегрировать плотность заряда, созданного фундаментальным во всей Вселенной, то оказывается, что интеграл, суммирующий этот заряд, не только конечен, а точно равен постоянной (именуемой зарядом), которая входит в уравнение скалярной составляющей поля. Кроме того, плотность заряда скалярной составляющей фундаментального поля является конечной во всем пространстве от центра заряда до любой точки пространства.

8. Показано, что в ТФП пространство-время-вещество объединены в Закон триединства (ЗТ). Уравнение общей теории относительности, которое связывает пространство-время с веществом (у Эйнштейна — с материей), на самом деле является не локальным законом, определяющим гравитационное взаимодействие, а единым законом триединства для всех пространств, в которых одновременно существует данный объект. То есть, существует ковариантная связь пространства-времени и вещества во всех подпространствах, в которых в соответствии с пространственным метаморфозом одновременно существует объект микромира как в базе, так и в слое, так и во всем объемлющем слой и базу пространстве.

9. В ТФП показано, что физический вакуум является материальной субстанцией, которая состоит из элементарных частиц вакуума — ЭЧВ. ЭЧВ представляет собой объединение частицы и античастицы, сосуществующее в слое объемлющего пространства, базой которого является лабораторное пространство. В этом пространстве мы наблюдаем микромир. В нашем пространстве элементарные частицы не имеют структуры, они точечные. В то же время, согласно пространственному метаморфозу, элементарная частица одновременно существует в слое, где имеет явную структуру. Мы эту структуру не можем наблюдать, но можем наблюдать результаты взаимодействия частиц со структурой в другом подпространстве (слое). Поэтому, и только поэтому, мы в одних экспериментах не наблюдаем структуру частиц, они точечные, а в других экспериментах, наблюдая результат взаимодействия между частицами, убеждаемся в том, что они имеют структуру, ибо они взаимодействуют на самом деле в пространстве, в котором таковая есть. Концентрация ЭЧВ очень велика: у электрон-позитронного вакуума она имеет порядок 10^{29} частиц в 1см^3 , у протон-антипротонного — на 10 порядков больше. Понятно, что элементарные частицы в физическом вакууме существовать без взаимодействия с ним не могут. Поэтому

изолированных — "голых" элементарных частиц (ГЭЧ) — быть не может, ГЭЧ обязательно должны присоединить к себе какие-то ЭЧВ. Чисто голыми элементарными частицами являются только сами ЭЧВ, поэтому они и не наблюдаются в нашем лабораторном пространстве, в котором их нет. В то же время, когда ГЭЧ объединены с ЭЧВ, возникает структура ГЭЧ + ЭЧВ, которая и является тем, что сейчас называют кварковой структурой элементарных частиц. То есть, согласно ТФП, кварковая структура — это есть объединение определенным образом возбужденных ГЭЧ и ЭЧВ. Вот эти элементы возбужденных ГЭЧ и ЭЧВ, которые образовали кварковую структуру (КС), и являются кварками. Построенная на этом принципе теория кварков не только совпадает с экспериментом и с основными идеями существующей теории кварков, но объясняет природу этих элементов у элементарных частиц — кварков. Выясняется, почему у кварков дробный заряд и почему они имеют некое силовое поле, которое произвольно и, по существу, неправильно назвали "цвет". Выясняется, чем отличается один вид кварков от других, т. е. природа того свойства кварков, которое тоже неправомерно назвали "аромат". Теория кварков и следствие из нее излагается в последнем подразделе I-й части книги.

II ЧАСТЬ

ОСНОВНЫЕ УРАВНЕНИЯ ТЕОРИИ И ИХ РЕШЕНИЯ

7 ЗАКОН ТРИЕДИНСТВА ПРОСТРАНСТВА-ВРЕМЕНИ И ВЕЩЕСТВА

Перепишем основное уравнение триединства (см. уравнение 5.53)

$$R_{\mu\nu}^{(j)} - \frac{1}{2} g_{\mu\nu}^{(j)} (R_{(j)} - 2\Lambda_{(j)}) = \frac{8\pi\gamma_{(j)}}{c^4} T_{\mu\nu}^{(j)} \quad (7.1)$$

Известно, что существует много решений уравнений такого типа даже в рамках ОТО. Выше мы уже рассматривали часть этих решений и здесь будем существенно опираться как на рассмотренную там структуру решений уравнений типа (7.1), так и, особенно, на кардинально новую интерпретацию математической сущности этих решений. Этот новый подход связан с использованием пространственного метаморфоза, являющегося краеугольным камнем нашей методологической основы ПЖиРС. В рамках этого подхода все решения (7.1) следует рассматривать как реализующиеся только в расслоенных пространствах, ибо, согласно нашей интерпретации "псевдогеометрии" (в том числе и псевдоевклидова геометрия Минковского и псевдориманова геометрия), потому, и только потому, имеют разнозначную сигнатуру, что положительные члены квадрата, например, простейшего интервала

$$ds^2 = g_{00}c^2 dt^2 - g_{11} dr^2 - g_{22} d\theta^2 - g_{33} d\varphi^2 \quad (7.2)$$

относятся к действительной базе расслоения, отрицательные — к слою, находящемуся в мнимой области, а весь интервал геометрически расположен в объемлющем пространстве, которое является комплексным.

Более того, объекты ТФП, в соответствии с принципом пространственного метаморфоза, существуют в нулевом подпространстве, где проявляется скалярная составляющая ФП, и во втором и третьем подпространствах, где заряды, распределенные в нулевом подпространстве во всем пространстве, концентрируются в точках, которые обязательно движутся с определенными скоростями. Поэтому, и только поэтому, мы вправе говорить о скорости движения даже в статических условиях нулевого подпространства. Поэтому, и только поэтому, точечные бес-

структурные заряды, наблюдаемые непосредственно в первом (лабораторном) подпространстве, проявляют в нем, тем не менее, такие, связанные с пространственной структурой свойства, как спин, магнитный момент, масса и т. п. Эти характеристики проявляются в лабораторном подпространстве, но образуются и рассчитываются в других структурных элементах расслоенного пространства.

Мы напомним все это читателю, для того чтобы проводимый ниже расчет основных параметров всех видов взаимодействия, в которых может участвовать ЭЧ, был понятен читателю, который при ознакомлении с этими расчетами восстановит в памяти ранее изложенные в монографии сведения.

Решаем уравнения ЭТ для условия

$$\frac{dE}{dg_{00}} = 0, \quad (7.3)$$

кроме того, считаем, что

$$g_{00} = 1 - \frac{2r_\gamma}{r}, \quad g_{33} = r^2; \quad (7.4)$$

$$r_\gamma = \frac{2\gamma m_\gamma}{c^2} \quad (m_\gamma - \text{масса, создающая поле}).$$

Из уравнений Шредингера и Гамильтона-Якоби непосредственно следует:

$$E^2 = \left[\frac{M^2}{r_\gamma^2} (1 - g_{00})^2 + m^2 c^2 + g_{00} \left(\frac{\partial s_2}{\partial r} \right)^2 \right] g_{00} c^2. \quad (7.5)$$

Налагая на (7.5) условие (7.3), имеем

$$\frac{M^2}{r_\gamma^2} (g_{00} - 1) (3g_{00} - 1) + m^2 c^2 + \frac{dA m(g_{00})}{dg_{00}} (1 + g_{00})^2 g_{00} + 2As(g_{00})g_{00} + \frac{dAs(g_{00})}{dg_{00}} g_{00} = 0. \quad (7.6)$$

Если

$$\frac{M^2}{r_\gamma^2} = \text{const} \quad (7.7)$$

и орбита устойчива, т. е.

$$dr = 0, \quad (7.8)$$

то в (7.6) последние 3 члена равны нулю и остается только

$$\frac{M^2}{r_\gamma^2} (g_{00} - 1) (3g_{00} - 1) + m^2 c^2 = 0. \quad (7.9)$$

Так как $(g_{00} - 1) (3g_{00} - 1) = (1 - g_{00}) (1 - 3g_{00})$, то

$$\frac{M^2}{r_\gamma^2} (1 - g_{00}) (1 - 3g_{00}) + m^2 c^2 = 0, \quad (7.10)$$

откуда

$$M^2 = \frac{m^2 c^2 r_\gamma^2}{(1 - g_{00}) (1 - 3g_{00})}, \quad (7.11)$$

с учетом (7.4)

$$M^2 = - \frac{m^2 \cdot 4\gamma^2 m_\gamma^2}{c^2 (1 - g_{00}) (1 - 3g_{00})} \quad (7.12)$$

или

$$M = \frac{i m_\gamma m \cdot 2\gamma}{c (1 - g_{00})^{1/2} (1 - 3g_{00})^{1/2}}, \quad (7.13)$$

считая, что $m_\gamma = (m_+) + (m_-)$ и что это соответствует продольной части наблюдаемой массы m , т. е. что

$$m_\gamma = \frac{m_0}{(1 - \beta^2)^{3/2}} f(\beta) = \frac{m}{(1 - \beta^2)} f(\beta), \quad (7.14)$$

где

$$f(\beta) = \frac{a_g (1 - g_{00}) (1 - 3g_{00})}{R_\Phi^3 \epsilon_\Phi^{3/2}}. \quad (7.15)$$

Здесь и далее все обозначения – согласно принятым в ч. IV, специально посвященной расчету параметров ЭЧ. По физическому смыслу должно выполняться равенство

$$\frac{\gamma m_p^2}{r^2} = \frac{\alpha \hbar c}{r^2}, \quad (7.16)$$

где γ и α – константы эквивалентных "гравитационных" и полевых взаимодействий ФП. Из (7.16)

$$\alpha = \frac{\gamma m_p^2}{\hbar c}, \quad (7.17)$$

тогда, например для протона имеем

$$\alpha_p = \frac{\pi(1 - \beta_1^2)_p K_\Phi^{1/2} \epsilon_\Phi^{3/2}}{a_{gp}(1 - g_{00})_p^{1/2} (1 - 3g_{00})_p^{1/2}} = 7,29\ 735\ 256\ 0 \cdot 10^{-3}; \quad (7.18)$$

$$\gamma(\text{эл}) = \gamma_p = \frac{\pi \hbar c (1 - \beta_1^2)_p k \Phi^{1/2} \epsilon_\Phi^{3/2}}{m_p^2 a_{gp} (1 - g_{00})_p^{1/2} (1 - 3g_{00})_p^{1/2}} = 8,24\ 643\ 757\ 4 \cdot 10^{28} \quad (7.19)$$

Это константа "сильной гравитации" для электромагнитных взаимодействий протона.

Для любой i -й частицы "сильная гравитация", эквивалентная электромагнитным взаимодействиям, определяется так:

$$\gamma_{эл} = \frac{s_p^2 (1 - \beta_2^2)_i \pi \hbar c k \Phi^{1/2} \epsilon_\Phi^{3/2} (1 - \beta_1^2)_i}{s_i^2 (1 - \beta_1^2)_i K_N m_i^2 a_{gi} (1 - g_{00})_i^{1/2} (1 - 3g_{00})_i^{1/2}} = \text{const}, \quad (7.20)$$

где K_N - некий нормализующий множитель порядка единицы. Численное значение $\gamma_{эл}$ поддается определению для всех ЭЧ!

Например, $\gamma_{эл}$ для электрона, у которого $(1 - \beta_1^2)_e = 6,33\ 346\ 557\ 0 \cdot 10^{-10}$, $m_e^2 = 8,29\ 809\ 999\ 6 \cdot 10^{-55}$ (см. ч. IV), $\gamma_{эл} =$

$$= \frac{\pi \cdot 3,16\ 153\ 0263 \cdot 10^{-17} \times 6,33\ 346\ 5571\ 0 \cdot 10^{-10} \times 1,00\ 000\ 054\ 9}{8,29\ 809\ 999\ 6 \cdot 10^{-55} K_N} = \frac{6,29\ 056\ 716\ 2 \cdot 10^{-29}}{K_N} = \frac{7,58\ 073\ 193\ 3 \cdot 10^{28}}{K_N}, \quad \text{что меньше}$$

$8,24\ 643\ 757\ 4 \cdot 10^{28}$ у протона в $1,08\ 781\ 548\ 3$ раз, если считать K_N равным единице.

Но для электрона

$$K_N = \frac{8s_p^2(1 - \beta_2^2)_p}{9s_e^2(1 - \beta_1^2)_p} = (1,08\ 767\ 838\ 4)^{-1}, \quad (7.21)$$

и тогда у электрона и протона

$$\gamma_{эл/e} = \gamma_{эл/p} = 8,24\ 643\ 757 \cdot 10^{28}.$$

Итак, для любой ЭЧ

$$\alpha = \frac{\pi(1 - \beta_1^2)_K \Phi^{1/2} \epsilon_\Phi^{3/2}}{a_g(1 - g_{00})^{1/2} (1 - 3g_{00})^{1/2}}, \quad (7.22)$$

$$\gamma = \frac{\pi(1 - \beta_1^2)_K \Phi^{1/2} \epsilon_\Phi^{3/2} \hbar c}{a_g(1 - g_{00})^{1/2} (1 - 3g_{00})^{1/2} m^2} = \frac{\alpha \hbar c}{m^2} \quad (7.23)$$

Мы намеренно не написали у α и γ индекс "эл", так как (7.22) и (7.23) носят универсальный характер для всех видов взаимодействий в веществе.

Итак, в 2ПП фундаментальное поле создает электромагнитное взаимодействие, характеризуемое (7.22) и (7.23).

В 3ПП (7.22) с учетом того, что

$$g_{00}^{(3)} = (|\beta_1^{(3)}|^2 + |\beta_2^{(3)}|^2 - 1), \quad (7.24)$$

$$\beta_1^{(3)} = n_{1p}\beta_{1p}; \quad \beta_2^{(3)} = n_{2p}\beta_{2p},$$

получаем для $\alpha^{(3)}$

$$\alpha^{(3)} = \frac{\pi \left(1 - \frac{1}{n_1^2 \beta_1^2}\right)_p k \Phi^{1/2} \epsilon_\Phi^{3/2}}{\left(3^{1/2} \left(1 + \frac{n_2^2 \beta_2^2}{n_1^2 \beta_1^2}\right)_p \left(1 - \frac{1}{\left(1 + \frac{n_2^2 \beta_2^2}{n_1^2 \beta_1^2}\right) n_1^2 \beta_1^2}\right)^{1/2} \left(1 - \frac{1}{\left(1 + \frac{n_2^2 \beta_1^2}{n_1^2 \beta_1^2}\right) 3n_L^2 \beta_L^2}\right)^{1/2}\right) a_g} \quad (7.25)$$

По физическому смыслу для третьего подпространства

$$a_g^{(3)} = \left| \frac{R_2^{(3)}(1 - \beta_2^2)^{3/2}}{R_1^{(3)}(1 - \beta_1^2)^{3/2}} \frac{a_{gp}^{1/2}}{\epsilon_{2p}^{3/2}} \right|^2 \frac{(1 - \beta_1^2)^{3/2} \epsilon_{1p}^{1/2}}{(1 - \beta_2^2)^{3/2} \epsilon_{1p}}, \quad (7.26)$$

где а) первый член - полный аналог $a_{gp}^{1/2} = \frac{R_2(1 - \beta_2^2)^{3/2}}{R_1(1 - \beta_1^2)^{3/2}}$

$$= \frac{\beta_2 n_2 (1 - \beta_2^2)^{3/2}}{\beta_1 n_1 (1 - \beta_1^2)^{3/2}} = \frac{\beta_2 K_g}{\beta_1 K_x} = \frac{\beta_2 K_y}{\beta_1 K_x};$$

б) второй член $\frac{a_{gp}^{1/2}}{\epsilon_{2p}^{3/2}}$ - есть множитель перехода из 3ПП в расчетное

подпространство ($3 \rightarrow 1$);

в) $\frac{(1 - \beta_1^2)^{3/2}}{(1 - \beta_2^2)^{3/2}}$ - дополнительный множитель при отображении;

г) $\frac{\epsilon_{1p}^{1/2}}{\epsilon_{1p}}$ - множитель, учитывающий диэлектрическую проницаемость

физического вакуума.

С учетом (7.24) уравнению (7.25) удобно придать и такой вид:

$$\alpha^{(3)} = \frac{\pi (|\beta_1^{(3)}|^2 - 1) K_{\Phi} \epsilon_{\Phi}^2}{a_g^{(3)} (|\beta_1^{(3)}|^2 + |\beta_2^{(3)}|^2 - 1)^{1/2} (3|\beta_1^{(3)}| + 3|\beta_1^{(3)}|^2 - 1)^{1/2}}, \quad (7.27)$$

где

$$a_g^{(3)} = \left| \frac{R_2^{(3)} (1 - \beta_2^2)^{3/2}}{R_1^{(3)} (1 - \beta_1^2)^{3/2}} \right|^2 \frac{(1 - \beta_1^2)^{3/2} \epsilon_{2p}^{1/2}}{(1 + \beta_2^2)^{3/2} \epsilon_{1p} K_{\Phi p} \epsilon_{\Phi}^{1/2}}; \quad (7.28)$$

$$\frac{R_2^{(3)}}{R_1^{(3)}} = \frac{m_1^{(3)} \epsilon_{gp}^{1/2}}{m_2^{(3)} \epsilon_{2p}^{3/2}} = \sqrt{\frac{8}{9}} \frac{a_{gp}^{1/2}}{\epsilon_{2p}^{3/2}}. \quad (7.29)$$

и тогда, подставляя соответствующие численные значения, получим

$$\alpha^{(3)} = 1,00\ 000\ 000\ 3,$$

т. е. $\alpha^{(3)}$ равно единице с точностью нашего расчета, и поскольку

$$\gamma^{(3)} = \alpha^{(3)} \frac{\hbar c}{|m^{(3)}|^2}, \quad (7.30)$$

то

$$\gamma^{(3)} = \frac{\hbar c}{|m^{(3)}|^2}. \quad (7.31)$$

Таким образом, константы сильного и сверхсильного взаимодействий нами найдены.

Для нахождения соответствующих констант слабого взаимодействия учтем, что между константами полевого взаимодействия в ЗПП и в расчетном ПП (в этом ПП и происходит слабое взаимодействие) существует такая связь:

$$\alpha_{сл} = \alpha^{(3)} \frac{(1 - \beta_1^2)_p}{(|\beta_1^{(3)}|^2 - 1)^{3/2}}, \quad (7.32)$$

а так как $\alpha^{(3)} = 1$, то

$$\alpha_{сл} = \frac{(1 - \beta_1^2)_p}{(|\beta_1^{(3)}|^2 - 1)^{3/2}}. \quad (7.32a)$$

Учитывая, что сильное (сверхсильное) и слабое взаимодействия обеспечиваются струной ФП, вдоль струны величина поля, следовательно, и взаимодействия меняются линейно, то с учетом того, что в третьем ПП масштаб длины отличается в $\pi(1 - \beta_2^2)^{3/2}$ раз, получим, что радиус слабого взаимодействия

$$R_{сл} = \frac{\alpha^{(3)} \pi (1 - \beta_2^2)^{3/2}}{\alpha_{сл}} R^{(3)}, \quad (7.33)$$

и так как $R^{(3)} = 1,29\ 437 \cdot 10^{-33}$ см., то $R_{сл} = 1,96\ 740 \cdot 10^{-16}$ см. Это очень хорошо соответствует известным из эксперимента представлениям о радиусе действия сил слабого взаимодействия.

Поскольку и для слабого взаимодействия справедлива формула

$$\gamma_{сл} = \alpha_{сл} \frac{\hbar c}{m_p^2}, \quad (7.34)$$

то мы легко находим и для него значение $\gamma_{сл} \equiv \gamma^{(2 \rightarrow 1)}$.

Таким образом, существуют три константы полевого взаимодействия:

- 1) сильного (сверхсильного) — $s \alpha^{(3)} = 1$;
- 2) электромагнитного — $s \alpha^{(2)} = 7,29\ 732\ 066 \cdot 10^{-3}$;
- 3) слабого — $s \alpha^{(2 \rightarrow 1)} = 1,62\ 165\ 447 \cdot 10^{-14}$, — и соответствующие им константы "сильной гравитации":

- 1) сильного (сверхсильного) взаимодействия — $\gamma^{(3)} = 6,67\ 167\ 175 \cdot 10^{-8}$ см³/г · с;
- 2) электромагнитного — $s \gamma^{(2)} = 8,24\ 643\ 757 \cdot 10^{28}$ см³/г · с;
- 3) слабого взаимодействия — $\gamma^{(2 \rightarrow 1)} = 1,83\ 256\ 493 \cdot 10^{17}$ см³/г · с;
- 4) макроскопического гравитационного взаимодействия — $\gamma^{(1)} = 6,67\ 244\ 446 \cdot 10^{-8}$ см³/г · с.

В ТФП впервые получен результат, согласно которому константы гравитационного взаимодействия в самых глубинных областях микромира и в макромире очень близки, почти равны, но равны не точно. Чрезвычайно важным является результат расчета этих констант, который приводит к тому, что

$$\frac{\gamma^{(1)}}{\gamma^{(3)}} = 1,00\ 011\ 582. \quad (7.38)$$

и в то же время

$$\left(\frac{\epsilon_{1p}}{\epsilon_{2p}} \right)^{1/2} = 1,00\ 011\ 583. \quad (7.39)$$

Таким образом, константы гравитационного взаимодействия в третьем и первом подпространствах различаются на отношение корней квадратных из диэлектрических проницаемостей физического вакуума для наружного (ϵ_{2p}) и внутреннего (ϵ_{1p}) круговых токов структуры протона в ПП (2 → 1).

8 ВОЗНИКНОВЕНИЕ СПИНОРНЫХ И ВЕКТОРНЫХ ПОЛЕЙ В ТФП

Известно [144], что Дирак получил спинорное уравнение поля из уравнения скалярного поля Клейна-Гордона путем факторизации оператора $(\square - m^2)^{\chi 1}$.

Таким образом [3],

$$(\square - m^2) \equiv \left(i\gamma^k \frac{\partial}{\partial x^k} + m \right) \left(i\gamma^n \frac{\partial}{\partial x^n} - m \right). \quad (8.2)$$

Для получения из скалярного уравнения ТФП спинорного уравнения поступаем следующим образом. Для спектра разрешенных значений постоянной R в (5.34) правая его часть равна нулю на поверхностях сфер S^2_i , на которых R принимает спектр дискретных значений $R = |R|_1; |R|_2; \dots |R|_n$.

Эти сферы являются границами многообразий, для которых верно (5.34), следовательно, у этого спектра значений R на соответствующих S^2 выполняется условие

$$\Delta\varphi + R^{-2}\varphi = 0 \quad (R = \hbar/mc \rightarrow 1/m, \text{ если } \hbar = c = 1). \quad (8.4)$$

Однако для оператора $\Delta + R^{-2}$ применить способ Дирака (8.2) нельзя, так как оператор, не зависящий от времени, не допускает факторизации типа (8.2). Вводим время и заменяем (5.34) на

$$\square\varphi + \varphi R^{-2} = q \frac{\varphi}{r^2} \left(\frac{R^2}{r^2} - 2 \frac{R}{r} + \frac{r^2}{R^2} \right) \quad (8.5)$$

(правая часть, как не зависящая от времени, сохраняется). Легко убедиться в том, что в этом случае для спектра на этих поверхностях факторизация Дирака (8.2) допустима, однако далеко не для всех возможных решений (8.5), а только для тех, которые удовлетворяют условию

$$\frac{\partial}{\partial x_0} \psi = -i(\gamma_0)^{-1} [m\varphi_{\text{ФП}} + m\psi - i\gamma^k \frac{\partial}{\partial x^k} \psi], \quad (8.6)$$

где $\psi = \varphi - \varphi_{\text{ФП}}$ — потенциал, являющийся решением (8.5);

^{х)} Здесь обозначения — согласно [3].

$$\varphi_{\text{ФП}4} = \begin{pmatrix} \varphi_0 \text{ ФП} \\ \varphi_1 \text{ ФП} \\ \varphi_2 \text{ ФП} \\ \varphi_3 \text{ ФП} \end{pmatrix} - \text{четырёхкомпонентная функция потенциала ФП.} \quad (8.7)$$

И, следовательно, из (8.5) и (8.2) имеем два спинорных уравнения:

$$\left(i\gamma^n \frac{\partial}{\partial x^n} - R^{-1} \right) \psi(x) = 0; \quad (8.8)$$

$$\left(i\gamma^k \frac{\partial}{\partial x^k} + R^{-1} \right) \psi(x) = 0, \quad (8.9)$$

которые справедливы только для указанных поверхностей S^2 .

При соответствующем выборе матриц γ^n (8.8) становится обычным уравнением Дирака [3], а (8.9) при переопределении ψ -функции становится сопряженным первому спинорным дираковским уравнением. Если же ψ -функцию не переопределять, то (8.9) становится уравнением Дирака для частиц с отрицательной массой. Эти оба результата и соответствуют структуре ГЭЧ в ТФП. Более того, уравнениям (8.5)–(8.9) удовлетворяет только структура частиц, описанная в этой работе.

Таким образом, спинорные уравнения, впервые открытые Дираком, являются уравнениями структуры и динамики этой структуры для истоков — зарядов соответствующего поля. Первая работа, свидетельствующая о том, что уравнение Дирака характеризует какую-то структуру, принадлежит Э. Шредингеру, который открыл, что у частиц Дирака есть какое-то внутреннее движение, которое он назвал Zitterbewegung.

Самое любопытное состоит в том, что если у частицы в целом импульс равен нулю, то собственные значения операторов частоты и амплитуды внутреннего движения соответственно равны

$$v = \frac{2mc^2}{h} \quad \text{и} \quad A = \frac{h}{2mc}, \quad (8.10)$$

а линейная скорость этого движения точно равна скорости света c .

Это "дрожательное" движение каких-то внутренних элементов у частиц Дирака принципиально нельзя устранить в рамках самой дираковской теории, что в 1973 г. доказано в [141] и в диссертации, защищенной тем же автором. Однако предубеждение оказалось сильнее, а [141] и аналогичные работы некоторых других авторов были просто напросто проигнорированы. Следует отметить, что сам Дирак всегда считал внутреннее движение обязательным свойством частиц, описываемых его уравнением, и относил физическую природу спина частиц к этому движению [144]. Но и с его мнением не считались.

В ТФП этой затяннувшейся на многие годы дискуссии о внутреннем движении у частиц, описываемых спинорными уравнениями типа уравнения Дирака, положен конец. Трудности, возникшие при рассмотрении внутреннего "дрожательного" движения у элементов структурных спи-

норных частиц, преодолеваются в ТФП тем, что это движение происходит в слоях объемлющего пространства микромира, которые расположены в мнимых областях этого пространства, если базу расслоения – лабораторное пространство – считать находящимся в действительной области (подробнее об этом смотрите в предыдущих разделах).

Процедура перехода от свободных спинорных к векторным уравнениям сейчас хорошо отработана, так же обстоятельно отработан математический аппарат для перехода к взаимодействующим полям (см. [13, 27]). Обратим только внимание читателя на большие дополнительные возможности метода отображений. Проиллюстрируем это примером.

Скалярная составляющая ФП характеризуется нелинейным потенциалом

$$\varphi = \frac{q}{r} e^{-R/r} [1 - (1 - e^{-R/r})]. \quad (8.11)$$

При определенных условиях этот потенциал при отображении может потерять нелинейность и превратиться в обычный линейный кулонов потенциал. Приведем пример такого способа отображения скалярного потенциала ФП на кулонов потенциал. Наиболее наглядный вид имеет такая цепочка отображений:

$$\frac{q}{r} e^{-R/r} \rightarrow q \frac{e^{-R/ir}}{ir} \rightarrow q \frac{e^{+iR/ir}}{ir} \rightarrow \left(\frac{q}{ir} e^{iR/ir} \right) e^{-iR/ir} \equiv \frac{q}{ir}. \quad (8.12)$$

Здесь применено отображение, при котором используется калибровочный сдвиг на величину $e^{(\mp) iR/ir}$. Можно получить и такое отображение:

$$\frac{q}{r} \rightarrow \frac{q}{ir} \rightarrow \frac{q}{ir} e^{-iR/ir} \equiv \frac{q}{ir} e^{+R/ir}. \quad (8.13)$$

Здесь уместно отметить, что скалярная составляющая фундаментального поля ФП (5.34) и (8.11) имеет две важные особенности. Во-первых, ЗТ (4.36) приводит для квадрата интервала

$$dS^2 = e^{-R/r} c^2 dt^2 - r^2 (\sin^2 \theta d\varphi^2 + d\theta^2) - e^{R/r} dr^2, \quad (8.14)$$

причем

$$g_{00} = e^{-R/r} \simeq \left(1 - \frac{R}{r} \right). \quad (8.15)$$

В этом случае уравнение триединства решается точно, и для смешанных составляющих T_k^i имеем

$$T_0^0 = T_1^1 = - \frac{c^4}{8\pi\gamma r^2} \left[e^{-R/r} \left(1 + \frac{R}{r} \right) + 1 \right]; \quad (8.16)$$

$$T_2^2 = T_3^3 = - \frac{c^4 R^2}{16\pi\gamma r^4} e^{-R/r}. \quad (8.17)$$

Во-вторых, при положительном знаке в правой части (5.5) имеем

$$\square \varphi = \frac{\varphi}{r^2} \left[\left(1 - \frac{R}{r} \right)^2 - 1 \right]. \quad (8.18)$$

Это уравнение для потенциала (4.50) можно представить в виде $\square \varphi - u'(\varphi) = 0$, (8.19)

где u – функция φ , удовлетворяющая условию

$$u'(\varphi) = \frac{\varphi}{r^2} \left[\left(1 - \frac{R}{r} \right)^2 - 1 \right]. \quad (8.20)$$

В этом случае без каких-либо дополнительных предположений и допущений для нелинейной функции потенциала $u(\varphi)$ имеем все важные особенности уравнений Хиггса, включая знаменитый "эффект Хиггса".

Действительно, из (5.22) для $u(\varphi)$ получаем такую зависимость u от φ , при которой обеспечиваются два минимума, а следовательно и эффект Хиггса. В ТФП для этой цели не надо искусственно вводить подгоночный потенциал. Эффект Хиггса имеет место для основного потенциала ФП.

Таким образом, в ТФП появление массы в 1ПП, в то время как она равна нулю в 2ПП, есть, так же как и в других современных калибровочных теориях, следствие эффекта Хиггса.

В заключение необходимо отметить следующее.

1. Скалярное статическое во времени поле, существующее в ОПП, отображается на другие подпространства только при включении времени, образуя там обязательно движущиеся структуры, связанные с векторными полями.

2. Все возникающие в других подпространствах структуры являются спинорными объектами и имеют в нормальном состоянии спин 1/2. Особых спинорных полей нет. Есть спинорные структуры, возникающие при факторизации уравнений статических скалярных полей.

3. Центры симметрий структур являются геометрическим местом отображения поля – зарядом этого поля. Место расположения заряда у статической составляющей и векторной составляющей ФП не совпадает – происходит комплексный сдвиг. Так, заряды скалярной составляющей расположены в центре клеток ОПП, а заряды возникших при отображении и включении времени векторных полей – на границе окрестности особой точки, где находится заряд скалярной составляющей, движущейся по траектории, расположенной на этих границах.

4. В отличие от скалярных полей, обладающих сферической симметрией, векторные поля имеют осевую симметрию.

9 КВАНТОВЫЕ И РЕЛЯТИВИСТСКИЕ СВОЙСТВА СТРУКТУР ВЕЩЕСТВА

Рассмотрим вначале, как возникают солитонные структуры в ТФП. Можно показать, что структура субчастиц на окружностях вводится в ТФП естественным образом, если использовать групповой подход в описании подпространств и понятие группы Ли с памятью. Однако

этот подход не позволяет эффективно описывать динамику таких объектов. Для описания динамики необходимо привлекать редуцированные на окружность динамические уравнения поля, которые в этом случае оказываются нелинейными. Недавно [40] появились методы точного решения некоторого класса нелинейных задач, которые показывают, что в достаточно широком классе таких уравнений возникают солитонно-подобные решения. В связи с этим мы также исследуем солитонную структуру решений на окружностях, образующих субструктуру частиц в ТФП. При этом мы покажем, что движущиеся по окружностям субчастицы можно рассматривать как солитонноподобные сгустки плотности заряда, регулярно расположенные на окружности и движущиеся с постоянной угловой скоростью. Большинство изученных в [40] солитонов есть одномерные солитоны, заданные на \mathbb{R}^1 . Введем способ перехода от многообразия R к многообразию $U(1)$, изоморфному окружности. Для этого мы воспользуемся следующим отображением, являющимся гомеоморфизмом групп:

$$f: \mathbb{R} \rightarrow U(1);$$

$$f(x) = e^{2\pi i x} \in U(1). \quad (9.1)$$

С помощью отображения (9.1) можно любой функции, заданной на $U(1)$, поставить в соответствие функцию, заданную на \mathbb{R} . Обратное неверно: для того чтобы функцию $f: \mathbb{R} \rightarrow x$ с помощью (9.1) можно было распространить на $U(1)$, необходимо (и достаточно), чтобы f была периодической функцией с периодом, равным единице: $f(x) = f(x+1)$ для всех $x \in \mathbb{R}$.

Дифференциальные уравнения, заданные на \mathbb{R} , могут быть перенесены на $U(1)$, если зависимость этих уравнений от $x \in \mathbb{R}$ (если таковая существует) также имеет периодический характер.

Наиболее изученным уравнением, имеющим солитонное решение, является уравнение Кортевега де Вриза (КДВ):

$$\dot{y} + V_0 \left(y + \frac{3}{4h} y^2 + \frac{h^2}{6} y'' \right)' = 0. \quad (9.2)$$

Как мы видим, в это уравнение не входят члены, зависящие от x . Поэтому с помощью гомеоморфизма (9.1) его можно распространить на $U(1)$. В дальнейшем мы для изучения модели будем считать, что плотность заряда на окружности подчиняется этому уравнению. Такое допущение, как мы сейчас увидим, не снижает точности дальнейших расчетов.

Как известно, уравнение (9.2) на \mathbb{R} имеет точное солитонное решение вида

$$y(t, x) = y_0 / ch^2 \left(\frac{x - vt}{e} \right), \quad (9.3)$$

$$\text{где } v = v_0 \left[1 + \frac{y_0}{2h} \right]; \quad e = \sqrt{\frac{4h^3}{3y_0}}.$$

Для того, чтобы решение (9.2) можно было распространить на окружность, необходимо, чтобы оно было периодическим. Решение (9.3), очевидно, не является периодическим. Тем не менее, можно применить такой приближенный подход. Введем в рассмотрение следующую функцию:

$$y_\infty^N(t, x) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} y \left(t, x - \frac{n}{N} \right), \quad N \in \mathbb{N}, \quad (9.4)$$

где N — положительное целое число; y определяется по формуле (9.4). Нетрудно убедиться, что этот ряд сходится для всех t, x . Далее, если ширина солитона (9.3) много меньше $1/N$, то (9.4) является приближенным решением (9.2). При этом график функции (9.4) при фиксированном t имеет вид бесконечной последовательности пиков, расположенных на расстоянии $1/N$ друг от друга.

Условие, при котором (9.4) можно считать приближенным решением (9.2), выглядит следующим образом:

$$e = \sqrt{\frac{4h^3}{3y_0}} \ll \frac{1}{N}. \quad (9.5)$$

В этом нетрудно убедиться путем непосредственной оценки погрешности. Ясно также, что решение (9.4) является периодическим по x с периодом, равным $1/N$, т. е. 1 также является периодом.

Действительно,

$$y_\infty^N(t, x + 1/N) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} y \left(t, x - \frac{n}{N} + \frac{1}{N} \right) = \sum_{n'=-\infty}^{\infty} y \left(t, x - \frac{n'}{N} \right) = y_\infty^N(t, x). \quad (9.6)$$

Выполнение этого условия означает, что решение (9.4) можно корректно перенести на окружность $U(1)$ с помощью отображения (9.1). Если теперь для удобства сделать замену $\theta = 2\pi x$, то функция (9.4) на окружности переписывается в виде

$$y_\infty(t, \theta) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} y \left(t, \frac{\theta}{2\pi} - \frac{n}{N} \right). \quad (9.7)$$

Ясно, что на участке $0 \leq \theta \leq 2\pi$ имеется ровно N "пиков" функции (9.7). Причем из условия (9.5) следует, что это острые, узкие пики, они движутся по окружности с постоянной угловой скоростью

$$\omega = 2\pi v = 2\pi v_0 \left(1 + \frac{y_0}{2h} \right). \quad (9.8)$$

Эффективная ширина одного "пика" вычисляется по формуле

$$\theta_{\text{ш}} = e \cdot 2\pi = \sqrt{\frac{4h^3}{3y_0}} \cdot 2\pi, \quad (9.10)$$

учитывая условие (9.5), имеем

$$\theta_{\text{ш}} \ll \frac{2\pi}{N}. \quad (9.11)$$

Если, как это указывалось ранее, интерпретировать функцию на окружности как плотность заряда, то мы получим N регулярно расположенных по окружности "сгустков" зарядов, которые можно в силу условия (9.11) рассматривать как точечные частицы, движущиеся по окружности с постоянной угловой скоростью, определяемой (9.8).

Таким образом, на основе солитонного подхода может быть описана динамика субчастиц в ТФП. Отметим также, что здесь применен приближенный способ получения периодических (по x) солитоноподобных решений уравнения (9.2).

Еще в [19] мы отмечали, что уравнение де Бройля обязательно имеет связь с некоторым волновым процессом

$$v = u - \lambda \frac{du}{d\lambda}, \quad (9.12)$$

в котором между фазовой u и групповой v скоростями имеется связь $uv = c^2$ (9.13)

Из этих уравнений следует, что

$$\frac{\lambda}{(c^2/v^2 - 1)^{1/2}} = \text{const.} \quad (9.14)$$

Если групповая скорость v совпадает со скоростью частицы, масса которой m , то, полагая постоянную в (9.14) равной \hbar/m_0c , имеем уравнение де Бройля

$$\lambda = \frac{\hbar}{mv}. \quad (9.15)$$

В [33] показано, что движение относительно стоячей волны вызывает своеобразный волновой процесс, формально адекватный дисперсии. Оказалось, что эта "псевдодисперсия" приводит к уравнению де Бройля в пределе, когда она очень мала. При необходимости учесть эту дисперсию в правой части (9.15) появляется некий коэффициент. В ТФП явление псевдодисперсии трактуется как результат движения частиц в ФВ относительно стоячих волн, образовавшихся при взаимном гашении излучения зарядами ФП, движущимися на "внутренней" и "внешней" окружностях структуры ГЭЧ в 2ПП/7, 14, 33, 34/.

Важно подчеркнуть, что квантовые процессы, наблюдаемые в 1ПП, возникают потому, и только потому, что их существование обеспечивается процессами, проходящими в других подпространствах (слоях), где, как это ни парадоксально звучит, движение может быть квазиклассическим — с малым квантом действия или даже классическим (см. рис. 18.1).

Оказывается, что физическая природа всех основных уравнений квантовой механики связана так или иначе с процессами взаимодействия тел с физическим вакуумом или через посредство ФВ. Это особенно ясно видно при выводе уравнения Шредингера.

Уравнение Шредингера можно выводить по-разному. Мы приведем наиболее простой вывод этого уравнения.

Уравнение Шредингера является уравнением устойчивости частиц, описываемых в 1ПП. Напишем уравнение устойчивости (для действия s) в таком виде:

$$\Delta s = 0. \quad (9.16)$$

Для мгновенного значения энергии E этой устойчивой системы в нерелятивистском приближении из уравнения Гамильтона-Якоби имеем

$$E = T + U = \frac{p^2}{2m} + U(x, y, z) \equiv \frac{1}{2m} \left[\left(\frac{\partial s}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial s}{\partial y} \right)^2 + \left(\frac{\partial s}{\partial z} \right)^2 \right] + U, \quad (9.17)$$

где T и U — соответственно кинетическая и потенциальная энергии, а составляющие вектора \vec{p} рассматриваются как частные производные от s по координатам.

Поскольку свойства ЭЧ в 1ПП определяются в 2ПП, где и находится скрытая от нас структура частицы, то мы должны искать решение уравнения в виде, в котором есть некоторая функция состояния ψ , определяемая в минимом по отношению к 1ПП втором подпространстве, т. е. ищем решение в виде $s = iA \ln \psi(x, y, z)$. (9.18)

Здесь константа A связывает импульс частицы $|\vec{p}|$ с длиной свободного пробега частиц в ФВ и определяется ниже.

Образуя частные производные по координатам

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 s}{\partial x^2} &= iA \left[\frac{1}{\psi} \frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + \frac{1}{A^2} \left(\frac{\partial s}{\partial x} \right)^2 \right]; \\ \frac{\partial^2 s}{\partial y^2} &= iA \left[\frac{1}{\psi} \frac{\partial^2 \psi}{\partial y^2} + \frac{1}{A^2} \left(\frac{\partial s}{\partial y} \right)^2 \right]; \\ \frac{\partial^2 s}{\partial z^2} &= iA \left[\frac{1}{\psi} \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} + \frac{1}{A^2} \left(\frac{\partial s}{\partial z} \right)^2 \right] \end{aligned} \quad (9.19)$$

и подставляя их в (9.16), имеем

$$\frac{1}{\psi} \left(\frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} \right) + \frac{1}{A} \left[\left(\frac{\partial s}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial s}{\partial y} \right)^2 + \left(\frac{\partial s}{\partial z} \right)^2 \right] = 0, \quad (9.20)$$

а так как согласно (9.17)

$$\left(\frac{\partial s}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial s}{\partial y} \right)^2 + \left(\frac{\partial s}{\partial z} \right)^2 = 2m(E - U), \quad (9.21)$$

то из (9.20) и (9.21) имеем окончательно

$$\Delta \psi + \frac{2m}{A} (E - U) \psi = 0,$$

это и есть уравнение Шредингера, если $A = \hbar$. Докажем это.

Константа $A_1 = 2\pi A$ в ТФП по определению есть произведение импульса внутреннего движения элементов структуры у частицы на длину свободного пробега ее субчастиц в ФВ, т. е.

$$\lambda_{св} p = A_1, \quad (9.22)$$

если $n_W = (n_{2p} n_{1p})^{1/2}$ — концентрация частиц основного протон-антипротонного вакуума, то легко видеть, что должно иметь место равенство

$$\lambda_{св} = \left(\frac{\pi}{n_W} \right)^{1/3}. \quad (9.23)$$

В ТФП

$$n_W = \frac{1}{8\pi^2 R_p^3}, \quad (9.24)$$

и тогда для длины свободного пробега имеем

$$\lambda_{св} = 2\pi R_p, \quad (9.25)$$

где R_p — эффективный наружный радиус движения субчастиц у ЭЧВ протон-антипротонного вакуума, определяемый равенством

$$R_p = \frac{\hbar}{p} \left(\frac{\beta_L \beta_2}{\epsilon_{2p}} \frac{\beta_L \beta_1}{\epsilon_{1p}} \right)^{1/2}, \quad (9.26)$$

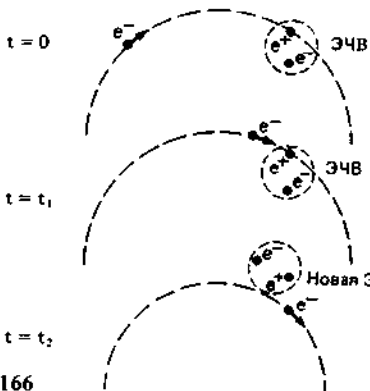
где $\beta_L, \beta_1, \beta_2$ — линейные скорости центра инерции субчастиц и самих субчастиц в единицах c ; ϵ_{1p} и ϵ_{2p} — диэлектрические проницаемости ФВ для протона, а \hbar — постоянная Планка.

Из (9.22), (9.25) и (9.26) имеем

$$A_1 \cong 2\pi\hbar \left(\frac{\beta_L \beta_2}{\epsilon_{2p}} \frac{\beta_L \beta_1}{\epsilon_{1p}} \right)^{1/2}. \quad (9.27)$$

Так как для протона имеет место точная зависимость

$$\left(\frac{\beta_L \beta_1}{\epsilon_{1p}} \frac{\beta_L \beta_2}{\epsilon_{2p}} \right) = 1, \quad (9.28)$$



то для константы A_1 получаем окончательно

$$A_1 = 2\pi\hbar \text{ и } A = \hbar.$$

Таким образом, постоянная A есть постоянная Планка, как и должно быть. И, следовательно, мы доказали здесь, что эта мировая константа

Рис. 9.1. Условная схема процесса рождения и уничтожения электрона в атоме во втором подпространстве (этот процесс ответствен за квантовые свойства электронных оболочек)

имеет смысл произведения длины свободного пробега субчастиц у протона в физическом вакууме на их импульс.

В ТФП квантовые и релятивистские свойства вещества проявляются чрезвычайно широко, мы говорили о них и ранее; здесь мы ограничились только разбором тех квантовых свойств частиц, которые вышли за рамки других разделов этой работы (рис. 9.1).

10 ТЕОРЕМА НЕТТЕР В ТФП

Для действия в любой теории мы можем записать

$$s = \int L(\varphi^a(x); \varphi^a_{,l}(x); (x^k)) dx, \quad (10.1)$$

где $\varphi^k, \varphi^a_{,l}$ — соответственно значения полей и их производных по координате. Интеграл в (10.1) обычно берется по некоторой области нерасслоенного пространства. В ТФП (10.1) — это частный случай для $RcD_{\mathcal{Z}}$, где $D_{\mathcal{Z}}$ — некоторая область объемлющего пространства, следовательно, вместо (10.1), надо написать

$$s_{\mathcal{Z}} = \int_{D_{\mathcal{Z}}} L(\varphi(x_{(\mathcal{Z})}); \varphi^a_{,l}(x_{(\mathcal{Z})})) dx_{(\mathcal{Z})}, \quad (10.2)$$

где \mathcal{Z} — индекс подпространства; $x^k_{(\mathcal{Z})}$ — координата в этом подпространстве; φ_a — поле подпространства; $\varphi^a_{,l}$ — производная по $x^l_{(\mathcal{Z})}$.

Рассмотрим теорему Неттер в этом случае. А именно, каждому непрерывно зависящему от одного параметра преобразованию, оставляющему инвариантным действие $s_{\mathcal{Z}}$ в подпространстве с индексом \mathcal{Z} , соответствует закон сохранения.

Теорема Неттер в нынешнем ее виде является частным случаем вышеизложенной теоремы для одного подпространства, которое нами непосредственно наблюдаемо. Именно поэтому некоторые законы сохранения в современных теориях носят приближенный характер, они лишь являются отображением законов сохранения в других подпространствах на наше лабораторное пространство, поэтому, допускаются их нарушения.

Сделаем обычные преобразования координат и функций поля

$$\begin{aligned} x^k_{(\mathcal{Z})} &\rightarrow x^{1k}_{(\mathcal{Z})} = x^k_{(\mathcal{Z})} + \delta x^k_{(\mathcal{Z})}; \\ \varphi^a &\rightarrow \varphi^{1a}(x_{(\mathcal{Z})}) = \varphi^a(x_{(\mathcal{Z})}) + \delta \varphi^a(x_{(\mathcal{Z})}). \end{aligned} \quad (10.3)$$

В достаточно малой окрестности любой точки пространства эти преобразования можно сделать линейными

$$\begin{aligned} \delta x^k_{(\mathcal{Z})} &= \Lambda^k_{\alpha} G^{\alpha}_{(\mathcal{Z})}; \\ \delta \varphi^a &= \alpha^{ab}_{\alpha} \varphi^b(x_{(\mathcal{Z})}) G^{\alpha}_{(\mathcal{Z})}, \end{aligned} \quad (10.4)$$

где Λ_{α}^i — матрица Лоренцева преобразования с постоянными коэффициентами. $G_{(z)}^{\alpha}$ — параметры групп преобразований в данном ПП. Вариация от s примет вид

$$\delta s_z = \int \frac{d}{dx^k(z)} (N_{\alpha}^k(x) G_{(z)}^{\alpha} dx(z)), \quad (10.5)$$

где

$$N_{\alpha}^k = L_{(x)} \Lambda_{\alpha}^k - \frac{\partial L}{\partial x^a} \varphi_{ij}^a \Lambda_a^j + \frac{\partial L}{\partial \varphi_k^a} D_{\alpha}^{ab} \varphi^b. \quad (10.6)$$

Легко видеть, что

$$\frac{dN_{\alpha}^k}{dx^k(z)} = 0, \quad (10.7)$$

и, следовательно, теорема Неттер в дифференциальной форме выполняется и в нашем случае, так как в (10.5) не входят $G_{(z)}^{\alpha}$ — различные z для разных подпространств. Кроме того, следует иметь в виду, что (10.5) и (10.6) не допускают перехода из одного ПП в другое, ибо это процесс дискретного отображения, который не может быть представлен в дифференциальной форме.

Возникает вопрос, имеет ли это место и для того, что происходит в базе нашего расслоения? Легко видеть, что это будет зависеть от структуры расслоения, поэтому дифференциальные законы сохранения должны выполняться в каждом ПП, но могут быть нарушенными при рассмотрении этих же процессов в базе нашего расслоения.

Рассмотрим ситуацию с интегральными законами сохранения:

$$N_{\alpha}(\delta) = \int N_{\alpha}^k(x) dx_k, \quad (10.8)$$

где δ — для любого подпространства, в частности, для временной координаты

$$N_{\alpha}(t) = \int N_{\alpha}^0(x) dx, \quad (10.9)$$

$t = x_0$

и

$$\frac{dN_{\alpha}(t)}{dx} = 0, \quad (10.10)$$

т. е. интегральные законы сохранения, связанные с симметрией времени, в частности закон сохранения энергии, выполняются в каждом ПП и при переходе из одного ПП в другое, однако в тех случаях, когда

симметрия не сводится к симметриям, определяемым временной координатой, и в N_{α} входят величины $G_{(z)}^{\alpha}$, которые меняются при переходе из одного ПП в другие, имеет место

$$N_{\alpha}^{(z)}(x) = \int_{\delta} N_{\alpha}^k(x(z)) dx(z), \quad (10.11)$$

и, следовательно, если процесс протекает в одном подпространстве, то по-прежнему

$$\frac{dN_{\alpha}^{(z)}(x)}{dx(z)} = 0$$

и теорема Неттер для интегральных законов сохранения выполняется.

При отображении явлений на базу, которая "склеена" со слоями только единичными элементами групп $G_{(z)}$, теряется большая часть информации об особенностях симметрии данной группы — законы сохранения, верные для слоев и требуемые теоремой Неттер, как правило, не выполняются в базе.

Таким образом, в расслоенном пространстве ТФП интегральные законы сохранения, связанные с симметриями временных координат, могут соблюдаться одновременно во всех ПП. Что касается базы расслоения, т. е. 1ПП, то законы сохранения, выполняющиеся в нем, как правило, не распространяются на другие ПП, и наоборот, законы других ПП не распространяются на 1ПП — базу.

Следует также иметь в виду, что 3Г допускает замену матрицы Λ_{α}^i на более общую $\Lambda_{\alpha(z)}^i$, которая только в 1ПП совпадает с Λ_{α}^i . В этом случае появляются дополнительные особенности теоремы Неттер в ТФП.

Из изложенных здесь особенностей теоремы Неттер в ТФП видно, что теория требует соблюдения всех законов сохранения в каждом данном ПП и допускает нарушения законов, справедливых в одном ПП при наблюдении процесса в другом. В этом, согласно ТФП, основная причина существования нарушения законов сохранения Р-четности при слабом взаимодействии нарушения некоторых законов сохранения у виртуальных состояний и т. п.

РЕЗЮМЕ

1. В разд. 7 даются все основные уравнения закона триединства и впервые показывается, что решение этих уравнений, как верно предсказывал еще в свое время А. Салам, характеризует то, что он назвал "сильной гравитацией", т. е. речь идет о том, что все виды взаимодействия — сильное, электромагнитное, слабое и гравитационное — имеют своим аналогом, по крайней мере формально, гравитационное взаимодействие со своей константой этого взаимодействия. В разделе получены

константы полевого взаимодействия и константы универсальной гравитации. Мы употребляем слово "универсальной", так как считаем, что оно полнее и точнее определяет сущность гравитации, в отличие от термина "сильная гравитация". Универсальная гравитация — это, по сути дела, универсальное взаимодействие всех форм вещества, определяемое через массу. Этому универсальному взаимодействию соответствует в каждом частном проявлении этого взаимодействия своя константа гравитации. В разделе рассчитаны и приведены все константы полевых взаимодействий и универсальной гравитации.

2. В разд. 8 показывается, как из скалярного поля возникают спинорные и векторные поля. Возникают они из естественных математических, при этом становится ясным физический и математический смысл спинорного уравнения Дирака. Показывается, что эффект Хиггса — естественное следствие уравнений теории.

3. В разд. 9 показывается возникновение квантовых и релятивистских свойств вещества и связь этих свойств с солитонными структурами, которые создает фундамент во втором подпространстве.

4. В разд. 10 излагается содержание теоремы Неттер в ТФП. В ТФП теорема Неттер должна рассматриваться иначе, нежели в других теориях в связи с тем, что в ТФП показана необходимость применения расслоенных пространств ко всем жизнеспособным и способным к развитию системам. Современная теорема Неттер написана для одного пространства, в расслоенном пространстве она должна быть уточнена. Уточнение сводится к тому, что в обычном виде теорема полностью применима к каждому подпространству в отдельности, а в процессе передачи информации из данного пространства в другое могут нарушаться некоторые симметрии и, следовательно, законы сохранения. Поэтому природа, нарушение некоторых симметрий и нарушение определенных законов сохранения, порождены тем, что реальное пространство является расслоенным.

III ЧАСТЬ

ОСОБЕННОСТИ ДВИЖЕНИЯ И ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЧАСТИЦ И ИХ СТРУКТУРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

11 ГРАВИТАЦИОННОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ

1. Закон всемирного тяготения, открытый еще Ньютоном, хорошо соответствует экспериментальным данным для слабых гравитационных полей. Общая теория относительности (ОТО) А. Эйнштейна раздвинула возможности теории тяготения в область сильных полей и определила существование связи между гравитационным взаимодействием и свойствами пространственно-временного континуума, однако указанная связь в рамках ОТО оказалась далеко не до конца выясненной, о чем свидетельствовал, в частности, тот факт, что в ОТО константа гравитации вводится постулативно и принципиально не может быть вычислена теоретически.

Новый шаг в направлении познания природы гравитации сделан в рамках новой единой релятивистской теории фундаментального поля (ТФП). В [48–52] показано, что новая теория гравитации, будем для краткости именовать ее "вакуумной теорией гравитации" (ВТГ), позволила впервые вычислить теоретически численное значение постоянной гравитации и связать ее с другими мировыми константами. В данной работе излагаются основные идеи новой ВТГ и рассматриваются некоторые следствия из нее.

2. Гравитация в ТФП, в отличие от ОТО, рассматривается не как проявление индивидуального взаимодействия между телами, связанного с тем, что их масса изменяет метрику пространства, а представляет собой результат изменения характера взаимодействия данной частицы с вакуумом вследствие влияния на это взаимодействие другого тела.

Выясним, как действует на частицы окружающий их вакуум и как отражается на этот процесс появление третьего или третьих тел.

Физические основы вакуумной теории гравитации таковы. Поскольку вакуум является однородным пространством и плотность материи в нем постоянна, для него уравнение (7.1) приобретает вид

$$R_{ik}^{(W)} = A_W g_{ik}^{(W)}, \quad (11.1)$$

где A_W — постоянная величина, имеющая размерность обратного квадрата длины. Таким образом, в вакууме тензор энергии-импульса T_{ik} только постоянным множителем отличается от метрического тензора, т. е.

$$A_W g_{ik}^{(W)} = \frac{8\pi\gamma_W}{c^4} T_{ik}^{(W)}. \quad (11.2)$$

Легко показать, что

$$T_{00}^{(W)} = \frac{m_W c^2 e^{-R_n/r}}{8\pi^2 R_n^2}, \quad (11.3)$$

где m_W — масса двух античастиц, входящих в ЭЧВ; R_n — радиус сферы Шварцшильда для ЭЧВ n -го вакуума; $r = |\vec{r}|$ — абсолютное значение радиуса-вектора, проведенного от базиса до рассматриваемой точки пространства.

Понятно, что константа A_W , входящая в уравнения (11.1) и (11.2), может быть только $(\pi R_n^2)^{-1}$, т. е. $A_W = (\pi R_n^2)^{-1}$, а так как

$$R_n = \frac{m_W \gamma_W}{c^2}, \quad (11.4)$$

то из (11.2) и (11.3) имеем

$$g_{00}^{(W)} = e^{-R_n/r}. \quad (11.5)$$

Вакуум оказывает всестороннее давление на любую ЭЧ и ЭЧВ. Это давление при наличии только свободного вакуума вокруг частицы действует на каждую частицу с инвариантной для всех частиц силой.

$$F_W = \frac{e_W^2}{r_{\text{ед}}^2}, \quad (11.6)$$

где $e_W \equiv \sqrt{\frac{\alpha \hbar c}{\epsilon_W}}$ — элементарный заряд; ϵ_W — диэлектрическая постоянная вакуума ($\epsilon_W = 0,997445$); $r_{\text{ед}}$ — единичный радиус. Сила F_W не является результатом электромагнитных взаимодействий и поэтому проявляется как между заряженными, так и между нейтральными частицами, численное равенство $e_W^2 = \frac{e_{\text{ед}}^2}{\epsilon_W}$ ответственно за инвариантность наблюдаемого электрического заряда $e_{\text{ед}}$. Зависимость в ТФП $e_W^2 \equiv \frac{\alpha \hbar c}{\epsilon_W}$ трактуется как физический инвариант вакуума, который

является не только квадратом разности фундаментальных зарядов, но представляет собой сохраняющуюся величину, которую правильнее называть "моментом элементарной энергии", т. е.

$$e_W^2 = E_0 r_{\text{ед}}, \quad (11.7)$$

что, в свою очередь, следует рассматривать так:

$$E_0 = F_W r_{\text{ед}} \quad \text{и} \quad e_W^2 = F_W r_{\text{ед}}^2, \quad (11.8)$$

иначе: F_W — элементарная сила, которая на единице длины $r_{\text{ед}}$ совершает работу, равную E . Если на расстоянии r от частицы окажется другая частица, то она будет экранировать собой ту часть вакуума, которая находится "за ней" и расположена в телесном угле θ . Поскольку сила F_W действует в телесном угле, равном 2π , за вычетом заэкранированного конуса, то понятно, что между двумя частицами возникает сила притяжения, равная

$$F_g = F_W \frac{\theta}{2\pi}. \quad (11.9)$$

Эти силы — и есть силы гравитации. Следовательно, должно выполняться условие

$$F_g = G \frac{m_1 m_2}{r^2} \equiv F_W \frac{\theta}{2\pi}. \quad (11.10)$$

Угловой размер "экрана" при взаимодействии двух частиц зависит как от расстояния и параметров ЭЧВ, так и от масс обеих взаимодействующих частиц. Телесный угол, под которым две частицы с массами m_1 и m_2 экранируют взаимно часть силы F_W , зависит от масс взаимодействующих частиц и параметров вакуума следующим образом:

$$\theta = \frac{(R_1^{(2)} - R_2^{(2)})^2}{r^2} a_g \frac{m_1 m_2}{m_W^2}, \quad (11.11)$$

где $(R_1^{(2)} - R_2^{(2)})$ — разность радиусов, на которых осциллируют субчастицы у ЭЧВ протон-антипротонного вакуума; m_W — суммарная масса двух античастиц, составляющих протон-антипротонный вакуум, т. е. равная двум массам протона (антипротона); a_g — метрический коэффициент протон-антипротонного вакуума, $a_g = 1,000888$ (см. разд. 16). В (11.11) учтены только параметры протон-антипротонного вакуума по следующей причине. Концентрация ЭЧВ любого вида вакуума определяется простой зависимостью

$$n_W = \frac{1}{8\pi^2 R_n^3}, \quad (11.12)$$

для протон-антипротонного вакуума она равна $1,5454 \cdot 10^{39} \text{ см}^{-3}$, а у ближайшего к нему электрон-позитронного вакуума концентрация на десять порядков меньше. Так же резко убывает концентрация у других видов вакуума, поэтому основной вклад в общее свойство вакуума вносит протон-антипротонный (первый вакуум в табл. 5.1, С. 62), что и учтено в (11.11). Влияние других видов вакуума существенно только при резонансных явлениях в нем. Гравитация является усредненным эффектом и не связана с резонансными явлениями в вакууме. Из (11.10), учитывая (11.11), имеем

$$G = a_g \frac{F_W (R_1^{(2)} - R_2^{(2)})^2_p}{2\pi m_W^2} \quad (11.13)$$

Элементарная сила F_W определяется через параметры вакуума так:

$$F_W = \frac{9}{8\pi^2} \frac{\alpha \hbar c}{(R_1^{(2)} - R_2^{(2)})^2_p} (\lambda_p R_\infty)^4, \quad (11.14)$$

где $\lambda_p = \frac{2\hbar}{2\pi m_W c}$ — комптоновская длина волны протона; R_∞ — универсальная константа Ридберга для бесконечно большой массы.

$$G = a_g \frac{9}{8} \left(\frac{\lambda_p^2 R_\infty^2 e}{\pi m_W} \right)^2 \quad (11.15)$$

Эта формула для константы гравитации была приведена нами без вывода ее и доказательства того, что она носит универсальный характер и применима к любой элементарной частице. Учитывая новые экспериментальные значения мировых констант [5], мы получим из (11.15) такое численное значение для постоянной гравитации:

$$G = 6,67139(20) \cdot 10^{-8} \text{ см}^3/\text{г} \cdot \text{с}^2,$$

что по-прежнему хорошо соответствует экспериментально определенному значению [5]

$$G = 6,6720(41) = 6,6761 - 6,6679 \cdot 10^{-8} \text{ см}^3/\text{г} \cdot \text{с}^2$$

и более чем на порядок превышает его по точности.

Полученный результат характеризуется следующим:

1. Теоретическое значение G можно рассматривать как прогноз при получении ее новых экспериментальных значений.

2. Установлена точно выраженная связь между константой гравитации и другими мировыми константами, чего не дает ни одна из "устоявшихся" физических теорий.

Неоднократно отмечалось, что численные значения и взаимная согласованность мировых констант имеют не только фундаментальное

значение для современной науки, но и могут привести при неожиданном обнаружении их новых взаимных связей к пересмотру принципов, на которых основываются наши представления о физической картине закономерностей в явлениях природы. Поэтому есть основания считать, что найденный впервые способ теоретического расчета G свидетельствует о серьезных возможностях как излагаемой здесь новой теории гравитации, так и ТФП, на которой она базируется.

3. Необходимо обратить внимание на такую особенность ВТГ: гравитационные силы возникают только в результате экранировки натяжений вакуума, которые всегда действуют на любую частицу, однако при скоплении в малом объеме очень большого числа частиц может возникнуть "вытеснение" некоторой части ЭЧВ и в связи с этим ослабление сил натяжения вакуума.

Отсюда следует такой вывод: если концентрация частиц в данном конечном объеме близка к концентрации ЭЧВ, то силы гравитационного взаимодействия между ними могут очень сильно снизиться. Так, при концентрации частиц в центре звезд до величин, близких к 10^{39} см^{-3} , соответствующих концентрации самого плотного протон-антипротонного вакуума, силы гравитационного взаимодействия существенным образом снизятся. Снижение гравитационных сил приведет к дефекту массы и выделению энергии. Это один из основных источников внутренней энергии звезд и планет.

Концентрация частиц порядка 10^{39} см^{-3} соответствует нейтронным звездам. Отсюда следует вывод, что дальнейшее сжатие этих звезд, по-видимому, либо невозможно, либо потребует для своего обоснования привлечения новых представлений о структуре частиц, выходящих за рамки ТФП. Таким образом, мы приходим к выводу о невозможности образования в макромасштабе "черных дыр". Этот процесс — ведущее явление в микро-, а не в макромире.

Указанное обстоятельство должно учитываться и при построении различных вариантов космологических гипотез об образовании всей наблюдаемой Вселенной из некоего очень малого, много меньше, чем 10^{-33} см , объема, в котором скопится материя невероятно большой плотности. Подобные явления происходить не могут.

4. Широко известно, что с помощью ОТО, рассматриваемой как теория гравитации, при определенных предположениях можно прийти к гипотезе о расширяющейся Вселенной, которая, по крайней мере качественно, объясняет метagalacticкое красное смещение и послужила стимулом для построения ряда интересных космологических гипотез, поэтому представляется важным выяснить, какими возможностями обладает ВТГ применительно к упомянутым космологическим проблемам.

В этой связи следует отметить, во-первых, что уравнение для вакуума (11.1) допускает, практически при тех же предположениях, что и в ОТО, нестационарные решения, свидетельствующие о расширении

(или сжатии) Вселенной, наполненной физическим вакуумом. Однако ВТГ допускает расширение (или сжатие) Вселенной, но не требует его, поэтому представляет интерес выяснить, не следуют ли из новой теории гравитации и дополнительные возможности.

5. Оказалось, что ВТГ предсказывает существование нового явления, которое должно проявляться в вакууме. Это явление, вероятно, уместно назвать "гравитационным трением", которое должно сопровождать процесс распространения фотонов в вакууме. Для того, чтобы понять сущность этого явления, надо напомнить читателю представление об образовании фотонов, которое сформулировано в ТФП [1].

Согласно ТФП, распространение света рассматривается как перемещение в вакууме процесса возбуждения элементарных частиц вакуума (ЭЧВ), а рождение каждого фотона — как элементарный акт возбуждения ЭЧВ. В ТФП, как уже упоминалось, невозбужденные ЭЧВ в макромире не наблюдаемы — они находятся в "черной дыре". Когда ЭЧВ возбудилась, то появляется пара виртуальных античастиц, которая и воспринимается как фотон, если эта пара не находится под постоянно поддерживающим ее возбуждение полем, а подвергается воздействию знакопеременного или импульсного поля. В этих последних случаях процесс возбуждения будет распространяться от одной ЭЧВ к другой, что будет восприниматься как распространение света. Таким образом, распространение света сопровождается процессом последовательного возбуждения частиц вакуума — образованием и уничтожением фотонов при сохранении их числа в свободном вакууме. Этот процесс приводит к невосполнимой потере при каждом акте возбуждения ЭЧВ очень малой, но конечной энергии на преодоление гравитационных сил.

Такое гравитационное трение, сопровождающее процесс распространения света в вакууме, поддается в ТФП расчету. Если начальная энергия фотона $h\nu_0$, а потеря энергии на гравитационное трение за одну секунду E , то по истечении времени t энергия фотона ослабнет и станет равной

$$h\nu = h\nu_0 - \int_0^t E dt, \quad (11.16)$$

откуда

$$\frac{\lambda}{\lambda_0} = 1 + \frac{\int_0^t E dt}{h\nu}. \quad (11.17)$$

Если обозначить $E_1 = \frac{E}{\nu}$, где E_1 — энергия, потерянная фотоном за один период, то получим окончательно

$$\frac{\lambda}{\lambda_0} = 1 + \frac{\int_0^s E_1 ds}{hc}. \quad (11.18)$$

Если считать, как это обычно делается, что метagalактическое красное смещение обязано своим существованием только эффекту Допплера, то для изменения длины волны от λ_0 до λ получим

$$v = H_0 s; \quad \frac{\lambda}{\lambda_0} = 1 + \frac{H_0}{c} s, \quad (11.19)$$

где v — скорость движения источника света; s — расстояние до него; H_0 — константа Хаббла; c — скорость света.

Легко видеть, что выражения (11.18) и (11.19) совпадают. Для того, чтобы определить, какую часть наблюдаемого красного смещения следует адресовать доплеровскому эффекту, а какая часть определяется гравитационным трением, надо определить из (11.18) значение постоянной H_0

$$H_0 = \frac{\int_0^s E_1 ds}{sh}. \quad (11.20)$$

Для определения этой константы вспомним, что в ТФП частица и античастица, раздвигаясь при возбуждении до некоторой величины x_0 , затрачивают энергию, равную некоторой величине E_1 , на преодоление сил гравитационного трения f_u

$$f_u = -m \operatorname{grad} \frac{Gm}{2\pi r e R/r (1 - \beta^2)}, \quad (11.21)$$

где m — масса виртуальных античастиц, составляющих ЭЧВ; R — радиус структуры ЭЧВ, почти совпадающий с радиусом сферы Шварцшильда R_n ; $\beta = \frac{v}{c}$ — скорость осцилляции элементов структуры ЭЧВ, на-

блюдаемой только в собственной системе координат ЭЧВ и только под сферой Шварцшильда. Энергию, которую затратит безвозвратно фотон на преодоление гравитационных сил, надо определять только при "раздвижении" виртуальных античастиц от R до x_0 , так как от процессов, протекающих под сферой Шварцшильда, непосредственная информация в макромир не поступает.

Итак, для искомой потери энергии получим

$$E_1 = \frac{Gm}{2\pi(1 - \beta^2)} \int_R^{x_0} \operatorname{grad} \frac{m}{re R/r} dr, \quad (11.22)$$

или

$$E_1 = \frac{Gm^2}{2\pi e R(1-\beta^2)} \left(1 - \frac{R}{x_0 e^{R/x_0} - 1}\right) \quad (11.23)$$

В ТФП физический смысл того факта, что отношение энергии фотона к его частоте во всех случаях распространения энергии в макром мире равно постоянной Планка, состоит в том, что для каждого фотона имеет место простое равенство

$$x_0 = \lambda, \quad (11.24)$$

тогда (11.23) примет вид

$$E_1 = \frac{Gm^2}{2\pi e R(1-\beta^2)} \left(1 - \frac{R}{\lambda e^{R/\lambda} - 1}\right) \quad (11.25)$$

Константы R и $(1-\beta)$ в ТФП выражаются через "внешние" экспериментально наблюдаемые параметры частиц с точностью до множителя порядка 1,02. Это позволяет из (11.20) и (11.25) получить для константы Хаббла, характеризующей красное смещение от гравитационного трения, значение

$$H_0 \approx \frac{3\sqrt{2}Gm_e^3 c}{eh^2 \alpha^4 s} \int_0^s \left(1 - \frac{R}{\lambda e^{R/\lambda} - 1}\right) ds_r, \quad (11.26)$$

где m_e — масса электрона; $\alpha = 7,297 \cdot 10^{-3}$ — постоянная тонкой структуры. Подставляя известные численные значения, получим из (11.26)

$$H_0 \approx \frac{5 \cdot 10^{-18}}{s} \int_0^s \left(1 - \frac{R}{\lambda_0 e^{R/\lambda}}\right) ds. \quad (11.27)$$

Зависимость H_0 от λ , изменяющаяся с s , несущественна, если $\lambda \gg R$. Пренебрегая этой зависимостью, получим значение

$$H_0 \approx 2 \cdot 10^{-17} \text{ с}^{-1}. \quad (11.28)$$

Найденное теоретическое значение H_0 не полностью соответствует принятым сейчас экспериментальным значениям константы Хаббла, характеризующей доплеровское красное смещение. Ранее принятое значение больше этой величины, а принятые в последние годы [6] — наоборот, меньше. Учитывая хорошо известную неопределенность в оценке масштаба метagalактических расстояний, мы можем констатировать, что найденное из расчета значение постоянной Хаббла достаточно близко к наблюдаемому.

Увеличение точности экспериментальной оценки H_0 покажет, какой вклад вносит в наблюдаемое красное смещение гравитационное трение

фотонов в вакууме. Если в будущем окажется, что H_0 меньше теоретически найденного значения, то это, в частности, может означать, что Вселенная не расширяется в настоящее время, а сжимается. Во всяком случае, гравитационное трение вносит в наблюдаемое красное смещение столь существенный вклад, что пренебрегать им, как это делалось до сих пор, нельзя.

Нам представляется уместным обратить внимание читателя и на такой факт. До настоящего времени при трактовке красного смещения только в соответствии с гипотезой о расширяющейся Вселенной в рамках ОТО величина H_0 не определялась теоретически. В то же время вклад гравитационного трения в метagalактическое красное смещение оказалось возможным оценить теоретически не только качественно, но и количественно при удовлетворительном соответствии наблюдениям не только по порядку величины, но с точностью, сопоставимой с точностью измерения метagalактических расстояний.

Мы полагаем, что и этот факт можно трактовать как подтверждение ВТГ и ТФП.

12 ОСОБЕННОСТИ ПОЛЕВЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ ЧАСТИЦ *)

12.1. В ТФП вопрос взаимодействия частиц в связи с тем, что они рассматриваются в расслоенном пространстве, приобретает свои особенности, и главная состоит в том, что размерности, которые мы приписываем тем или иным параметрам — характеристикам частиц, — не могут быть общими во всех слоях объемлющего пространства. В настоящее время мы наделяем элементарные частицы универсальными размерностями, которые считаем действующими в любом пространстве. Так, скажем, если мы измеряем массу в граммах, то мы считаем, что эта размерность будет справедлива независимо от того, каким является пространство, в котором мы наблюдаем взаимодействие частиц: трехмерное — евклидово, двухмерное, одномерное, четырехмерное — псевдо-евклидово и т. д., во всех случаях мы считаем, что масса должна измеряться в граммах.

На самом деле, это совершенно неправомерно. У нас нет никаких оснований считать, что элементарные частицы имеют одну и ту же размерность для тех или иных характеристик в любом слое расслоенного пространства, независимо от его размерности, независимо от свойств этого пространства. Используемый в настоящее время в физике постулат

*) В математической проработке раздела участвовали Р. Р. Занатрин и Т. И. Чулкина.

об универсальности физических размерностей и применимости этих представлений в любом пространстве приводит, как известно, к сложностям и внутренним противоречиям. Так, например, если мы будем понятие масса, измеряемой в граммах, распространять на точечные пространства, объем которых равен нулю, то мы приходим к расходимостям и вынуждены приписать объектам, которые находятся в точечном пространстве, бесконечно большую плотность, если объект имеет конечную массу. Возникают и другие внутренние противоречия, однако они не побудили физиков пересмотреть этот постулат. В предисловии мы говорили о том, что система единиц $\hbar = c = 1$ в монографии не используется. Было указано, что это делается для того, чтобы сохранить физический смысл. Сейчас наступило время разъяснить это утверждение.

В системе единиц $\hbar = c = 1$ все физические величины имеют размерность разной степени длины. Так, например, масса имеет размерность не грамм, а сантиметр в минус 1-й степени (конечно, это может быть не сантиметр, а метр, но всегда размерность длины). Кроме этой системы единиц, в физике используется система, предложенная Планком, в которой третья величина — постоянная гравитации — имеет значение, то же равное единице, т. е. три величины принимаются равными единице. В этой системе единиц все физические величины имеют нулевую размерность, им нельзя приписать никаких понятий, используемых нами в лабораторном трехмерном евклидовом пространстве: ни понятий силы в обычных единицах, ни понятий массы в обычных единицах, длины и т. д. Смысл этих физических величин сохраняется, но они все безразмерны.

Обычно обе указанные системы единиц используются для расчета только как прием экономии места, сокращения числа обозначений и уравнений и упрощения расчетов, т. е. сперва мы переводим уравнение в одну из указанных систем единиц, которую условно считаем условной, а затем, после получения результата, переводим условные единицы в привычные и получаем конечный результат. Если мы это делаем в одном пространстве, то такой прием совершенно правомерен, однако в расслоенных пространствах такая вольность недопустима.

Обе указанные системы появились в физике не случайно, и они имеют большой математический и физический реальный, а не формальный смысл. Он сводится к следующему: системы единиц, с которыми мы обычно работаем, например система единиц, в которой записывались все уравнения в данной книге, — физическая система единиц (см, г, с) — полностью применима только в трехмерном евклидовом пространстве. Важно отметить, что эта система единиц полностью взаимосогласованна, и основные величины не требуют вспомогательных коэффициентов. Если мы переходим к пространству другой размерности (напомним, что в ТФП неевклидово пространство является реальностью, а не формальностью), то в реальных — не евклидовых пространствах — должна применяться другая размерность.

Теория размерности в физике многомерных расслоенных пространств требует еще своего создания и развития, в ТФП используются только первые шаги в этом направлении и состоят они в следующем: если пространство, в котором происходят процессы с тем или иным микрообъектом, является на самом деле двухмерным, или линейным, или точечным, то мы должны пересмотреть и наше представление о размерности. В книге уже упоминалось, что фундаментальное поле расположено в линейном пространстве — струне, а следовательно, здесь может применяться только система единиц, в которой постоянная Планка и скорость света приравниваются единице и все физические величины имеют размерность длины той или иной степени и имеют такую размерность на самом деле, а не формально, как способ расчета с последующим переводом "в правильную размерность".

В том случае, если рассматриваемое пространство является точечным, то в нем можно рассматривать физические величины только тогда, когда они имеют нулевую размерность.

12.2. Докажем, что для $d = 0$ размерность всех физических величин равна единице. Главной особенностью точечного дискретного пространства является то, что оно допускает любые интегрирования: там нет несобственных интегралов. Если обычно [170] несобственный интеграл по мере определяется как предел интегралов по сужающимся окрестностям данной точки, то в дискретном случае эта процедура становится ненужной — там точка сама является своей окрестностью.

Итак, отличие случая $d = 0$ от остальных заключается в том, что там существуют одноточечные окрестности, состоящие из одной точки. Следовательно, интегрирование по такой окрестности — это просто определение значения интегрируемой функции в данной точке

$$\int_{0 x_0} F(x) dx = F(x_0). \quad (12.1)$$

Уравнение (12.1) — не постулат, а следствие дискретности топологии, которое выражается в виде $O_{x_0} = \{x_0\}$, откуда вытекает также следствие: при отображении некоторой величины из непрерывного пространства в дискретное все функции — как интегрируемые, так и неинтегрируемые — переходят в суммируемые, поэтому при рассмотрении прообразов даже у корректно определенных выражений необходимо снова проверять их интегрируемость.

Далее: поскольку при $d = 0$ любое подмножество является измеримым, мы можем брать интегралы по любым подмножествам фазового пространства. В обычном случае квантовая механика запрещает делать это в силу принципа неопределенности, например, нельзя писать выражение

$$A = x + p, \quad (12.2)$$

где x — координата; p — импульс одного и того же объекта, потому что они не существуют одновременно. Это согласуется и со структурой измеримости (борелевыми множествами) в пространствах \mathbb{R}^d при $d > 0$, а у нас $d = 0$ и никаких ограничений на суммирование нет, и если две любые величины можно складывать, значит размерности всех величин одинаковы.

Итак, если $d = 0$, то отсюда следует с необходимостью, что все величины должны иметь одинаковую размерность, однако еще не доказано, что эта размерность — есть 1, т. е. что система единиц обязана быть типа планковской.

Для доказательства рассмотрим детерминированное движение любого объекта. Детерминированность означает, что все его характеристики связаны функциональной (а не статистической) зависимостью. Выберем какую-нибудь характеристику, например координату x . Пусть ее размерность будет $[x]$, тогда, поскольку все зависимости функциональные, мы можем записать для любой величины A

$$A = f_A(x), \quad (12.3)$$

однако, поскольку размерности всех величин одинаковы, мы имеем

$$[A] = [x]. \quad (12.4)$$

Разложим (12.3) в ряд по степеням x

$$A = c_0 + c_1 x + c_2 x^2 + \dots + c_n x^n + \dots, \quad (12.5)$$

где c_0, \dots, c_n — некоторые постоянные коэффициенты. Заметим, что они имеют ту же самую размерность $[x]$.

Перейдем в (12.5) от равенства величины к равенству размерностей

$$[x] = [x] + [x]^2 + [x]^3 + \dots + [x]^{n+1} + \dots \quad (12.6)$$

Замечание: степени в (12.6) на 1 больше, чем в (12.5), из-за учета размерности коэффициентов.

Из (12.6) имеем

$$[x] = [x]^2 = \dots [x]^n = \dots, \quad (12.7)$$

следовательно, $[x] = 1$ — безразмерная величина, что и требовалось доказать.

12.3. Рассмотрим линейное пространство ($d = 1$).

При $d = 1$ ситуация кардинально меняется по сравнению с $d = 0$, так, появляется понятие измеримости — т. е. не по любому подмножеству можно брать интеграл, а только лишь по измеримому. Структуру измеримости — борелевские множества — [171] описываем с помощью стандартной схемы Каратеодори [171]. Кратко эта схема состоит в следующем: измеримые множества получаются как всевозможные объединения, пересечения и дополнения полуинтервалов вида $[a, b)$, где

$$[a, b) = \{x \in \mathbb{R}^1 \mid a \leq x < b\}, \quad (12.8)$$

поэтому, говоря об интервалах в одномерном пространстве, достаточно доказывать соответствующие утверждения для интегралов вида

$$\int_a^b f(x) dx.$$

Теорема Гаусса в одномерном случае превращается в формулу Ньютона-Лейбница

$$\int_a^b f(x) dx = F(b) - F(a), \quad (12.9)$$

которая является "мостом", связывающим случай $d = 0$ с $d = 1$. В случае $d = 0$ интегрирования не было вообще — было суммирование, откуда вытекало, что у всех величин должна быть одна и та же размерность. При $d = 1$ ситуация иная — имеется интегрирование, значит, должно быть, по крайней мере, две размерности, так как при интегрировании происходит умножение размерности на x . Следовательно, имеются две размерности: первая — это исходная, дискретная, она обязательно $[L]^0 = 1$, однако должна существовать еще одна размерность, а именно та, по которой можно интегрировать, а это размерность $[x] = L$. Формально второй размерностью (кроме единицы) может быть не только длина, но в линейном пространстве естественно принять ее равной длине.

Переход от системы единиц $\hbar = c = 1$ или $\hbar = c = G = 1$ следует рассматривать как способ отображения размерностей, существующих в точечных и линейных пространствах на евклидово (или псевдоевклидово, или псевдориманово) пространство и наоборот. Иначе говоря, процедура отображения физических процессов из пространства с $d = 3$, $d = 3,1$ в линейное или точечное, и наоборот, всегда сопровождается изменением размерности физических величин, причем не формальное изменение размерности, а действительное изменение, на самом деле.

Совершенно понятно, что изложенный в этом разделе подход к размерностям, к системе размерностей кардинальным образом скажется на методике расчета взаимодействия частиц в разных подпространствах и описании результатов отображения этого взаимодействия на другие подпространства. В связи с тем, что изложение новой теории размерностей, необходимой для описания всех особенностей расчетов ТФП, выходит за рамки данной книги, то и вопросы, связанные с обстоятельным описанием взаимодействия частиц, здесь мы вынуждены излагать лаконично.

13 ВЫЧИСЛЕНИЕ ПРЕЦЕССИИ ЧАСТИЦ В РАСЧЕТНОМ ПОДПРОСТРАНСТВЕ

13.1.

Основные формулы для расчета
и схема расчета

Угловая скорость прецессии определяется формулой

$$\Omega = \frac{1}{r^3} \left[-\bar{s} + \frac{3(\bar{s}\bar{x})\bar{x}}{r^2} \right] \quad (13.1)$$

где $\bar{x} = (x_1, x_2, x_3) = (x, y, z)$ — декартовы координаты в ПВ. $r^2 = x^2 + y^2 + z^2$; \bar{s} определяется из (13.2).

Форма записи метрики, используемая для выявления вектора \bar{s} , следующая:

$$ds^2 = - \left[1 - \frac{2M}{r} + 0 \left(\frac{1}{r^3} \right) \right] dt^2 - \left[4\epsilon_{jkl} s^k \frac{x^j}{r^3} + \right. \\ \left. + 0 \left(\frac{1}{r^3} \right) dt dx^j \right] + \left[\left(1 + \frac{2M}{r} \right) \delta_{jk} + 0 \left(\frac{1}{r} \right) \right] dx^j dx^k \quad (13.2)$$

где $r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$; M — собственная масса источника; \bar{s} — собственный момент импульса источника; ϵ_{jkl} — совершенно антисимметричный тензор.

Вычислим \bar{s} для мультиротатора-источника.

1). Введем следующие обозначения: n_s — число частиц мультиротатора-источника; m_s — масса его частицы; ω_s — угловая скорость вращения частицы.

2). Выберем систему координат (x, y, z) так, чтобы вращение мультиротатора было в плоскости (x, y) , а ось вращения была направлена вдоль оси z .

3). Момент импульса s равен

$$s = \mathcal{J}\omega, \quad (13.3)$$

где ω — угловая скорость, т.е. $\omega = \omega_s$; \mathcal{J} — суммарный момент инерции мультиротатора.

4). Суммарный момент \mathcal{J} равен сумме моментов компонент $\mathcal{J} = \sum \mathcal{J}_k$, однако мультиротатор состоит из n_s одинаковых частиц, поэтому

$$\mathcal{J} = n_s \mathcal{J}_s, \quad (13.4)$$

где \mathcal{J}_s — момент инерции точки,

$$\mathcal{J}_s = m_s R_s^2, \quad (13.5)$$

а R_s — радиус орбиты мультиротатора-источника.

5). Подставим (13.5) в (13.4)

$$\mathcal{J} = n_s \mathcal{J}_s = n_s m_s R_s^2 \quad (13.6)$$

и (13.3) — в (13.6)

$$s = \mathcal{J}\omega = n_s m_s R_s^2 \omega_s. \quad (13.7)$$

6). Вектор s направлен вдоль вектора угловой скорости, поэтому он будет иметь следующие компоненты:

$$\left. \begin{aligned} s^x &= s^1 = 0, \\ s^y &= s^2 = 0, \\ s^z &= s^3 = n_s m_s R_s^2 \omega_s \end{aligned} \right\} \quad (13.8)$$

Это и есть набор величин s^k , используемый в формуле (13.2) во 2-м члене суммы.

Произведем расчет Ω в общем виде: общая формула для Ω в векторной форме имеет вид (13.1)

$$\Omega = \frac{1}{r^3} \left[-\bar{s} + \frac{3(\bar{s}\bar{x})\bar{x}}{r^2} \right],$$

распишем ее покомпонентно:

$$\Omega_x = \frac{1}{r^3} \left[-s^x + \frac{3(\bar{s}\bar{x})}{r^2} x \right]; \quad (13.9)$$

$$\Omega_y = \frac{1}{r^3} \left[-s^y + \frac{3(\bar{s}\bar{x})}{r^2} y \right]; \quad (13.10)$$

$$\Omega_z = \frac{1}{r^3} \left[-s^z + \frac{3(\bar{s}\bar{x})}{r^2} z \right], \quad (13.11)$$

где x, y, z — координаты мультиротатора-зонда, на который действует мультиротатор-источник, величинам его приписан индекс s .

Вычислим скалярное произведение

$$(\bar{s}\bar{x}) = x s^x + y s^y + z s^z = n_s m_s R_s^2 \omega_s z \quad (13.12)$$

(так как, согласно (13.8),

$$s^x = s^y = 0),$$

теперь подставим (13.8) и (13.12) в (13.9–13.11):

$$\Omega_x = \frac{3zx}{r^5} s^z; \quad (13.13)$$

$$\Omega_y = \frac{3zy}{r^5} s^2; \quad (13.14)$$

$$\Omega_z = \frac{s^2}{r^5} [2z^2 - x^2 - y^2] \quad (13.15)$$

Вернемся к полярным координатам:

$$\begin{cases} x = r \cos \theta \cos \varphi; \\ y = r \cos \theta \sin \varphi; \\ z = r \sin \theta. \end{cases} \quad (13.16)$$

$$\Omega_x = \frac{3 \sin \theta \cos \theta \cos \varphi}{r^3} s; \quad (13.17)$$

$$\Omega_y = \frac{3 \sin \theta \cos \theta \sin \varphi}{r^3} s; \quad (13.18)$$

$$\Omega_z = \frac{s}{r^3} [3 \sin^2 \theta - 1]; \quad (13.19)$$

Таковы значения составляющих угла $\Omega = f(s, r, \theta)$. (13.20)

Преобразовав (13.17–13.19), получаем

$$\Omega_x = \frac{3 \sin 2\theta}{2r^3} s \cos \varphi; \quad (13.21)$$

$$\Omega_y = \frac{3 \sin 2\theta}{2r^3} s \sin \varphi; \quad (13.22)$$

$$\Omega_z = -\frac{3s}{2r^3} \left(\frac{1}{2} + \cos 2\theta \right). \quad (13.23)$$

Величины $\Omega_x, \Omega_y, \Omega_z$ являются компонентами вектора Ω в декартовой системе координат. Вычислим абсолютную величину $|\Omega|$:

$$\begin{aligned} \Omega^2 &= |\Omega|^2 = \Omega_x^2 + \Omega_y^2 + \Omega_z^2 = \\ &= \left(\frac{3s}{2r^3} \right)^2 \left[\sin^2 2\theta \cos^2 \varphi + \sin^2 2\theta \sin^2 \varphi + (1/2 + \cos 2\theta)^2 \right] = \\ &= \left(\frac{3s}{2r^3} \right)^2 \left[\sin^2 2\theta + \frac{1}{4} + \cos 2\theta + \cos^2 2\theta \right] = \left(\frac{3s}{2r^3} \right)^2 \left[\frac{5}{4} + \cos 2\theta \right] \end{aligned} \quad (13.24)$$

Поскольку ось прецессии будет в плоскости (xy) , ее величина — это просто сам угол θ отклонения вектора Ω от плоскости (xy) , значит

$$\Omega = \frac{d\theta}{dt}, \quad (13.25)$$

$\left(\frac{d\theta}{dt} \right)^2 = \frac{d\theta}{\sqrt{5/4 + \cos 2\theta}} = k dt$ без учета эллиптической функции Якоби 1-го рода по модулю; $k = \frac{2\sqrt{2}}{3}$ и $k = \text{const}$ (в нашем конкретном случае).

$$\text{Рассмотрим интеграл } \int \frac{d\theta}{\sqrt{5/4 + \cos 2\theta}} = \frac{2}{3} \int \frac{d\theta}{\sqrt{1 - 8/9 \sin^2 \theta}}$$

$\int \frac{dx}{\sqrt{1 - k^2 \sin^2 x}}$ — это эллиптический интеграл 1-го рода в форме Лежандра, он обозначается через $F = (k, x)$. Итак:

$$\int \frac{d\theta}{\sqrt{5/4 + \cos 2\theta}} = \frac{2}{3} F \left(\frac{2\sqrt{2}}{3}, \theta \right), \quad (13.26)$$

а уравнение (13.25) примет вид

$$F \left(\frac{2\sqrt{2}}{3}, \theta \right) = \frac{3}{2} kt = \left(\frac{3}{2} \right)^2 \frac{s}{r^3} t, \quad (13.27)$$

т. е. существует зависимость времени от угла прецессии

$$t = \left(\frac{2}{3} \right)^2 \frac{r^3}{s} F \left(\frac{2\sqrt{2}}{3}, \theta \right). \quad (13.28)$$

Для нахождения зависимости $\theta(t)$ надо обратить функцию F .

Это будет эллиптическая функция Якоби.

Введем обозначения:

$$u = F \left(\frac{2\sqrt{2}}{3}, \theta \right),$$

тогда функция Якоби $\text{sn} u = \sin \theta$, значит

$$\theta = \arcsin(\text{sn} u), \quad (13.29)$$

и

$$F \left(\frac{2\sqrt{2}}{3}, \theta \right) = \left(\frac{3}{2} \right)^2 \frac{s}{r^3} t = u,$$

иначе:

$$\theta = \arcsin \left[\operatorname{sn} \left(\left(\frac{3}{2} \right)^2 \frac{s}{r^3} t \right) \right], \quad (13.30)$$

где sn — эллиптическая функция Якоби 1-го рода по модулю $k = \frac{2\sqrt{2}}{3}$. Это и есть точное уравнение прецессии в общем виде.

Теперь получим выражение для угловой скорости прецессии из формулы (13.24):

$$\sin\theta = \operatorname{sn} \left[\left(\frac{3}{2} \right)^2 \frac{s}{r^3} t \right] \quad \text{и} \quad \cos 2\theta = 1 - 2\operatorname{sn}^2 \left[\frac{9}{4} \frac{s}{r^3} t \right],$$

т. е.

$$\Omega = \frac{3s}{2r^3} \sqrt{\frac{9}{4} - 2\operatorname{sn}^2 \left(\frac{9}{4} \frac{s}{r^3} t \right)}, \quad (13.31)$$

где s — метрика $ds^2 = g_{in} dx^i dx^n$; r — радиус-вектор точки; t — время.

13.2.

Явные формулы.

Внутренний ротатор в поле внешнего

Константа s в этом случае будет

$$s_1 = n_1 m_1 R_1^2 \omega_1, \quad (13.32)$$

где n_1 — число частиц на внешнем кольце; m_1 — масса; ω_1 — угловая скорость; R_1 — радиус внешнего кольца.

Подставляя (13.32) в (13.31), получим

$$\Omega_1 = \frac{3n_1 m_1 R_1^2 \omega_1}{2R_1^3} \sqrt{\frac{9}{4} - 2\operatorname{sn}^2 \left[\frac{9}{4} \frac{n_1 m_1 R_1^2 \omega_1}{R_1^3} t \right]}. \quad (13.33)$$

ВНЕШНИЙ РОТАТОР В ПОЛЕ ВНУТРЕННЕГО

Здесь формула для Ω получается заменой нижних индексов $1 \leftrightarrow 2$

$$\Omega_2 = \frac{3n_2 m_2 R_2^2 \omega_2}{2R_1^3} \sqrt{\frac{9}{4} - 2\operatorname{sn}^2 \left[\frac{9n_2 m_2 R_2^2 \omega_2}{4R_1^3} t \right]}.$$

О МАКСИМАЛЬНОМ УГЛЕ ПРЕЦЕССИИ

Этот угол меняется в пределах от $-\frac{\pi}{2}$ до $+\frac{\pi}{2}$ для любых

значений s и r потому, что

$$t \in (-\infty, +\infty) \Rightarrow \frac{9}{4} \frac{s}{r^3} t \in (-\infty, +\infty) \Rightarrow \operatorname{sn} \left(\frac{9}{4} \frac{s}{r^3} t \right) \in [-1, +1]$$

$$\theta = \arcsin \left(\operatorname{sn} \left(\frac{9}{4} \frac{s}{r^3} t \right) \right) \in \left[-\frac{\pi}{2}, +\frac{\pi}{2} \right].$$

13.3.

Приведение

к обычной размерности

Мы использовали систему единиц $G = c = 1$. В обычных единицах отношение m/r не безразмерно, и надо сделать замену

$$m \rightarrow \frac{Gm}{c^2}, \quad (13.34)$$

и тогда

$$\Omega_1 = \frac{3Gn_1 m_1 R_1^2}{2R_1^3 c^2} \omega_1 \sqrt{\frac{9}{4} - 2\operatorname{sn}^2 \left(\frac{9Gn_1 m_1 R_1^2 \omega_1}{4R_1^3 c^2} t \right)}, \quad (13.35)$$

$$\Omega_2 = \frac{3Gn_2 m_2 R_2^2}{2R_1^3 c^2} \omega_2 \sqrt{\frac{9}{4} - 2\operatorname{sn}^2 \left(\frac{9Gn_2 m_2 R_2^2 \omega_2}{4R_1^3 c^2} t \right)}, \quad (13.36)$$

G — гравитационная постоянная; c — скорость света.

УТОЧНЕНИЕ ПОНЯТИЯ ВРЕМЕНИ

Дело в том, что время входит в формулу для интервала наравне с другими координатами, поэтому, когда считается, что внешний ротатор задает метрику, то он задает не только пространственные ее компоненты, но и время, значит, нигде не следует, что время в формуле для Ω_1 — это то же самое время, что используется в формуле для Ω_2 . Эти два времени можно положить равными друг другу, но надо помнить, что это предположение, если его не вводить, то вместо t в формулах (13.35) и (13.36) надо записать t_1 и t_2 соответственно.

Выясним теперь следствия предположения о том, что временной множитель равен периоду. Сначала вычислим значение этого периода.

Для первого случая — (13.35) — имеем следующее выражение для периода T_1 :

$$\frac{9Gn_1 m_1 R_1^2 \omega_1}{4R_1^3 c^2} T_1 = 2\pi \Rightarrow T_1 = \frac{8\pi R_1^3 c^2}{9Gn_1 m_1 R_1^2 \omega_1}, \quad (13.37)$$

аналогичным образом для T_2 получаем

$$\frac{9Gn_2m_2R_2^2\omega_2}{4R_1^3c^2} T_2 = 2\pi \Rightarrow$$

$$T_2 = \frac{8\pi R_1^3c^2}{9Gn_2m_2R_2^2\omega_2}, \quad (13.38)$$

теперь положим $t = T_1$ в формуле (13.35). В этом случае эллиптический синус обратится в 0, и тогда

$$\Omega_1|_{t_1=T_1} = \frac{3Gn_1m_1R_1^2}{2R_2^3c^2} \omega_1$$

аналогичным образом получаем

$$\Omega_2|_{t_2=T_2} = \frac{3Gn_2m_2R_2^2}{2R_1^3c^2} \omega_2. \quad (13.39)$$

Рассмотрим теперь отношение периодов прецессии, обозначим его через k_T

$$k_T = \frac{T_1}{T_2} = \frac{R_2^3}{n_1m_1R_1^2\omega_1} \frac{9m_2R_2^2\omega_2}{R_1^3} = \frac{n_2m_2\omega_2R_2^5}{n_1m_1\omega_1R_1^5} =$$

$$= \frac{n_2}{m_1} \frac{m_2}{m_1} \frac{\omega_2}{\omega_1} \left(\frac{R_2}{R_1}\right)^5, \quad (13.40)$$

если ввести обозначения

$$\left. \begin{aligned} k_n &= n_1/n_2; \quad k_m = m_1/m_2 \\ k_\omega &= \omega_1/\omega_2; \quad k_R = R_1/R_2 \end{aligned} \right\}, \quad (13.41)$$

то (13.40) примет простой вид

$$k_T = \frac{1}{k_n k_m k_\omega k_R^5}$$

или

$$\boxed{k_n k_m k_\omega k_R^5 k_T = 1.} \quad (13.42)$$

Это общая формула, верная для любого набора параметров. Иначе, (13.42) означает такую зависимость:

$$\frac{n_1}{n_2} \frac{m_1}{m_2} \frac{\omega_1}{\omega_2} \frac{R_1^5}{R_2^5} \frac{T_1}{T_2} = 1.$$

СЛЕДСТВИЯ РАВЕНСТВА $\Omega_1 = \Omega_2$

Если требовать буквального равенства мгновенных скоростей, то получается громоздкое выражение

$$\Omega_1 = \Omega_2 \Rightarrow \frac{\Omega_1}{\Omega_2} = 1 \Rightarrow$$

$$\frac{3Gn_1m_1R_1^2\omega_1 2R_1^3c^2 \sqrt{\frac{9}{4} - 2\text{sn}^2\left(\frac{9Gn_1m_1R_1^2\omega_1}{4R_2^3c^2} t_1\right)}}{2R_2^3c^2 3Gn_2m_2R_2^2\omega_2 \sqrt{\frac{9}{4} - 2\text{sn}^2\left(\frac{9Gn_2m_2R_2^2\omega_2}{4R_1^3c^2} t_2\right)}} = 1. \quad (13.43)$$

Выражение (13.43) является произведением двух дробей: первая дробь не зависит от t , вторая – зависит от t , однако произведение этих двух дробей не зависит от t . Вывод: вторая дробь также не должна зависеть от времени, следовательно, допущение $\Omega_1 = \Omega_2$ кроме алгебраических следствий (13.44) влечет еще и наложение некоторой связи на t_1 и t_2 . Во всяком случае, если $T_1 \neq T_2$, то и $t_1 \neq t_2$.

Рассмотрим сначала алгебраические следствия (13.43):

$$\frac{n_1m_1R_1^2\omega_1R_1^3}{R_2^3n_2m_2R_2^2\omega_2} = 1 \Rightarrow \frac{n_1}{n_2} \frac{m_1}{m_2} \frac{\omega_1}{\omega_2} \left(\frac{R_1}{R_2}\right)^5 = 1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow k_n k_m k_\omega k_R^5 = 1, \quad (13.44)$$

где

$$k_n = \frac{n_1}{n_2}; \quad k_m = \frac{m_1}{m_2}; \quad k_\omega = \frac{\omega_1}{\omega_2}; \quad k_R = \frac{R_1}{R_2}. \quad (13.45)$$

Теперь получим в явном виде связь между t_1 и t_2 , также исходя из (13.43):

$$\frac{\sqrt{\frac{9}{4} - 2\text{sn}^2\left(\frac{9Gn_1m_1R_1^2\omega_1}{4R_2^3c^2} t_1\right)}}{\sqrt{\frac{9}{4} - 2\text{sn}^2\left(\frac{9Gn_2m_2R_2^2\omega_2}{4R_1^3c^2} t_2\right)}} = 1.$$

Вычислим связь константы k_T с другими константами – (13.37 – 13.38) –

$$k_T = \frac{T_1}{T_2} = \frac{8\pi R_1^3c^2 9Gn_2m_2R_2^2\omega_2}{9Gn_1m_1R_1^2\omega_1 8\pi R_2^3c^2} =$$

$$= \frac{n_2}{n_1} \frac{m_2}{m_1} \frac{\omega_2}{\omega_1} \left(\frac{R_2}{R_1}\right)^5 = \frac{1}{k_n} \frac{1}{k_m} \frac{1}{k_\omega} \frac{1}{k_R^5}. \quad (13.46)$$

(13.46) – это общая формула, однако сопоставим ее с соотношением (13.44), которое характеризует наш случай $\Omega_1 = \Omega_2$, его можно пере-

писать в виде $\frac{1}{k_T} = 1$; $k_T = 1$.

Итак, если $\Omega_1 = \Omega_2$, то

1) из (13.44) $k_n k_m k_\omega (k_R)^5 = 1$.

2) $t_1 = \pm t_2$, т. е. время у обоих ротаторов течет с одинаковой скоростью, но, возможно, в разных направлениях.

13.4.

Как изменится расчет в случае сильного поля

Используем формулу, которая верна в общем случае, а не только для слабого поля, итак:

$$\varepsilon_{ij\hat{k}}^{\hat{\omega}} = \Gamma_{\hat{L}\hat{j},\hat{0}}^{\hat{\omega}} \quad (13.47)$$

где $\Gamma_{\hat{L}\hat{j},\hat{0}}^{\hat{\omega}}$ — символ Кристоффеля 1-го рода; $\hat{\omega}$ — означает собственную систему отсчета, поэтому надо вычислить коэффициенты $\Gamma_{\hat{L}\hat{j},\hat{0}}^{\hat{\omega}}$:

$$\Gamma_{kl,i}^{\hat{\omega}} = \frac{1}{2} (-g_{kl,i} + g_{ik,l} + g_{li,k}). \quad (13.48)$$

Нас интересует только $ij, 0$, поэтому

$$\Gamma_{\hat{L}\hat{j},\hat{0}}^{\hat{\omega}} = \frac{1}{2} (-g_{\hat{L}\hat{j},\hat{0}} + g_{\hat{0}\hat{j},\hat{L}} + g_{\hat{j}\hat{0},\hat{L}}). \quad (13.49)$$

Теперь рассмотрим случай сильного поля:

$$ds^2 = g_{00}d(ct)^2 + g_{11}dr^2 + g_{22}d\theta^2 + g_{33}d\varphi^2 + 2g_{03}d\varphi dt, \quad (13.50)$$

где

$$g_{00} = 1 - \frac{r^2}{p^2}; \quad r_g = 2m \frac{G}{c^2}; \quad p^2 = r^2 + a^2 \cos^2 \theta; \quad a = \frac{M}{mc}; \quad M - \text{момент}$$

вращения источника; m — масса,

$$g_{00} = 1 - \frac{2mGr}{c^2(r^2 + a^2 \cos^2 \theta)}; \quad (13.51)$$

$$g_{11} = -\frac{p^2}{\Delta};$$

$$\Delta = r^2 - r_g r + a^2 = r^2 - \frac{2mGr}{c^2} + \frac{M^2}{m^2 c^2}; \quad (13.52)$$

$$g_{22} = -p^2; \quad (13.53)$$

$$g_{33} = -\left(r^2 + a^2 + \frac{r_g r a^2}{p^2}\right) \sin^2 \theta; \quad (13.54)$$

$$g_{03} = \frac{r_g r a}{p^2} \sin^2 \theta. \quad (13.55)$$

Теперь рассмотрим внимательнее формулу (13.49). Первое слагаемое содержит производные $\frac{\partial}{\partial ct} = \frac{\partial}{\partial x_0}$, однако ни один из коэффициентов g_{ik} в (13.50–13.55) не зависит от t , поэтому (13.49) упрощается:

$$\Gamma_{\hat{L}\hat{j},\hat{0}}^{\hat{\omega}} = \frac{1}{2} (g_{\hat{0}\hat{i},\hat{j}} + g_{\hat{j}\hat{0},\hat{i}}),$$

а поскольку g_{ij} симметрично, то

$$\Gamma_{\hat{L}\hat{j},\hat{0}}^{\hat{\omega}} = \frac{1}{2} (g_{\hat{0}\hat{i},\hat{j}} + g_{\hat{0}\hat{j},\hat{i}}). \quad (13.56)$$

Среди коэффициентов вида $g_{\hat{0}\hat{i},\hat{j}}$, $g_{\hat{0}\hat{j},\hat{i}}$ отличен от нуля только g_{03} , поэтому среди коэффициентов $\hat{L}\hat{j},\hat{0}$ хотя бы один должен быть равен 3, итак:

$$\Gamma_{03,0} = \frac{1}{2} g_{00,3} = \frac{1}{2} \frac{\partial}{\partial \varphi} g_{00} = 0;$$

$$\begin{aligned} \Gamma_{13,0} &= \frac{1}{2} g_{03,1} = \frac{1}{2} \frac{\partial}{\partial r} g_{03} = \frac{1}{2} \frac{\partial}{\partial r} ar_g \sin^2 \theta \frac{r}{p^2} = \\ &= \frac{ar_g \sin^2 \theta}{2} \frac{\partial}{\partial r} \frac{r}{r^2 + a^2 \cos^2 \theta} = \frac{ar_g \sin^2 \theta}{2} \frac{r^2 + a^2 \cos^2 \theta - r(2r)}{p^4} = \\ &= \frac{ar_g \sin^2 \theta}{2} \frac{p^2 - 2r^2}{p^4}; \end{aligned} \quad (13.57)$$

$$\begin{aligned} \Gamma_{23,0} &= \frac{1}{2} g_{03,2} = \frac{1}{2} \frac{\partial}{\partial \theta} \frac{arr_g \sin^2 \theta}{p^2} = \frac{arr_g}{2} \frac{\partial}{\partial \theta} \frac{\sin^2 \theta}{r^2 + a^2 \cos^2 \theta} = \\ &= \frac{arr_g}{2} \frac{2 \sin \theta \cos \theta p^2 + \sin^2 \theta 2a^2 \cos \theta \sin \theta}{p^4} = \frac{arr_g}{2p^4} \times \\ &\times (p^2 + a^2 \sin^2 \theta) \sin 2\theta; \end{aligned} \quad (13.58)$$

$$\Gamma_{33,0} = g_{03,3} = \frac{\partial}{\partial \varphi} g_{03} = 0.$$

Поскольку $\Gamma_{\hat{t}\hat{t}\hat{\theta}} = \Gamma_{\hat{t}\hat{\theta}\hat{t}}$, все ненулевые коэффициенты связности вычислены, выпишем их:

$$\Gamma_{130} = \Gamma_{310} = \frac{ar_g \sin^2 \theta}{2} \frac{p^2 - 2r^2}{p^4}; \quad (13.59)$$

$$\Gamma_{230} = \Gamma_{320} = \frac{arr_g \sin 2\theta}{2} \frac{p^2 + a^2 \sin^2 \theta}{p^4}. \quad (13.60)$$

Следовательно, вектор угловой скорости Ω^k будет иметь две компоненты:

$\Omega^1 = \Gamma_{230}$; $\Omega^2 = \Gamma_{130}$, а $\Omega^3 = 0$, Ω^1 — соответствует радиальной компоненте вектора прецессии; Ω^2 — θ -компонента вектора прецессии.

13.5.

Вычисление компонент вектора прецессии в явном виде

Выражение для Ω^1 дается формулой

$$\Omega^1 = \Gamma_{230} = \frac{arr_g \sin 2\theta}{2} \frac{p^2 + a^2 \sin^2 \theta}{p^4}; \quad (13.61)$$

$$a = \frac{M}{mc}; \quad r_g = \frac{2mG}{c^2};$$

$$p^2 = r^2 + a^2 \cos^2 \theta;$$

параметр a вычисляется следующим образом:

$$M = n_s m_s R_s^2 \omega_s. \quad (13.62)$$

Роль m играет произведение $n_s m_s$, где n_s — число частиц ротора-источника; m_s — масса; ω_s — угловая скорость; R_s — радиус.

Подставляем в выражение для a

$$\left. \begin{aligned} a &= \frac{M}{mc}; \\ M &= n_s m_s R_s^2 \omega_s; \quad m = n_s m_s \end{aligned} \right\} \Rightarrow$$

$$a = \frac{R_s^2 \omega_s}{c} = \frac{R_s^2 \omega_s}{c}. \quad (13.63)$$

Теперь получим выражение для r_g :

$$r_g = \frac{2mG}{c^2} = \frac{2n_s m_s G}{c^2}; \quad (13.64)$$

$$p^2 + a^2 \sin^2 \theta = r^2 + a^2 \cos^2 \theta + a^2 \sin^2 \theta = r^2 + a^2. \quad (13.65)$$

Подставим (13.63)–(13.65) в (13.61):

$$\begin{aligned} \Omega^1 &= \frac{2n_s m_s R_s^2 \omega_s G}{c^3} \frac{r \sin 2\theta}{2} \frac{1}{p^2} \frac{r^2 + a^2}{p^2} = \\ &= \frac{G}{c^3} \frac{n_s m_s \omega_s R_s^2}{1} r \sin 2\theta \frac{r^2 + \left(\frac{R_s^2 \omega_s}{c}\right)^2}{\left[r^2 + \left(\frac{R_s^2 \omega_s}{c}\right)^2 \cos^2 \theta\right]^2} = \\ &= \frac{n_s m_s \omega_s R_s^2}{c^3} Gr \sin 2\theta \frac{r^2 c^2 + R_s^4 \omega_s^2}{[r^2 c^2 + R_s^4 \omega_s^2 \cos^2 \theta]^2} c^2 = \frac{G}{c^3} \times \\ &\times n_s m_s \omega_s R_s^2 Gcr \sin 2\theta \frac{r^2 c^2 + R_s^4 \omega_s^2}{[r^2 c^2 + R_s^4 \omega_s^2 \cos^2 \theta]^2}. \end{aligned} \quad (13.66)$$

Теперь получим явную формулу, аналогичную для другой компоненты Ω^2 :

$$\Omega^2 = \Gamma_{130} = \frac{ar_g \sin^2 \theta}{2} \frac{p^2 - 2r^2}{p^4}. \quad (13.67)$$

Упростим выражение $p^2 - 2r^2$:

$$p^2 - 2r^2 = r^2 + a^2 \cos^2 \theta - 2r^2 = a^2 \cos^2 \theta - r^2. \quad (13.68)$$

Подставим (13.63), (13.64), (13.68) в (13.67):

$$\begin{aligned} \Omega^2 &= \frac{R_s^2 \omega_s}{c} \frac{n_s m_s G}{c^2} \sin^2 \theta \frac{\frac{R_s^4 \omega_s^2}{c^2} \cos^2 \theta - r^2}{\left[\frac{R_s^4 \omega_s^2}{c^2} \cos^2 \theta + r^2\right]^2} = \\ &= \frac{n_s m_s \omega_s R_s^2 G \sin^2 \theta}{c^3} \frac{R_s^4 \omega_s^2 \cos^2 \theta - r^2 c^2}{[R_s^4 \omega_s^2 \cos^2 \theta + r^2 c^2]^2} c^2 = \\ &= n_s m_s \omega_s R_s^2 \frac{G}{c} \sin^2 \theta \frac{R_s^4 \omega_s^2 \cos^2 \theta - r^2 c^2}{[R_s^4 \omega_s^2 \cos^2 \theta + r^2 c^2]^2}. \end{aligned} \quad (13.69)$$

Итак, можно записать, что

$$\Omega = \frac{n_s m_s \omega_s R_s^2 \frac{G}{c} \sin \theta}{[R_s^4 \omega_s^2 \cos^2 \theta + r^2 c^2]^2} \begin{bmatrix} 2r \cos \theta (R_s^4 \omega_s^2 + r^2 c^2) \\ \sin \theta (R_s^4 \omega_s^2 \cos^2 \theta - r^2 c^2) \\ 0 \end{bmatrix}. \quad (13.70)$$

Формула получилась достаточно сложная, однако о ее правдоподобности говорит то, что $\Omega^3 = 0$, т. е. прецессия не имеет φ -компоненты, а только лишь радиальную компоненту и θ -компоненту.

Теперь вычислим абсолютную величину угловой скорости прецессии. Для этого вычислим абсолютную величину вектора в скобках в формуле. Обозначим эту величину через λ_1 .

Поскольку длина произвольного вектора $\begin{pmatrix} a \\ b \\ c \end{pmatrix}$, записанного в полярных координатах, равна $\sqrt{a^2 + r^2(b^2 + c^2 \cos^2 \theta)}$, то

$$\begin{aligned} \lambda_1^2 &= 4r^2 \cos^2 \theta (R_s^4 \omega_s^2 + r^2 c^2)^2 + r^2 \sin^2 \theta (R_s^4 \omega_s^2 \cos^2 \theta - r^2 c^2)^2 = \\ &= r^2 \cos^2 \theta [4(R_s^4 \omega_s^2 + r^2 c^2)^2 + \operatorname{tg}^2 \theta (R_s^4 \omega_s^2 \cos^2 \theta - r^2 c^2)^2] \Rightarrow \\ \lambda_1 &= r \cos \theta \sqrt{4(R_s^4 \omega_s^2 + r^2 c^2)^2 + \operatorname{tg}^2 \theta (R_s^4 \omega_s^2 \cos^2 \theta - r^2 c^2)^2}. \end{aligned} \quad (13.71)$$

Теперь, умножив (13.71) на множитель из (13.70), мы получим явное выражение для угловой скорости прецессии:

$$|\Omega| = \frac{n_s m_s \omega_s R_s^2 \frac{G}{c} r \sin \theta \cos \theta}{(R_s^4 \omega_s^2 \cos^2 \theta + r^2 c^2)^2} \quad (13.72)$$

При получении конкретных формул надо подставить для внешнего ротатора в поле внутреннего индекс 2, вместо s , и R_1 , вместо r , а для внутреннего ротатора в поле внешнего: 1, вместо s , и R_α , вместо r .

Для этого надо решить уравнение

$$\frac{d\theta}{dt} = \frac{c_1 \sin 2\theta}{(c_2 \cos^2 \theta + c_3)^2} \sqrt{c_4 + (c_2 \cos^2 \theta - c_3)^2 \operatorname{tg}^2 \theta}, \quad (13.73)$$

где

$$\begin{aligned} c_1 &= 1/2 n_s m_s \omega_s R_s^2 G c r = \text{const}; \quad (\text{замечание: } r = \text{const, так как мы рассматриваем не произвольное движение, а ротатор}); \\ c_2 &= R_s^4 \omega_s^2 = \text{const}; \\ c_3 &= r^2 c^2 = \text{const}; \\ c_4 &= 4(c_2 + c_3)^2. \end{aligned}$$

14.1.

Движение фундаментона в ЗПП

На поверхности тора существует некоторая псевдориманова геометрия, у которой уравнение для интервала имеет вид

$$ds^2 = e^\nu c^2 dt^2 - R_2^2 d\theta^2 - (R_1 + R_2 \cos \theta)^2 d\varphi^2, \quad (14.1)$$

где $e^\nu = g_{00}$ — временная составляющая метрического тензора;

$$cdt = dx_0; \quad d\theta = dx; \quad d\varphi = dx_2; \quad g_{11} = R_2^2; \quad g_{22} = (R_1 + R_2 \cos \theta)^2.$$

Найдем зависимость между параметрами для объекта, который движется на поверхности по винтовой n -витковой линии, являющейся геодезической в этой геометрии.

Решая уравнение геодезической

$$\ddot{x}^k + \Gamma_{ij}^k \dot{x}^i \dot{x}^j = 0 \quad (14.2)$$

(где производная берется по аффинному параметру размерности длины l_a), найдем для основных геометрических параметров

$$\dot{\varphi} = \frac{l_\varphi}{(R_1 + R_2 \cos \theta)^2}; \quad (14.3)$$

$$\dot{\theta} = \frac{nl_\varphi}{(R_1 + R_2 \cos \theta)^2}; \quad (14.4)$$

$$e^\nu = \beta_0 c \frac{dt}{dl_a}; \quad (14.5)$$

$\theta = n\varphi$, где l_φ, β_0 — константы интегрирования.

При этом выясняется, что вдоль геодезической остается постоянной величина

$$\left(R_1^2 + \frac{R_2^2}{2}\right) \theta + 2R_1 R_2 \sin \theta + \frac{R_2^2}{4} \sin 2\theta - nl_\varphi l_a = \text{const}. \quad (14.6)$$

Для g_{00} имеем

$$g_{00} = e^\nu = \left[\frac{n^2 R_2^2 l_\varphi^2 \beta_0^2}{(R_1 + R_2 \cos \theta)^4} + \frac{l_\varphi^2 \beta_0}{(R_1 + R_2 \cos \theta)^2} + \frac{s R_2^2 \beta_0^2}{l_\theta^2} \right]^{-1}, \quad (14.7)$$

где s/l_θ^2 — константа интегрирования.

Для скорости движения вдоль геодезической имеем

$$v = \frac{n\beta_0 c e^{v/2} I_\varphi R_2}{(R_1 + R_2 \cos\theta)^2} \left[\frac{(R_1 + R_2 \cos\theta)^2}{n^2 R_2^2} \right]^{1/2} \quad (14.8)$$

Из уравнений (14.7) и (14.8) при условии, что константа интегрирования $s/l_0^2 = 0$, получим

$$v = c = \text{const} \quad (14.9)$$

при всех углах θ и φ и всех значениях размерных параметров R_1, R_2 тора и независимо от числа витков n и значений постоянных интегрирования I_φ и β_0 .

Существование инвариантной скорости движения вдоль геодезической в рассматриваемой геометрии и равенство ее "скорости света" в (14.1) — факт весьма примечательный.

Инвариантность c , как известно, постулирована в СТО, и этот постулат сохраняется в таком качестве во всех релятивистских теориях. Здесь сделан первый шаг в доказательстве этого постулата и замены его теоремой в рамках ТФП. Результат (14.9) получен при $s/l_0^2 \rightarrow 0$, что соответствует $R_1 \rightarrow \infty$ и практически означает, что он верен только вне конечной поверхности тора во внешнем для этой поверхности пространстве. Для определения скорости на самой поверхности тора конечных размеров надо определить на ней ход времени.

Вопрос о времени в этой геометрии требует еще специального исследования. Есть основания полагать, что в рамках этой геометрии время следует лишить привычного нам макроскопического понятия — извечно текущей в одном направлении величины. Время здесь за один оборот по углу θ изменяется от 0 до $T/2$, а затем вновь уменьшается до 0. Отметим только, что на поверхности тора конечных размеров скорость движения равна $n\beta c > c$. Заряд, движущийся на этой поверхности, — тахон.

Для дальнейшего важно, что отображение скоростей и временной составляющей метрического тензора g_{00} на подпространства ($3 \rightarrow 2$), 2ПП , ($2 \rightarrow 1$) и 1ПП из 3ПП возможно при условии, что эти величины в перечисленных ПП становятся величинами, постоянными во времени, свойственным этим подпространствам. Для этого нет необходимости обязательно переопределять толкование времени в указанном выше смысле, просто нужно задать соответствующий закон отображения.

Мы получим, таким образом, согласование движения фундаментона на поверхности тора с описанием ЭЧ в других пространствах.

14.2.

Динамика движения и расчет параметров фундаментона

Отметим, что ЗТ в псевдоримановой геометрии на поверхности тора для тензора Эйнштейна

$$G_k^i = R_k^i - \frac{1}{2} R \delta_k^i \quad (14.10)$$

приводит к таким значениям его составляющих:

$$G_0^0 = \frac{\cos\theta}{R_2 (R_1 + R_2 \cos\theta)}; \quad G_1^1 = - \frac{\nu^1 \sin\theta}{2R_2 (R_1 + R_2 \cos\theta)}; \\ G_2^2 = \frac{2\nu^{11} + \nu^{12}}{4R_2^2} \quad (14.11)$$

Истолкование найденной связи между параметрами в кинематике движения фундаментона, а также того, что на поверхности тора в указанной геометрии есть винтовая геодезическая, приводит к весьма интересному результату. По всей вероятности, единственная возможность объяснения динамики движения фундаментона на поверхности тора, кинематика которого соответствует найденной геодезической, сводится к управлению этим движением полями двух токовых струи (рис. 14.1).

Одна токовая струна, проходящая через ось тора и уходящая в "бесконечность" (замыкающаяся на расстояниях порядка радиуса Вселенной), создает магнитное поле, которое при взаимодействии с магнитным полем токовой струны, проходящей по оси тора, дает результирующее поле вдоль n -витковой линии по поверхности тора. Если в ЗПП мы встретились с феноменом, который обладает электрическим зарядом в направлении угла φ и магнитным зарядом вдоль траектории движения, которое практически ортогонально к плоскости, секущей тор, то описание динамики движения фундаментона будет полным.

Все эти вопросы подлежат обстоятельному изучению и развитию в будущем. В настоящее время мы можем ограничиться той большой информацией, которую дают уже известные нам закономерности, позволяющие, как будет показано, рассчитать большую часть свойств ЭЧ и ЭЧВ. Так, все параметры самого фундаментона мы можем вычислить, опираясь на те сведения, которые уже получены.

Основной ЭЧ в нашем мире является протон, так как протон-антипротонный вакуум почти на десять порядков имеет большую концентрацию, нежели ближайший к нему электрон-позитронный вакуум. Естественно поэтому считать, что фундаментон, находящийся в основном состоянии в ЗПП, отображается на 1ПП как протон. Исходя из этого мы можем определить параметры фундаментона и уточнить параметры протона. Определим сперва заряды протона и фундаментона. ЗТ и требо-

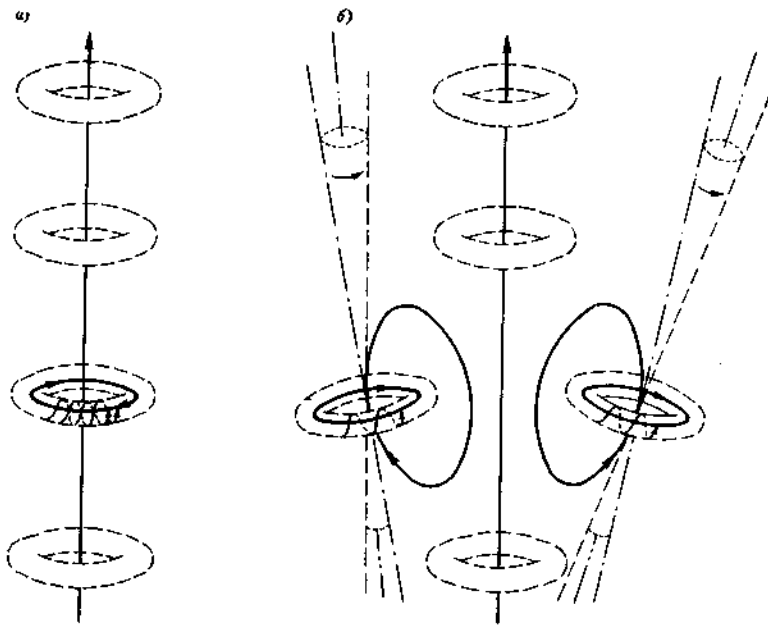


Рис. 14.1. Схема образования фундаментона как основной клетки пространства S^3
 a – ЭЧВ; $б$ – ГЭЧ

вание устойчивости круговой орбиты приводит [2] к такому уравнению для $\gamma_{(2 \rightarrow 1)}$ в расчетном $(2 \rightarrow 1)$ ПП структуры протона:

$$\gamma_{(2 \rightarrow 1)} = (1 - \beta_1^2)_p (1 - g_{00})_p^{1/2} (1 - 3g_{00})_p^{1/2} \frac{M_p c}{2m_p^2}, \quad (14.12)$$

индекс p означает, что все параметры – для протона. В IV ч. книги показано, что

$$g_{001} = 1 - \beta_1^2; \quad g_{002} = 1 - \beta_2^2, \quad (14.13)$$

и тогда уравнение (14.12) примет вид

$$\gamma_{(2 \rightarrow 1)} = (1 - \beta_1^2) [1 - (\beta_1^2 - \beta_2^2)]_p^{1/2} [1 - 3(\beta_1^2 - \beta_2^2)]_p^{1/2} \frac{M_p c}{2m_p^2}. \quad (14.14)$$

Известно, что

$$\gamma_{(2 \rightarrow 1)} = \frac{\alpha \hbar c}{m^2}; \quad (\gamma_{(2 \rightarrow 1)} \equiv \gamma) \quad (14.15)$$

и

$$M = \frac{\hbar k_\Phi^{1/2} \epsilon_\Phi^{1/2}}{a_{gp} (1 - g_{00})_p (1 - 3g_{00})_p}, \quad (14.16)$$

где $a_{gp} = \frac{\beta_2 k_y}{\beta_1 k_x} = 1,00088903$ – безразмерная константа для протона;

$K_\Phi = 1,00000431$ и $\epsilon_\Phi = 1,00000036$ – “фоновые” константы ФВ (см. разд. 2.1). Из (1.64) и (1.65) для безразмерной константы α имеем

$$\alpha = \frac{\pi (1 - \beta_1^2)_p k_\Phi^{1/2} \epsilon_\Phi^{3/2}}{a_{gp} (1 - g_{00})_p^{1/2} (1 - 3g_{00})_p^{1/2}}. \quad (14.17)$$

В ЗПП заряды ФП q_1 и q_2 равны между собой. Это равенство сохраняется и в ПП $(3 \rightarrow 2)$; 2ПП, а в подпространстве $(2 \rightarrow 1)$ $q_1 \neq q_2$. Разность зарядов ФП – есть релятивистский эффект, в результате которого и возникает электрический заряд, равный этой разности в ПП $(2 \rightarrow 1)$ и который отражается на 1ПП, сохраняя свое значение. Безразмерная константа α имеет в этом процессе отображения физических параметров смысл отношения квадрата электрического заряда в 1ПП и в ПП $(2 \rightarrow 1)$ к квадрату заряда ФП в ЗПП.

Следовательно,

$$\alpha = \left(\frac{q^{(1)}}{q_{1,2}^{(3)}} \right)^2 \text{ и } (q^{(3)})^2 = (q_2^{(3)})^2 = \hbar c. \quad (14.18)$$

В дальнейшем будут приведены расчетные формулы и некоторые результаты расчета параметров всех ЭЧ. Для нахождения численного значения мировой постоянной α по (14.17) из безразмерных внутренних параметров протона получим, подставляя соответствующие численные значения,

$$(1 - \beta_1^2)_p = 2,32380368 \cdot 10^{-3}; \quad (1 - \beta_2^2)_p = 2,55488672 \cdot 10^{-3}; \\ \alpha = 7,29735256 \cdot 10^{-3},$$

что, с известной по состоянию на апрель 1988 г. [108] точностью в эксперименте, совпадает с экспериментальным значением $\alpha = 7,2973504(61) \cdot 10^{-3}$, а по точности существенно превосходит его.

Вычислим теперь другие параметры фундаментона.

Скорости движения диполя зарядов ФП, образующих фундаментон в ЗПП, в соответствии с (7.24) будут

$$\beta_1^{(3)} = n_{1p} \beta_{1p}; \quad \beta_2^{(3)} = n_{2p} \beta_{2p} \quad (14.19)$$

(численное значение $n_{1p}^2 = 6330$ и $n_{2p} = 5494$ (см. С. 274). С учетом того, что массы, связанные с фундаментальными зарядами, имеют разные знаки, для отображения массы из 2ПП на ПП ($2 \rightarrow 1$) или 1ПП, что в данном случае все равно, мы должны записать [2]

$$m_p = \frac{|m_2^{(2)}| - |m_1^{(2)}|}{(|\beta_2^{(3)}|^2 - 1)} \quad (14.20)$$

где m_p ; $|m_2^{(2)}|$; $|m_1^{(2)}|$ — соответственно масса протона в 1ПП и абсолютные значения масс в 2ПП.

А массы в 2ПП отображаются на 3ПП по закону

$$|m_2^{(2)}| = \frac{|m_2^{(3)}|}{(|\beta_2^{(3)}|^2 - 1)^{3/2}}; \quad |m_1^{(2)}| = \frac{|m_1^{(3)}|}{(|\beta_1^{(3)}|^2 - 1)^{3/2}} \quad (14.21)$$

и тогда между массами, составляющими фундаментон в 3ПП, и массами того, что отразится на ПП ($2 \rightarrow 1$) и, следовательно, на 1ПП (в нашем случае массой протона), будет существовать такая зависимость:

$$m_p = \frac{m_2^{(3)}}{(|\beta_2^{(3)}|^2 - 1)^{5/2}} \left[1 - \frac{m_1^{(3)} (|\beta_2^{(3)}|^2 - 1)^{3/2}}{m_2^{(3)} (|\beta_1^{(3)}|^2 - 1)^{3/2}} \right] \quad (14.22)$$

Для устойчивости круговой орбиты должно еще выполняться следующее условие: $|m_2^{(3)}| = \sqrt{\frac{9}{8}} |m_1^{(3)}|$, и тогда получим

$$m_2^{(3)} = m_p \frac{(|\beta_2^{(3)}|^2 - 1)^{5/2}}{\left[1 - \sqrt{\frac{8}{9}} \frac{(|\beta_2^{(3)}|^2 - 1)^{3/2}}{(|\beta_1^{(3)}|^2 - 1)^{3/2}} \right]} \quad (14.23)$$

В уравнении (14.23) приведена масса "голого" протона без учета взаимодействия его с ФВ. Для того чтобы учесть и это взаимодействие в соответствии с формулами для масс, указанными в ч. IV (см. С. 246),

надо ввести в (14.23), еще множитель $\frac{a_g^{1/2}}{\beta_2^2}$, тогда окончательная формула для расчета массы $|m_2^{(3)}|$ у фундаментона примет вид

* — Здесь и далее мы для внутренних параметров индекс p опускаем, поскольку все они берутся для протона.

$$|m_2^{(3)}| = m_p \frac{a_g^{1/2}}{\beta_2^2} \frac{(n_2^2 \beta_2^2 - 1)^{5/2}}{\left[1 - \sqrt{\frac{8}{9}} \frac{(n_2^2 \beta_2^2 - 1)^{3/2}}{(n_1^2 \beta_1^2 - 1)^{3/2}} \right]} \quad (14.24)$$

В (14.23) и (14.24) рассчитывается положительная часть массы фундаментона, так как только она и вносит вклад в определение эффективного радиуса фундаментона и константы гравитационного взаимодействия.

Для этих параметров справедливы такие формулы:

$$G_\Phi = \frac{q_{1,2}^2}{m_2^2} = \frac{\hbar c}{m_2^2}; \quad (14.25)$$

$$r_\Phi = \left(\frac{G_\Phi \hbar}{c^3} \right)^{1/2} = \frac{\hbar}{m_2^{(3)} c} = \frac{G_\Phi m_2^{(3)}}{c^2} \quad (14.26)$$

Особый интерес представляет нахождение численных значений всех этих параметров фундаментона. Они определяются как функции мировых констант \hbar , c и m_p и внутренних параметров структуры протона, полученных в ТФП. Внутренние константы известны с точностью не хуже 9 значащих цифр, мировые константы определены из опыта [143] с точностью в основном до 6-го знака. Как будет показано в разд. 2, расчетные формулы, найденные в ТФП, позволяют уточнить значение мировых констант в ТФП.

$$m_p = 1,67264850 \cdot 10^{-24} \text{ г (опыт - } 1,6726485 (86) \cdot 10^{-24} \text{ г);}$$

$$c = 2,997924579 \cdot 10^{10} \text{ см/с (опыт - } 2,99792458 (1,2) \cdot 10^{10} \text{ см/с);}$$

$$\hbar = 1,05458870 \cdot 10^{-27} \text{ эрг} \cdot \text{с (опыт - } 1,0545887 (57) \cdot 10^{-27} \text{ эрг} \cdot \text{с).}$$

С учетом этих численных значений мировых констант и приведенных выше значений внутренних параметров $n_1, n_2, \beta_1, \beta_2$ для протона имеем

$$G_\Phi = 6,67167370 \cdot 10^{-8} \text{ см}^3 \cdot \text{г}^{-1} \cdot \text{с}^{-2};$$

$$r_\Phi = \left(\frac{G_\Phi \hbar}{c^3} \right)^{1/2} = \frac{\hbar}{m_2^{(3)} c} = \frac{G_\Phi m_2^{(3)}}{c^2} = 1,61595314 \cdot 10^{-33} \text{ см.} \quad (14.27)$$

Приведенное значение константы гравитационного взаимодействия внутри фундаментона удивительным образом совпадает с определенной из опыта гравитационной константой взаимодействия в макромире, равной $6,6720 (41) \cdot 10^{-8} \text{ см}^3 \cdot \text{г}^{-1} \cdot \text{с}^{-2}$. Однако, поскольку ТФП позволяет более точный расчет этой константы, то представляет интерес сравнение приведенного значения G для фундаментона с величиной этой константы, вычисленной для взаимодействия протона в макромире,

г. е. в ИПП, найденном по формуле, опубликованной в [49] В. А. Кратом и И. Л. Герловиным,

$$G = a_g \frac{g \alpha \hbar c}{32} \left(\frac{\lambda_p^2 R_\infty^2}{\pi m_p} \right)^2 \quad (14.28)$$

Подстановка в нее соответствующих численных значений приводит к величине, которая в 1,00011630 больше указанной в (14.27). Интересно, что это число очень близко к отношению $\beta_{1p}/\beta_{2p} = 1,00011583$. Учитывая погрешность используемых в расчете по формуле (1.3.78) экспериментальных величин, такое совпадение, по-видимому, следует считать полным. В этом случае остается ожидать экспериментальной проверки различия гравитационного взаимодействия в глубинах микромира и в макромире, которое здесь предсказывается. Физически это различие весьма прозрачно: внутри фундаментона влияние ФВ практически отсутствует, в то же время в макромире им пренебрегать нельзя, а величина $\beta_{1p}/\beta_{2p} = \epsilon_1^{1/2} / \epsilon_2^{1/2}$ — одна из важных характеристик ФВ (см. др. разд. и [7, 14]).

Радиус протона в ПП (2 → 1) связан с его массой формулой [7, 14]

$$R_p = \frac{\hbar}{m_p c} \frac{2s \beta_L}{\epsilon_{2p}} \quad (14.29)$$

($2s = \frac{1}{\cos \alpha}$ — коэффициент, определяемый углом прецессии). Отношение массы фундаментона $m_\Phi = 2,17688010 \cdot 10^{-5}$ г к массе протона следующее:

$$m_2^{(3)} / m_p = 1,30145700 \cdot 10^{19}; \quad (14.30)$$

отношение

$$\epsilon_{2p} R_p / 2s r_\Phi = 1,30145700 \cdot 10^{19} \quad (14.31)$$

также равно этой величине. Поскольку нормализующие множители, связанные со структурой ЭЧ и их взаимодействием с ФВ, в отношении масс и отношении радиусов неодинаковы, то совпадение величин в (14.30) и (14.31) не носит тривиального характера и свидетельствует о внутренней согласованности методов расчета в ТФП.

Таким образом, частица Планка, получившая в физической литературе ряд специальных наименований "максимон", "планкеон" — есть основной кирпичик вещества — фундаментон.

Параметры фундаментона естественным образом отображаются в нашем мире в таком виде, что наблюдается основная частица вещества — протон. Другая устойчивая частица в нашем мире — электрон — тоже может рассматриваться как отображение на ИПП этого же фундаментона, но при этом в формулах вида (14.19)–(14.24) появляются

скорости движения субчастиц в структуре электрона и существенно меняется соотношение метрических свойств при отображении.

Можно показать, что любая ЭЧ представляет собой отображение на наш мир (ИПП-базу расслоения) того же фундаментона, если корректным образом учесть особенности отображения из ЗПП на ИПП, а для нестабильных частиц — сильно возрастающее для них влияние ФВ.

15 ТОЧНЫЙ ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ВСЕХ МИРОВЫХ КОНСТАНТ В ТФП

В ТФП достигнут высокий уровень единого согласования теоретически определенных параметров для частиц микромира. Как уже отмечалось, этот уровень характеризуется столь высокой точностью, что вычисленные теоретические значения параметров имеют погрешность, которая составляет всего 3–4 единицы 10-го знака.

Особенно важен такой результат в ТФП. Описанная в разд. 12 связь между размерностью физических величин и размерностью пространства, где эта величина проявляется, существенно влияет на методику расчета параметров, характеризующих мир вещества, и в частности на способ расчета мировых констант.

В отличие от всего того, что ранее представлялось о будущей возможности теоретического определения мировых констант, разработки, выполненные нами в рамках ТФП, открыли уникальную возможность вычисления ВСЕХ МИРОВЫХ КОНСТАНТ как безразмерных, так и, что выглядит парадоксально, размерных констант из БЕЗРАЗМЕРНЫХ ПОСТОЯННЫХ, найденных в теории. Эта последняя возможность связана с тем, что всем, без исключения, мировым константам, имеющим в трехмерном пространстве привычные размерности, соответствует в линейном пространстве величина, имеющая однозначную размерность (например, только длину, или только время, или только массу), а в точечном-нульмерном пространстве всем мировым константам с любой размерностью однозначно соответствует определенная безразмерная величина (как правило, эта величина для фундаментальных констант равна единице). Поэтому, определив, скажем, для константы гравитации безразмерное значение ее в нульмерном пространстве, находим значение этой константы в линейном пространстве в см^2 , или с^2 , или г, а затем и численное значение этой размерной константы в трехмерном пространстве, где она в принятой нами системе единиц имеет размерность $\text{см}^3/\text{г} \cdot \text{с}^2$.

Расчет численных значений мировых констант получен из безразмерных постоянных ТФП. Все постоянные теории — прямое следствие ее уравнений и не содержат подгоночных параметров.

В настоящем разделе приведены формулы, по которым можно теоретически вычислить основные мировые константы. Результаты этого вычисления, сопоставленные с экспериментальными данными, сведены в табл. 15.1.

15.1. Фундаментальные взаимодействия через "сильную гравитацию" (термин А. Салама) и инвариантная длина находятся из уравнений. Константа гравитационных взаимодействий в ЗПП (между фундаментонами) определяется так:

$$\gamma_{\Phi} = \frac{q_{\Phi}^2}{m_{\Phi}^2} = \frac{\hbar c}{m_{\Phi}^2} \quad (15.1)$$

где q_{Φ} , m_{Φ} – фундаментальный заряд и масса фундаментона. Постоянная гравитации в макромире (1ПП) через константы ТФП определяется так:

$$G_{\text{макро}} = G_{\text{м}} = \frac{\alpha_{\text{inv}} R_{1p}^2}{m_p^2 2\pi r_{\text{inv}}^2} \left[\frac{a_g n^2 (\beta_1 - \beta_2)^2}{\epsilon_2 n_1^2 \beta_1^2} \right]_p, \quad (15.2)$$

где a_g , n_1 , n , ϵ_2 , β_1 , β_2 , R_p , m_p – параметры структуры протона; α_{inv} , r_{inv} – инвариантные константы электромагнитного взаимодействия и длины в макромире.

Универсальная постоянная электромагнитного полевого взаимодействия определяется из уравнения

$$\alpha_{\text{inv}} = s_p (\epsilon_1 + \epsilon_2) p g_{00p} \sqrt{\frac{3}{2^{1/2} (1 - \beta_1^2) p a_{gp}}}, \quad (15.3)$$

где s_p , ϵ_{1p} , g_{00} – параметры структуры протона,

$$r_{\text{inv}} = \sqrt{\frac{9}{8}} \text{ – от единицы длины.} \quad (15.4)$$

Отношение констант $G_{\text{м}}$ и γ_{Φ} полностью определяется отношением диэлектрических проницаемостей основной составляющей ФП, т.е. диэлектрической проницаемостью структуры протона

$$\frac{G_{\text{м}}}{\gamma_{\Phi}} = \left(\frac{\epsilon_{1p}}{\epsilon_{2p}} \right)^{1/2}$$

Из (15.1)–(15.5) имеем для $\frac{R_{1p}}{r_{\text{inv}}}$

$$\frac{R_{1p}}{r_{\text{inv}}} = \frac{2\pi}{\alpha_{\text{inv}}} \left(\frac{m_p}{m_{\Phi}} \right)^2 \left(\frac{n_{1p}}{n_p} \right)^3 \frac{\epsilon_{1p}^{1/2} \epsilon_{2p}^{1/2} \beta_2^2 p}{a_{gp} (\beta_1 - \beta_2)^2} \quad (15.6)$$

Из ТФП известно, что

$$\frac{m_{\Phi}}{m_p} = (\beta_2^{(3)})^2 - 1)^{3/2} \frac{a_{gp}^{1/2}}{\epsilon_2^{1/2} p} \left[1 - \sqrt{\frac{8}{9}} \frac{(1 - \beta_2^{(3)})^2 - 1)^{3/2}}{(1 - \beta_1^{(3)})^2 - 1)^{3/2}} \right]^{-1}, \quad (15.7)$$

где $\beta_1^{(3)}$ и $\beta_2^{(3)}$ – скорости внутреннего движения "первой" и "второй" частиц, составляющих структуру фундаментона. Из (15.6) и (15.7) с учетом (15.4) легко вычисляется значение R_{1p} в сантиметрах (так как r_{inv} принято измерять в см.).

15.2. Массу протона m_p в ТФП можно вычислить по формуле

$$m_p = \frac{2s_p}{R_{1p} \beta_{1p} a_{gp} (1 - g_{00})_p (1 - 3g_{00})_p} \quad (15.8)$$

Радиус электрона в расчетном подпространстве ПП (2 → 1) определяется из радиуса структуры протона R_p по формуле

$$R_{1e} = R_{1p} \sqrt{\frac{8}{9}} \frac{\epsilon_{2p}^{3/2} \epsilon_{\Phi}^{1/2} (1 - \beta_2^2)_p^{1/2}}{a_{gp}^{1/2} k_p \epsilon_{1p}^{1/2} (1 - g_{00})_p^{1/2} (1 - 3g_{00})_p^{1/2} (1 - \beta_2^2)_e^{1/2}}, \quad (15.9)$$

где $k_p = \frac{\alpha_p}{\alpha_e}$.

Значение массы электрона легко вычислить по такой формуле:

$$m_e = \frac{\hbar}{R_{1e} c} \frac{2s_e d}{\beta_{1e}} \left(\text{но: } \frac{m_p}{m_e} = \frac{m_p (15 \cdot 8)}{m_e (15 \cdot 10) \epsilon_{\Phi}^{1/3}} \right). \quad (15.10)$$

15.3. Константа электромагнитного взаимодействия для электрона определяется равенством (см. С. 234)

$$\alpha_e = \sqrt{\frac{3(1 - \beta_2^2)_e^{1/2} \epsilon_{2p} \beta_{1e}}{2^{1/2} \beta_{Le}}}. \quad (15.11)$$

Константа полевого взаимодействия для протона определяется из равенства

$$\alpha_p = \frac{\pi (1 - \beta_1^2)_p k_{\Phi}^{1/2} \epsilon_{\Phi}^{3/2}}{a_{gp} (1 - g_{00})_p^{1/2} (1 - 3g_{00})_p^{1/2}}, \quad (15.12)$$

где $k_{\Phi} = \frac{\alpha_{\text{inv}}}{\alpha_e}$.

Константа полевого взаимодействия для фундаментона определяется равенством

№ n/n	Наименование	Обозначение	Численные значения мировых констант		
			Тео		
			$d=0$	$d=1$	(2→1) (расчетное, $d=2$)
1.	Радиус фундаментона	$R_{\Phi} \equiv \lambda_{\Phi}$	—	$1,61\ 595\ 0165\ X \times 10^{-33}\ \text{см}$	—
2.	Масса фундаментона	m_{Φ}	—	$6,18\ 830\ 065\ 2\ X \times 10^{32}\ \text{см}^{-1}$	$2,17\ 684\ 756\ 6\ X \times 10^{-5}\ \text{г}$
3.	Константа полевого взаимодействия фундаментона	α_{Φ}	1	1	1
4.	Константа гравитационного взаимодействия фундаментона	γ_{Φ}	1	—	$2,61\ 129\ 493\ 4\ X \times 10^{-66}\ \text{см}^2$
5.	Заряд фундаментона	q_{Φ}	1	1	$5,62\ 274\ 891\ 1\ X \times 10^{-9}$
6.	Радиус протона	R_p	—	$2,20\ 712\ 068\ 6\ X \times 10^{-14}\ \text{см}$	$2,20\ 712\ 068\ 6\ X \times 10^{-14}\ \text{см}$
7.	Комптонская длина протона	λ_p	—	$2,10\ 309\ 039\ 2\ X \times 10^{-14}\ \text{см}$	$2,10\ 309\ 039\ 2\ X \times 10^{-14}\ \text{см}$
8.	Масса протона	m_p	—	$4,75\ 490\ 904\ 0\ X \times 10^{13}\ \text{см}^{-1}$	$1,67\ 262\ 291\ 4\ X \times 10^{-24}\ \text{г}$
9.	Константа полевого взаимодействия протона	α_p	—	—	0
10.	Константа гравитационного взаимодействия протона	γ_p	—	—	$3,22\ 760\ 089\ 0\ X \times 10^{-30}\ \text{см}^2$
11.	Заряд протона	e_p	—	—	0
12.	Отношение m_{Φ} к m_p	$\frac{m_{\Phi}}{m_p}$	—	$1,30\ 145\ 700 \cdot 10^{19}$	$1,30\ 145\ 700 \cdot 10^{19}$

стант в разных подпространствах

рия	Опыт		
	$d=3,1$	Иформация в 1 ПП из других ПП	Непосредственные измерения в 1ПП
—	—	—	—
$2,17\ 684\ 756\ 6 \cdot 10^{-5}\ \text{г}$	Нет данных	—	
1	1	—	
$6,67\ 177\ 503\ 5\ X \times 10^{-8}\ \text{см}^3/\text{г} \cdot \text{с}^2$	Нет данных	Нет данных	
$5,62\ 274\ 891\ 1 \cdot 10^{-9}$	Нет данных	—	
$2,20\ 712\ 068\ 6 \cdot 10^{-14}\ \text{см}$	$\approx (10^{-14} - 10^{-15})$	—	
$2,10\ 309\ 039\ 2 \cdot 10^{-14}\ \text{см}$	Нет данных	—	
$1,67\ 262\ 291\ 4 \cdot 10^{-24}\ \text{г}$	—	$1,67\ 262\ 31(10) \cdot 10^{-24}\ \text{г}$	
$7,29\ 735\ 237\ 8 \cdot 10^{-3}$	$7,29\ 735\ 301\ 9(61) \cdot 10^{-3}$	$7,29\ 735\ 301\ 9(61) \cdot 10^{-3}$	
—	Нет данных	—	
$4,80\ 320\ 750\ 6 \cdot 10^{-10}$	$4,80\ 320\ 68(15) \cdot 10^{-10}$	$4,80\ 320\ 68(15) \cdot 10^{-10}$	
—	—	—	

№ п/п	Наименование	Обозначение	Численные значения мировых констант		
			Теор		
			$d=0$	$d=1$	(2 → 1) (расчетное, $d=2$)
13	Радиус электрона	R_e	—	$4,17\ 353\ 674\ 7 \times 10^{-11}$ см	$4,17\ 353\ 674\ 7 \times 10^{-11}$ см
14	Масса электрона	m_e	—	$2,58\ 960\ 368\ 2 \times 10^{10}$ см ⁻¹	0
15	Константа полевого взаимодействия электрона	α_e	—	$7,29\ 732\ 076\ 5 \times 10^{-3}$	$7,29\ 732\ 076\ 5 \times 10^{-3}$
16	Заряд электрона	e_e	—	—	$4,80\ 319\ 710\ 2 \times 10^{-10}$ ед
17	Комптоновская длина электрона	λ_e	—	$3,86\ 159\ 475 \times 10^{-11}$ см	$3,86\ 159\ 475 \times 10^{-11}$ см
18	Отношение m_p к m_e	$\frac{m_p}{m_e}$	—	—	1836, 152 536
19	Универсальная константа электромагнитного взаимодействия	α_{inv}	—	—	$7,29\ 735\ 217\ 7 \times 10^{-1}$
20	Универсальная микроскопическая константа гравитационного взаимодействия	G	1	$6,67\ 254\ 705\ 6 \times 10^{-8}$ см ³ /г·с ²	$6,67\ 254\ 705\ 6 \times 10^{-8}$ см ³ /г·с ²
21	Отношение G к γ_{Φ}	$\frac{G}{\gamma_{\Phi}}$		1,00 011 583 1	1,00 011 583 1
22	Инвариантный единичный радиус	r_{inv}	1	$\sqrt{\frac{9}{8}}$ см	$\sqrt{\frac{9}{8}}$ с
23	Постоянная Планка	\hbar	1	1	$1,05\ 457\ 308\ 0 \times 10^{-27}$ эрг·с

стант в разных подпространствах

рия	Опыт		
	$d=3,1$	Информация в 1 ПП из других ПП	Непосредственные измерения в 1 ПП
	$4,17\ 353\ 674\ 7 \cdot 10^{-11}$ см	Нет данных	—
	$9,10\ 938\ 978\ 6 \times 10^{-28}$ г	$9,10\ 938\ 97(54) \times 10^{-28}$ г	$9,10\ 938\ 97(54) \times 10^{-28}$ г
	$7,29\ 732\ 076\ 5 \times 10^{-3}$	Нет данных	Нет данных
	$4,80\ 319\ 710\ 2 \cdot 10^{-10}$ ед	Нет данных	Нет данных
	$3,86\ 159\ 475 \cdot 10^{-11}$ см	$3,86\ 154\ 323(65)$	—
	1836, 152 536	1836, 152 701 (37)	1836, 152 701 (37)
	$7,29\ 735\ 217\ 7 \cdot 10^{-1}$	Нет данных	Нет данных
	$6,67\ 254\ 705\ 6 \times 10^{-8}$ см ³ /г·с ²	$6,67\ 259(85) \cdot 10^{-8} \times 10^{-8}$ см ³ /г·с ²	$6,67\ 259(85) \times 10^{-8}$ см ³ /г·с ²
	1,00 011 583 1	Нет данных	Нет данных
	$\sqrt{\frac{9}{8}}$ с	Нет данных	—
	$1,05\ 457\ 308\ 1 \cdot 10^{-27}$ эрг·с	$1,05\ 457\ 266(63) \times 10^{-27}$ эрг·с	$1,05\ 457\ 266(63) \times 10^{-27}$ эрг·с

№ п/п	Наименование	Обозначение	Численные значения мировых констант		
			Тео		
			$d=0$	$d=1$	(2 → 1) (расчетное, $d=2$)
24	Скорость света	c	1	1	$2,99\ 757\ 455\ 5 \times 10^{10}$ см/с
25	Константа Ридберга	R_{∞}	—	$1,09\ 737\ 315\ 0 \times 10^5$ см ⁻¹	$1,09\ 737\ 315\ 0 \times 10^5$ см ⁻¹
26	Константа Больцмана	k	—	—	$1,38\ 065\ 940\ 7 \times 10^{-16}$ эрг/ед
27	Константа Хаббла	H_0	—	—	$5,01\ 218\ 068\ 0 \times 10^{-18}$ с ⁻¹
28	Космологическая константа	λ	—	—	$5,01\ 218\ 068\ 0 \times 10^{-18}$ с ⁻¹
29	Фоновая диэлектрическая постоянная вакуума	ϵ_{ϕ}	—	—	1,00 000 035 1
30	Универсальный коэффициент взаимодействий	$k_{\phi} = \frac{\alpha_{inv}}{\alpha_e}$	—	—	1,00 000 430 5
31	Протонный коэффициент взаимодействия	$k_p = \frac{\alpha_p}{\alpha_e}$	—	—	1,00 000 433 2
32	Временная составляющая метрического тензора у протона	g_{00p}	—	—	$2,31\ 083\ 038\ 22 \times 10^{-4}$
33	Временная составляющая метрического тензора у электрона	g_{00e}	—	—	$3,18\ 078\ 896\ 6 \times 10^{-14}$
34	Первая диэлектрическая постоянная структуры протона	$\epsilon_{1p} \equiv B_{1p}^2$	—	—	$(1,00\ 232\ 921\ 7)^{-1}$

стант в разных подпространствах

рия	Опыт		
	$d=3,1$	Информация в 1 ПП из других ПП	Непосредственные измерения в 1 ПП
	$2,99\ 757\ 455\ 5 \cdot 10^{10}$ см/с	$2,99\ 757\ 458 \cdot 10^{10}$ см/с	$2,99\ 757\ 458 \cdot 10^{10}$ см/с
	$1,09\ 737\ 315\ 0 \cdot 10^5$ см ⁻¹	$1,09\ 737\ 315\ 34(13) \times 10^5$ см ⁻¹	$1,09\ 737\ 315\ 34(13) \times 10^5$ см ⁻¹
	$1,38\ 065\ 940\ 7 \times 10^{-16}$ эрг/ед	$1,38\ 065\ 8(12) \cdot 10^{-16}$	$1,38\ 065\ 8(12) \cdot 10^{-16}$
	$5,01\ 218\ 068\ 0 \times 10^{-18}$ с ⁻¹	$(5-10) \cdot 10^{-18}$ с ⁻¹	—
	$5,01\ 218\ 068\ 0 \cdot 10^{-18}$ с ⁻¹	$(5-10) \cdot 10^{-18}$ с ⁻¹	—
	1,00 000 035 1	Нет данных	—
	1,00 000 430 5	Нет данных	Нет данных
	1,00 000 433 2	Нет данных	Нет данных
	$2,31\ 083\ 038\ 22 \cdot 10^{-4}$	Нет данных	Нет данных
	$3,18\ 078\ 896\ 6 \cdot 10^{-14}$	Нет данных	Нет данных
	$(1,002329217)^{-1}$	Нет данных	Нет данных

№ п/п	Наименование	Обозначение	Численные значения мировых констант		
			Теор		
			$d=0$	$d=1$	$(2 \rightarrow 1)$ (расчетное, $d=2$)
35.	Вторая диэлектрическая постоянная структуры протона	$\epsilon_{2p} = B_{2p}^2$	—	$(1,00\ 256\ 143\ 0)^{-1}$	$(1,00\ 256\ 1430)^{-1}$
36.	Радиус слабого взаимодействия	R_S	—		
37.	Константа полевого слабого взаимодействия	$\alpha_{сл}$	—	$9,19\ 398\ 743\ 0 \cdot 10^{-16}$	$9,19\ 398\ 743 \cdot 10^{-15}$
38.	Гравитационная константа слабого взаимодействия	γ_s	—	—	$1,03\ 897\ 460 \times 10^{17} \text{ см}^3/\text{г} \cdot \text{с}^2$

$$\alpha_{\Phi} = \frac{\pi (|\beta_1^{(3)}|^2 - 1) k_{\Phi} \epsilon_{\Phi}^{3/2} \epsilon_{1p}^{1/2}}{a_{g\Phi} (|\beta_1^{(3)}|^2 + |\beta_2^{(3)}|^2 - 1)^{1/2} (3|\beta_1^{(3)}|^2 + 3|\beta_2^{(3)}|^2 - 1)^{1/2}}, \quad (15.13)$$

$$\text{где } a_{g\Phi} = \frac{8}{9} \frac{a_{gp}^{3/2} n_{1p}}{\epsilon_{2p}^3 n_{2p} k_{\Phi} \epsilon_{\Phi}^{3/2}}. \quad (15.14)$$

Фоновая диэлектрическая проницаемость вакуума отличается от единицы всего в 8-м знаке, однако для наших точных расчетов это имеет значение. Численное значение ϵ_{Φ} получается в ТФП из условия (см. ч. IV монографии)

$$\epsilon_{\Phi} = \frac{g_{inv}^2}{3\hbar c}, \quad (15.15)$$

однако она может быть получена и внутри выполненного здесь расчета мировых констант из такого условия для константы полевого взаимодействия фундаментона:

$$\alpha_{\Phi} = 1, \quad (15.16)$$

тогда, решая совместно (15.13), (15.14) и (15.16), находим α_{Φ} и ϵ_{Φ} .

стант в разных подпространствах

рия	Опыт	
	$d=3,1$	Информация в 1 ПП из других ПП
$(1,00\ 256\ 143\ 0)^{-1}$	Нет данных	Нет данных
$9,19\ 398\ 743 \cdot 10^{-15}$	Нет данных	Нет данных
$1,03\ 897\ 460 \times 10^{17} \text{ см}^3/\text{г} \cdot \text{с}^2$	Нет данных	Нет данных

15.4 В ТФП, в отличие от известных теорий, существуют три константы электромагнитного взаимодействия, отличающиеся друг от друга всего в 6-м знаке, но этот факт имеет принципиальное значение. Две константы мы уже вычислили: это константа универсального электромагнитного взаимодействия α_{inv} , определяемая по (15.3), и константа лептонного взаимодействия α_e , определяемая из параметров электрона по (15.11). Кроме того, есть константа электромагнитного взаимодействия для адронов, определяемая через параметры протона по (15.12), поэтому для удобства вычисления в расчетные формулы были введены такие коэффициенты:

$$k_{\Phi} = \frac{\alpha_{inv}}{\alpha_e}, \quad (15.17)$$

$$k_p = \frac{\alpha_p}{\alpha_e}. \quad (15.18)$$

15.5. Универсальная постоянная c (скорость света) в подпространстве с $d=0$ и $d=1$ равна безразмерной единице, а в подпространстве с $d=2$ и $d=3,1$ однозначно определяется из величины радиуса фундаментона r_{Φ} и безразмерных постоянных ТФП по формуле

$$c = \frac{k_c}{r_\Phi^{1/3}}, \quad (15.19)$$

где

$$k_c = \frac{\epsilon_{2p}^{5/2} (1 - \epsilon_{00})^{1/2} (1 - 3\epsilon_{00})^{1/2} k_p k_\Phi^{1/2}}{2\sqrt{2} a_{gp}^{1/2} \epsilon_\psi \epsilon_\Phi^2}. \quad (15.20)$$

15.6. Универсальная постоянная \hbar – постоянная Планка – также определяется из r_Φ и постоянных ТФП по формуле

$$\hbar = r_\Phi k_h, \quad (15.21)$$

где

$$k_h = \frac{n_{2p}^2 \beta_{2p}}{\alpha_p n_{1p} k_p^2 \epsilon_\Phi^2}. \quad (15.22)$$

15.7. Постоянная Ридберга. По физическому смыслу постоянная излучения R_∞ , введенная Ридбергом, есть отношение максимальной частоты, которую может излучить данная частица, к скорости света, т. е.

$$R_\infty = \frac{\nu_{\text{изл. max}}}{c}. \quad (15.23)$$

В собственной системе координат первая гармоника, которую может излучить частица, соответствует ее собственной частоте ν_{e0} . На первое подпространство эта частота отобразится для электрона (дубль-частица) в виде

$$\nu_{\text{изл. max}} = \sqrt{\frac{9}{8}} \frac{2s_{ed}}{\epsilon_{2p}} (1 - \beta_{2e}^2)^{1/2} \nu_{e1}. \quad (15.24)$$

Поскольку

$$R_1 = \frac{2s_{ed} \hbar \omega_{1e}}{m_e c \beta_{1e}}$$

и

$$\nu_{e1} = \frac{\beta_{1e} c}{2\pi R_1}, \quad (15.25)$$

то

$$R_\infty = \sqrt{\frac{9}{8}} \frac{\beta_{1e} \epsilon_{2p} m_e c (1 - \beta_{2e}^2)^{1/2} \beta_{1e}}{\beta_{Le} 2\pi \hbar}. \quad (15.26)$$

Известно, что между R_∞ и другими мировыми константами существует давно известная связь:

$$R_\infty = \frac{2\pi^2 m_e e^4}{ch^3} = \frac{m_e c \alpha_e^2}{4\pi \hbar}, \quad (15.27)$$

из (15.20) и (15.21) получим

$$\frac{\alpha_e^2}{2} = \sqrt{\frac{9}{8}} \frac{(1 - \beta_{2e}^2)^{1/2} \beta_{1e} \epsilon_{2p}}{\beta_{Le}} \quad (15.28)$$

или

$$\alpha_e = \sqrt{\frac{3(1 - \beta_{2e}^2)^{1/2} \beta_{1e} \epsilon_{2p}}{2^{1/2} \beta_{Le}}},$$

что подтверждает уравнение (15.11).

Из формулы (15.27) легко вычислить значение постоянной Ридберга для электрона.

Наблюдаемая в большинстве экспериментов величина R_∞ связана не с α_e , а с константой ЭМ взаимодействия протона α_p и с учетом влияния ϵ_Φ , поэтому наблюдаемое значение константы надо определять по формуле

$$R_\infty(\text{эксп.}) = \frac{\bar{m}_e (\alpha_p \epsilon_\Phi)^2}{4\pi e^{1/3}}, \quad (15.29)$$

где \bar{m}_e – масса электрона в системе единиц; $\hbar = c = 1$, т. е. в см^{-1} .

15.8. Постоянная Хаббла. Как уже говорилось, вакуумная теория гравитации (ВТГ) предсказывает существование нового явления, названного "гравитационным трением", которое должно проявляться в вакууме. Значение потери энергии от "гравитационного трения" позволяет определить значение постоянной Хаббла:

$$H = \frac{\int_0^s E_1 ds}{sh}, \quad (15.30)$$

где E_1 – энергия, потерянная фотоном за один период; s – расстояние до источника света. Формула для вычисления константы Хаббла имеет следующий вид:

$$H_0 = \frac{3\sqrt{2} G m_e^3 c}{2eh^2 \alpha_e^4 s} \int_0^s \left(1 - \frac{R}{\lambda e^{R/\lambda - 1}}\right) ds, \quad (15.31)$$

где m_e – масса электрона; α – постоянная тонкой структуры (константа ЭМ взаимодействия); R – радиус структуры ЭЧВ; λ –

длина волны света, гравитационное трение которого рассчитывается.

Легко видеть, что $\frac{R}{\lambda e R/\lambda - 1} \ll 1$, и тогда с точностью до величины порядка единицы

$$H_0 = \frac{3\sqrt{2}Gm_e^3c}{2\pi eh^2\alpha_{inv}^4} \quad (15.32)$$

15.9. Постоянная Больцмана. В физическом смысле постоянная Больцмана является переходным множителем от температуры к энергии. В рамках ТФП для постоянной Больцмана была получена формула

$$k = \frac{2(2\bar{s}_e)^3(1-\beta_2^2)e m_e c^2}{3\pi a_{gp}^{1/2}(1-g_{00})_p^{1/2}(1-3g_{00})_p^{1/2}} \quad (15.33)$$

где $2\bar{s}_e = \frac{1}{\cos\alpha_e} = \frac{\sqrt{57}}{7}$; α_e — угол прецессии струны в структуре электрона; $a_{gp}^{1/2}(1-g_{00})_p^{1/2}(1-3g_{00})_p^{1/2}$ — нормализующий множитель, отличается от единицы в 6-м знаке.

По этой формуле произведено определение численного значения константы, указанное в табл. 15.1.

15.10. Численный расчет скорости света может быть произведен не только по формуле (15.19), но и из простой зависимости между основными в нашей большой Вселенной мировыми константами, у которых сохраняется их размерность для подпространства с $d = 3,1$,

$$c = \frac{H_0 r_{eg}}{R \propto \mathcal{F}_\Phi} \quad (15.34)$$

Для точного вычисления скорости света необходимо при расчете H_0 в приближенную формулу (15.32) ввести нормализующий коэффициент, отличающийся от единицы в 3-м знаке

$$\frac{3\frac{3}{2} k \frac{1}{2}}{a_{gp}^{1/2}(1-g_{00})_p^{3/2}(1-3g_{00})_p^{3/2}} \quad (15.35)$$

15.11. Радиус Вселенной определяется такой простой формулой:

$$r_{(Вселенной)} = \frac{c}{H_0} = 5,98\,057\,960\,6 \cdot 10^{27} \text{ см}, \quad (15.36)$$

и тогда космологический член для нашей макровселенной будет

$$\lambda_{(Вселенной)} = \frac{1}{r_{(Вселенной)}^2} = 2,79\,584\,730\,6 \cdot 10^{-56} \text{ см}^{-2}. \quad (15.37)$$

В то же время λ -член для микровселенной с радиусом r_Φ будет

$$\lambda_{\text{микро}} = \frac{1}{r_\Phi^2} = \frac{1}{G_{\text{микро}}} = 3,82951\,7635 \cdot 10^{65} \text{ см}^{-2}. \quad (15.38)$$

В этом радикальное различие макромира и субмикромира.

15.12. В итоговой таблице расчетов мировых констант (см. табл. 15.1) указаны численные значения констант в подпространствах с $d = 0, d = 1, d = 2; d = 3,1$, полученные теоретически. Для сопоставления приведены численные значения этих констант, полученные из опыта.

В экспериментальных колонках приведены два значения: одно, — полученное в результате непосредственных измерений, а другое — в результате теоретической обработки опосредованных экспериментальных данных. Эти последние в ТФП интерпретируются как извлеченная из косвенных наблюдений информация о процессах, протекающих в других подпространствах. Так, например, оценка размеров структуры протона сейчас производится в результате обработки данных эксперимента по рассеянию ЭЧ. Этот процесс протекает в 2ПП, а в 1ПП мы наблюдаем не сам процесс рассеяния, а только результат этого процесса, который и позволяет судить о размерах ЭЧ при рассеивании.

В тех случаях, когда параметр в данном ПП принципиально наблюдаться не может, ставится черточка, а когда его значение не поступило, в таблице указывается: "нет данных".

РЕЗЮМЕ

1. В разд. 11 обстоятельно излагаются особенности чисто гравитационного взаимодействия. Мы говорим чисто гравитационного, потому что это взаимодействие, как частный случай универсального, определяется через массу и полностью определяется только массой. Гравитационное взаимодействие отличается от других проявлений фундаментального поля — сильного, электромагнитного, слабого взаимодействия — тем, что ему соответствуют не поля, истоками которых являются сами частицы, а универсальное поле натяжений в физическом вакууме, которое проявляется во всех точках нашей Вселенной. Эти натяжения оказывают определенное давление на все элементарные частицы. Однако некоторые элементы структуры не пропускают силовых линий этого взаимодействия, а экранируют их. Экранирование силовых линий, связанных с натяжением в вакууме, вызывает притяжение частиц, иначе — порождает то взаимодействие, которое мы называем гравитационным. В разделе не только излагается основа математического аппарата для расчета гравитационной постоянной при микро-

скопическом взаимодействии во Вселенной, но и показывается, что это взаимодействие свойственно всем структурам вещества, обладающим массой.

В разд. 12 на примере протон-протонного взаимодействия рассматриваются особенности теории взаимодействия элементарных частиц в ФП. Показывается, что с учетом пространственной анизотропии структуры и фундаментального поля взаимодействие имеет тоже особенности, связанные с этой анизотропией и, естественно, с нарушением сферической симметрии во взаимодействии. Упомянутые особенности соответствуют уже известному эксперименту и предсказывают некие новые результаты, которые еще из эксперимента не получены.

3. В разд. 13 подробно излагается расчет прецессии субчастиц в структуре элементарных частиц в расчетном подпространстве. Именно в расчетном подпространстве, потому что динамика движения, число субчастиц, характер взаимодействия зависят от того, в каком подпространстве мы их рассматриваем. Для того, чтобы рассчитать свойства частиц, наблюдаемых в первом подпространстве, мы должны рассматривать динамику того или иного процесса или структуру в расчетном подпространстве как способ отображения того, что происходит во 2 и 3-м подпространствах на 1-е подпространство. Именно это мы в 1-м подпространстве наблюдаем.

Прецессия субчастиц, которая во 2-м подпространстве имеет определенный вид, в расчетном подпространстве деформируется и в таком деформированном виде отображается на 1-е подпространство. Эта процедура и приводит к тому, что обычное механическое движение, которое наблюдалось бы, если бы мы могли это движение зафиксировать во 2-м подпространстве, на самом деле отображается на 1-е подпространство в виде того явления, которое мы сейчас называем "спином частиц". Итак, спин частиц — не есть обычная характеристика механического движения потому и только потому, что обычное механическое движение совершается во 2-м подпространстве, а на 1-е отображается результат этого движения, а именно, наблюдается проекция момента движения частиц на ось прецессии. Спин — это есть проекция механического момента движения частиц во 2-м подпространстве на ось прецессии. Сам механический момент может быть наблюден только во 2-м подпространстве, а в расчетном и, следовательно, в 1-м — наблюден быть не может.

4. В разд. 14 произведен расчет всех основных характеристик и особенностей структуры фундаментона. Рассматриваются структура фундаментона в 3-м подпространстве, особенности движения его в этом подпространстве. Рассматривается также, как этот процесс отображается на 1-е подпространство и косвенно проявляется в наших экспериментах, косвенно, потому что непосредственно наблюдаться не может. Отображения, идущие с 3-го подпространства прямо на 1-е, только опосредованно могут в нем восприниматься, ибо в 1-м подпространстве

мы наблюдаем непосредственно отображение всего того, что происходит во 2-м подпространстве, а отображение от 3-го подпространства дает некое уточнение. Можно даже сказать, что отображение с 3-го подпространства на 1-е — это расчет того, что мы видели бы в 1-м подпространстве, если бы из 3-го на 1-е эти характеристики отобразились так, что их можно было наблюдать. Поэтому фундаментон, который имеет определенные характеристики в 3-м подпространстве, мы должны с точки зрения 1-го подпространства интерпретировать иначе с учетом трансформации пространственных и временных масштабов. И вот то, что наблюдалось бы в 1-м подпространстве из 3-го, — и есть такая форма существования фундаментона, которая совпадает с частицей Планка. Мы уже упоминали, что эту частицу называют по-разному: планкеон и максион и так далее. Эту частицу мы никогда не будем наблюдать в 1-м подпространстве, но если бы мы ее наблюдали, она имела бы определенные из расчета характеристики. Эти характеристики точно рассчитаны и приведены в разделе.

5. Результаты, полученные в ФП, позволяют сделать теоретический расчет многих мировых констант. О том, как считается постоянная тонкой структуры, мы уже указывали, но, кроме этого, ФП позволяет посчитать и другие мировые константы. В разд. 15 приведены методы расчета целого ряда мировых констант и численное значение результатов этого расчета.

IV ЧАСТЬ

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ВСЕХ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ НА ЭВМ

16 ВЫВОД РАСЧЕТНЫХ ФОРМУЛ

16.1.

Постановка задачи

В настоящее время число элементарных частиц — основных кирпичиков мироздания — перевалило за 800. Техника экспериментального изучения этих частиц из года в год совершенствуется.

Учитывая значение этой проблемы, крупнейшие развитые страны мира тратят многие сотни миллионов рублей ежегодно для создания все более совершенных ускорителей заряженных частиц и приборов для их регистрации и измерения параметров. Делается это для того, чтобы укрепить фундамент бурно развивающейся научно-технической революции. А фундаментом НТР, и это общепризнанно, является наше представление о природе материи. К сожалению, в настоящее время существует огромный разрыв между сведениями, которые мы черпаем из эксперимента, и нашим умением объяснить полученные в нем данные. Сейчас научились измерять массу частиц с точностью до 3–7 знаков, но вычислить теоретически значения масс до ТФП не умели — расчеты давали бесконечное значение масс; научились устранять эту бесконечность методом перенормировки, но вынуждены были брать в расчет численное значение массы из эксперимента. При расчете зарядов существующие теории дают значение, равное нулю, что ничуть не лучше бесконечности.

Известные теории позволяют рассчитать значение спина и магнитного момента электрона и значение магнитного момента мюона. Эти же параметры у других частиц считать до ТФП не умели. Даже магнитный момент у таких давно известных частиц, как протон и нейтрон, не поддавался расчету. Отсутствие понимания того, что определяет основные свойства ЭЧ, не позволяло их даже систематизировать однозначным образом так, чтобы в эту систематизацию вошли все частицы.

Мы говорили о возможностях современной теории, исключая новую релятивистскую квантовую теорию фундаментального поля [7, 18, 33, 34, 134]. Из ТФП следует периодический закон микрочастиц (ПЗМ) [84]. В рамках этого закона удастся не только систематизировать все

экспериментально обнаруженные частицы, но и найти методику точного теоретического расчета основных параметров или приближенные количественные оценки других параметров элементарных частиц. Расчеты, выполненные на основе ПЗМ, дают параметры голых элементарных частиц. Уточнение параметров реальных частиц ведется на основе развиваемой в ТФП теории кварковых структур (см. 5-й разд. моногр.). При этом получается уточнение методики расчета параметров ЭЧ.

Из опыта известно очень много частиц, и каждая из них оценивается восьмью независимыми параметрами. Чтобы сопоставить взятые из эксперимента сведения с возможностями теоретического расчета параметров, нужно, во-первых, учесть надежность и точность каждого полученного из эксперимента параметра; во-вторых, решить вопрос, какие в каждом случае должны быть критерии сопоставления теоретических и экспериментальных данных, которые бы позволяли однозначное их сопоставление, в-третьих, отработать логику сопоставления всего этого множества данных, чтобы вопрос отождествления мог надежно решаться на ЭВМ. В ч. IV монографии описывается, как в ТФП решаются эти вопросы. Описана методика отождествления экспериментальных данных с теоретическими, а также процедуры, реализующие ее. Приведены и обсуждены результаты этого отождествления, проведенного на ЭВМ.

Особые трудности вызывает отождествление частиц, параметры которых определены экспериментально с малой точностью. Покажем это на примере расчета частиц, у которых масса определена грубо. Теория дает спектр масс, который у тяжелых частиц очень редок (масса первой частицы в ПЗМ [7, 84] отличается от массы второй примерно в два раза), но спектр постепенно сгущается по мере уменьшения массы. Поэтому если масса экспериментально обнаруженной частицы дана с точностью, меньшей чем интервал между соседними частицами в теоретическом спектре масс, то надежность отождествления только по массе резко снижается. Тем более, что существует, как правило, несколько элементарных частиц, массы которых в пределах точности эксперимента совпадают. В этих случаях необходимо было создать логику сопоставления нескольких схожих по массе частиц с соответствующими теоретическими так, чтобы сопоставление других параметров частиц — заряда, спина, времени жизни и др. — позволило сделать сопоставление экспериментально найденной частицы с расчетной достаточно надежным.

Дальнейшие исследования по разработке методики отождествления теоретических и экспериментальных данных, которые выполнялись в рамках данной работы, преследовали цель устранения указанных недостатков.

Расчетные формулы во всех современных теориях являются всегда в той или иной степени приближенными, поэтому параллельно с отработкой отождествления теоретических и экспериментальных данных велась работа по уточнению самих расчетных формул. Особенно это

относилось к определению параметров, значения которых в той или иной степени зависят от процесса взаимодействия ЭЧ с физическим вакуумом с момента рождения частицы до установления равновесия в этом взаимодействии. Теория этого релаксационного периода ЭЧ находилась до последнего времени в зачаточном состоянии [7, 18, 33-34]. К настоящему времени удалось существенно продвинуться в понимании физической сущности этого процесса, что позволило уточнить методику расчета времени жизни частиц, причем время жизни короткоживущих частиц-резонансов определяется теоретически в подавляющем числе случаев с точностью, намного превышающей точность эксперимента. Точность расчета времени жизни долгоживущих частиц, как мы уже отмечали, еще недостаточно велика. В части IV приведены и анализируются результаты отождествления теоретических и экспериментальных данных на основе таблиц экспериментальных данных, опубликованных в 1988 г. [108]. В последнее время удалось найти критерий отбора теоретически предсказываемых частиц, который позволил выделить из всего многообразия возможных состояний те, которые подлежат прямому наблюдению в проводимых сейчас экспериментах. Критерий основан на механизме образования наблюдаемых кварковых структур из ненаблюдаемых – виртуальных ГЭЧ и ЭЧВ.

16.2.

Расчетные формулы для теоретического определения параметров элементарных частиц

16.2.1. Основные условные обозначения и сокращения

Теоретически определяются численные значения следующих параметров всех элементарных частиц, как предсказанных, так и уже обнаруженных:

Масса m – в массах электрона;

Заряд q – в $\sqrt{\alpha\hbar c}$;

Спин \mathcal{J} – в \hbar ;

Магнитный момент μ – в собственных магнетонах $\frac{e\hbar}{2mc}$;

Время жизни τ – в с;

Ширина резонанса Γ – в МэВ;

Изотонический спин I ;

Пространственная четность p ;

Барионное число B ;

Лептонное число L ;

Странность s ;

Очарование c (включая критерий "скрытого очарования");

Красота b ;

Прелесть t .

в общепринятых
безразмерных единицах

Указанные безразмерные величины определяются как однозначные функции безразмерного целочисленного положительного "фундамен-

тального квантового числа" K , одинакового для группы однородных частиц, входящих в зарядовый мультиплет ПЗМ, у которых K имеет одно и то же значение. Так, например, для вычисления m, q, \mathcal{J}, μ и других параметров для протона, антипротона, нейтрона и антинейтрона $K = 133$. Численное значение K не вводится произвольно, а тоже определяется из соответствующих уравнений. Поскольку допускаемые значения K образуют ряды чисел, кратных некоторому значению K_p , то параметры частиц образуют в соответствии с этим периодически повторяющиеся ряды. Формулы приведены в прилагаемых таблицах.

Параметры, относящиеся к 1ПП, 2ПП или 3ПП, имеют сверху в скобках соответствующий этому подпространству индекс. Так, например, $q_1^{(2)}, q_1^{(3)}$ – величины наружного фундаментального заряда соответственно в 2ПП и 3ПП.

Отсутствие верхнего индекса в скобках означает, что параметр отнесен к расчетному подпространству – пространству отражения 2ПП на 1ПП через 3П ($2 \rightarrow 1$). Нижние индексы без скобок означают, как правило, отношение этого параметра к *наружной* (индекс "1") или *внутренней* (индекс "2") окружностям, по которым движутся субчастицы в структуре ЭЧ во втором и расчетном подпространствах.

$K_1 = 2[\varepsilon\pi K + 1]$ – однозначная функция K (целое число);

NS – номер ряда в ПЗМ, в котором находится рассматриваемая ЭЧ;

N или NT – номер зарядового мультиплета ПЗМ в этом ряду;

Δ – номер состояния внутри данного зарядового мультиплета в ПЗМ;

R_1, R_2 – радиусы соответственно наружной и внутренней окружностей структуры ЭЧ;

$R_L = \frac{m_1 R_1 + m_2 R_2}{m_1 + m_2}$ – радиус окружности, по которой вращается

центр инерции "поперечных" (положительных) масс m_1 и m_2 ;

$R_L^{(2)}$ – то же, для структуры в 2ПП;

$R_1^{(2)}, R_2^{(2)}, R_1^{(3)}, R_2^{(3)}$ – те же радиусы в модели ЭЧ, рассматриваемой в 3ПП и в 2ПП;

n_1, n_2 – число субчастиц в расчетной модели на наружной и внутренней окружностях соответственно;

$n = \frac{n_1 + n_2}{2}$ – среднее значение общего числа субчастиц, постоянное

для данного ряда;

$n_1^{(2)} = n_2^{(2)} = n$ – для 2ПП;

$n_1^{(3)} = n_2^{(3)} = 1$ – для 3ПП;

β_1, β_2 – линейные скорости движения субчастиц соответственно на наружной и внутренней орбитах, в с;

β_L — линейная скорость центра масс-диполя в модели ЭЧ, в с на расстоянии R_L от центра ЭЧ;

$\Delta\beta$ — величина, характеризующая отличие линейных скоростей субчастиц от среднего значения скорости $\beta = \frac{\beta_1 + \beta_2}{2}$ — в с;

$\beta_1^{(2)} \equiv \beta_1$; $\beta_2^{(2)} \equiv \beta_2$ — линейные скорости в 2ПП;

$\beta_1^{(3)} = \beta_1 n_{1p}$; $\beta_2^{(3)} = \beta_2 n_{2p}$ — линейные скорости наружного и внутреннего зарядов фундаментона — основной субчастицы вещества;

n_{1p} , n_{2p} — n_1 , n_2 — для оптимальной частицы первого ряда 1.19.1 (протон);

1.19.1. (20) — условное обозначение частицы в ПЗМ. Например: 1 — номер ряда, 19 — номер мультиплета, 1 — номер состояния в мультиплете, (20) — номер кваркового состояния (протон). 1.19.6. (21) — частица 1-го ряда, 19-го мультиплета, 6-го состояния в мультиплете, 21-го кваркового состояния (нейтрон);

\dot{Q} , A_1 , A_2 , A_m , t_{ν} , $t_{\nu d}$ — вспомогательные функции внутренних параметров ЭЧ (однозначные функции K);

$k_x = n_1 (1 - \beta_1^2)^{3/2}$ — медленно меняющаяся функция n_1 и β_1 , ($k_x \rightarrow 2^{-1/2}$ при $\beta_1 \rightarrow 1$);

$k_y = n_2 (1 - \beta_2^2)^{3/2}$ — медленно меняющаяся функция n_2 и β_2 , ($k_y \rightarrow 2^{-1/2}$ при $\beta_2 \rightarrow 1$);

n_w — концентрация частиц в вакууме 1ПП, см⁻³;

ϵ_1 , ϵ_2 , ϵ_{1d} , ϵ_{2d} — эффективные диэлектрические проницаемости вакуума соответственно для наружной и внутренней окружностей частицы, а с индексом d — то же для "дубль-частицы" [7, 18, 33];

ϵ_w — собственная диэлектрическая проницаемость вакуума, для отдельных ЭЧ, она равна одной из эффективных ϵ ($\epsilon_{1,2}$ или $\epsilon_{1,2}$);

μ_1 , μ_2 , μ_{1d} , μ_{2d} — магнитные проницаемости (рассматриваются аналогично диэлектрическим);

op или p , e — индексы, характеризующие принадлежность к любому — оптимальному состоянию op или, в частности, к протонному p ($NS = 1, NT = 19$), или электронному e ($NS = 3, NT = 16009$) состоянию;

$a_g = \frac{\beta_2^2 k_y^2}{\beta_1^2 k_x^2}$ — коэффициент, учитывающий метрические характеристики ЭЧ;

ω_1 , ω_2 — угловые частоты субчастиц на наружной или внутренней орбитах;

ω_w — собственная угловая частота ЭЧВ;

T_1 , T_2 — периоды вращения субчастиц на наружной или внутренней окружностях;

w_1 , w_2 — интенсивности излучения субчастиц наружной или внутренней окружностей;

$\cos\alpha$, $\cos\alpha_q$, $\overline{\cos\alpha_1}$, $\overline{\cos\alpha_2}$ — косинусы углов прецессии зарядов и масс в структуре ЭЧ разных подпространств.

q — наблюдаемый электрический заряд ЭЧ, в $\sqrt{a\hbar c}$;

m_1 , m_2 — суммарные "поперечные" (положительные) массы субчастиц, расположенных на наружной или внутренней орбите, в массах электрона;

m — наблюдаемая в первом подпространстве масса ЭЧ, в массах электрона;

$m_1^{(3)}$, $m_2^{(3)}$ — масса, связанная соответственно с наружным или внутренним зарядом фундаментона;

$m_{эф}^{(3)}$ — эффективная масса фундаментона;

$m_{эф}$ — эффективная масса масс-диполя у ЭЧ в расчетном подпространстве;

s — суммарный механический момент субчастиц, в \hbar ;

\mathcal{J} — спин (проекция s на ось прецессии ЭЧ, в \hbar);

$\tau_{кл}$ — "классическое" время существования ЭЧ, в с;

$\tau_{кв}$ — "квантовое" время существования ЭЧ, в с;

α — постоянная тонкой структуры;

R_∞ — постоянная Ридберга, в см⁻¹;

λ_p — комптоновская длина волны протона, в см;

m_p — масса протона, в г;

m_e — масса электрона, в г;

G — гравитационная постоянная, в см³/г · с²;

Γ — ширина резонанса для данной ЭЧ, в МэВ;

Наш расчет выполняется для модели, которая относится к комплексному подпространству отражения свойства частиц со второго подпространства на первое, т.е. в расчетном подпространстве. Все параметры, которые непосредственно или косвенно наблюдаются в 1ПП, должны определяться в "расчетном", конечно, с учетом отражения свойств из 2ПП и 3ПП на 1ПП.

16.2.2. Расчет основных параметров физического вакуума

Физический вакуум в ТФП рассматривается как система элементарных частиц вакуума (ЭЧВ), равномерно заполняющая все пространство. К основным параметрам его относится концентрация ЭЧВ, обозначенная n_w .

Известно [66], что объем замкнутого риманова пространства с положительной кривизной $V = 2\pi^2 a^3$, где a — радиус кривизны пространства. В нашем случае радиусом кривизны для ЭЧ является величина $a = 2R_1$, которая представляет собой радиус сферы Шварцшильда, структуры ЭЧ в 2ПП, т.е.

$$V_{об} = 2\pi^2 (2R_1)^3, \text{ точнее: } V_{об} = 8\pi^2 R_1^3 \frac{n^3}{n_1^3} \left[1 + \frac{n_1}{2n} \left(\frac{\beta_1}{\beta_2} - 1 \right) \right]^3 \quad (16.1)$$

На этот объем приходится одна ЭЧВ, которая является системой двух частиц — частицы и античастицы, поэтому концентрация ЭЧ, входящих

в ЭЧВ, оказывается в два раза большей, нежели та, которая соответствовала бы $n_w = 1/V_{об}$:

$$n_w = \frac{1}{\pi^2 (2R_1)^3} = \frac{1}{8\pi^2 R_1^3} \quad (16.2)$$

Здесь важно отметить, что понятие "плотнейшая упаковка" в неевклидовых пространствах должно вводиться по определению так: плотнейшей является такая упаковка частиц, при которой концентрация n равна $1/v_{об}$, где $v_{об}$ — объем частиц в рассматриваемом неевклидовом пространстве. Из (16.2) видно, что частица радиуса R_1 в римановом пространстве занимает объем $2\pi^2 R_1^3$, что в $1,5\pi$ раз больше $\frac{4\pi R_1^3}{3}$ — объема, который она занимает в евклидовом пространстве.

Согласно ЗТ (пространственный метаморфоз), частицы одновременно "живут" как в евклидовом, так и в римановом пространствах. Но риманово пространство отличается от евклидова тем, и только тем, что, вследствие наличия в римановом пространстве кривизны, частица размещается в нем, занимая больший объем. По сути дела, это и есть основное отличие риманова пространства от евклидова.

Важными параметрами физического вакуума является его диэлектрическая и магнитная проницаемости. Поскольку имеет место дисперсия, то эффективная проницаемость зависит от частоты ЭЧВ ω_w , $\omega_{1,2}$ и собственной частоты субчастиц, составляющих данную ЭЧ, для которых мы и определяем ϵ и μ .

Если не учитывать за малостью "фоновую" постоянную составляющую ϵ и μ (подробнее см. в работе [84]), а также и то, что физический вакуум для ЭЧ является не покоящейся, а движущейся средой, то из общепринятых элементарных преобразований [7, 18, 34], решая уравнение вида

$$m_\epsilon \frac{d^2 x}{dt^2} = qE_0 e^{-i\omega t},$$

$$\vec{p} = \frac{q^2 n_w}{m_\epsilon \omega^2} \vec{\epsilon} E_0 e^{-i\omega t}, \quad (16.3)$$

где m_ϵ — эффективная масса в этом процессе, \vec{p} — вектор поляризации, и учитывая, что по физическому смыслу $\omega^2 = \omega_{1,2\text{эф}}$, получим

$$\epsilon_1 = \left[1 + \frac{4\pi q^2 n_w}{m_\epsilon \omega_{1\text{эф}}^2} \right]^{-1}, \quad (16.4)$$

$$\epsilon_2 = \left[1 + \frac{4\pi q^2 n_w}{m_\epsilon \omega_{2\text{эф}}^2} \right]^{-1}. \quad (16.5)$$

Введем обозначение

$$q^2 = \alpha \hbar c, \quad (16.6)$$

где α — безразмерная константа, значение которой будет определено далее. Масса всех частиц в ТФП может быть представлена так (см. далее и [18, 34]):

$$m = \frac{2sh \beta_L}{R_1 c \epsilon_w} B_m, \quad \text{где } B_m = \begin{cases} 8/9 & \text{при } \Delta = 1; 2 \\ 1 & \text{при } \Delta = 3; 4. \end{cases} \quad (16.7)$$

А эффективная масса $m_{\text{эф}}$ определяется из равенства согласно таблице расчетных формул.

У протона (антипротона)-частиц, составляющих основу вакуума, имеет место равенство

$$\epsilon_{1p} = \beta_1^2 p, \quad \epsilon_{2p} = \beta_2^2 p. \quad (16.8)$$

Физический смысл этого состоит в том, что скорость субчастиц у протона без влияния физического вакуума как среды в пределе была бы равной $\beta_1 = \beta_2 = 1$. Вследствие того, что $\epsilon_{1,2} \neq 1$, эффективные скорости β_1 и β_2 на самом деле становятся отличными от единицы. Решая (16.3)–(16.8) совместно, найдем

$$\epsilon_1 = \left(1 + A_1 \frac{a_g^{1/2}}{\beta_1^2 s} \right)^{-1}, \quad (16.9)$$

$$\epsilon_2 = \left(1 + A_2 \frac{a_g^{1/2}}{\beta_2^2 s} \right)^{-1}, \quad (16.10)$$

где

$$A_2 = \frac{\alpha_{gp}}{\pi} \left[\frac{(1 - \beta_2^2) \beta_1^2}{(1 - \beta_1^2) \beta_2^2} \right]_p, \quad A_1 = \frac{\alpha_{gp}}{\pi}, \quad a_g^{1/2} = \frac{\beta_2 k_y}{\beta_1 k_x}. \quad (16.11)$$

и тогда из (16.8), (16.9) и (16.11) имеем для α такое выражение через внутренние параметры протона:

$$\alpha = \frac{\pi}{\alpha_{gp}^{1/2}} (1 - \beta_1^2) p. \quad (16.12)$$

Если подставить в (16.12) численные значения α_{gp} и β_1 , найденные из расчета для протона, то получим для α такое значение: $\alpha = 7,29720 \cdot 10^{-3}$, которое отличается от принятого сейчас значения для постоянной тонкой структуры в шестом знаке. О смысле этого расхождения см. [18, 84] и ч. II настоящей монографии.

Основной вклад в свойства физического вакуума вносит протон-антипротонный вакуум, и поэтому эффективное значение

$$\epsilon_w = \begin{cases} \epsilon_{1p} \text{ для частиц с } \Delta = 1, 2, \dots \\ \epsilon_{2p} \text{ для частиц с } \Delta = 3, 4, \dots \end{cases}$$

В свою очередь, для магнитной проницаемости вакуума имеем такие формулы [113]:

$$\mu_1 = \left(1 + \frac{2\pi q_1^2 n_w l_w^2}{3mc^2} \right)^{-1},$$

$$\mu_2 = \left(1 + \frac{2\pi q_2^2 n_w l_w^2}{3mc^2} \right)^{-1}, \quad (16.13)$$

где $l_{w1,2}$ — эффективное "среднее" расстояние между ЭЧВ; q_1, q_2 — заряды фундаментального поля.

16.2.3. Определение отношения зарядов фундаментального поля q_2/q_1

Отношение зарядов на наружном и внутреннем круговых токах определяется амплитудным условием гашения излучения, которое приводит к следующей формуле:

$$W_1 f_1(t) = W_2 f_2(t), \quad (16.14)$$

где W_1 и W_2 — соответственно интенсивности излучения наружного и внутреннего зарядов ФП.

Введем обозначение $t_\nu = \frac{\Delta t^{(2 \rightarrow 1)}}{T^{(2 \rightarrow 1)}}$, где $\Delta t^{(2 \rightarrow 1)}$ — время,

за которое излучение проходит путь $R_1^{(2)} - R_2^{(2)}$. В расчетном подпространстве необходимо учесть запаздывание излучения либо внутреннего заряда (для состояния $\Delta = 1$), либо наружного (для состояния $\Delta = 2$) на время, равное $\frac{\Delta t^{(2)}}{T^{(2)}}$.

Кроме того, при переходе к расчетному подпространству надо учесть диэлектрическую проницаемость ϵ для $\Delta = 1$ и отношение квадратов числа внутренних и наружных субзарядов n_2^2/n_1^2 для $\Delta = 2$. Окончательно имеем

$$W_1 (1 + t_\nu) \epsilon_1 = W_2, \quad (16.15)$$

для $\Delta = 2$

$$W_1 = W_2 (1 + t_\nu) \frac{n_2^2}{n_1^2}, \quad (16.16)$$

Аналогично для дубль-частиц для $\Delta = 3$

$$W_1 (1 + t_{\nu d}) \epsilon_{1d}^{-1} = W_2, \text{ где } t_{\nu d} = \frac{8}{9} \epsilon_{1d} t_\nu, \quad (16.17)$$

для $\Delta = 4$

$$W_1 = W_2 (1 + t_{\nu d}) \frac{n_2^2}{n_1^2}, \quad (16.18)$$

где

$$W_1 = \frac{2q_1^2 \beta_1^4 c}{3R_1^2 (1 + \beta_1)^2}, \quad (16.19)$$

$$W_2 = \frac{2q_2^2 \beta_2^4 c}{3R_2^2 (1 + \beta_2)^2}. \quad (16.20)$$

Подробный вывод формул (16.19) и (16.20) дан в работах [7, 34, 84]. Он основан на использовании физической природы взаимодействия поля заряда и его толкования, существующего в ТФП, при решении уравнений, связывающих изменение энергии и количества движения во времени при излучении

$$W_i = - \frac{dW}{dt} = \frac{2q_i \left[\frac{\dot{\vec{v}}_i}{c} - \frac{(\dot{\vec{v}}_i \dot{\vec{v}}_i)^2}{c^2} \right]}{3c^2 (1 - \beta_i^2)^3}, \quad (16.21)$$

$$\frac{d\vec{p}_i}{dt} = \frac{\vec{v}_i}{c^2} W_i, \quad (16.22)$$

где \vec{v} — вектор количества движения.

Здесь индекс i может быть $i = 1, 2$, что соответствует, как обычно, наружной или внутренней окружности модели ЭЧ. Из (16.15)–(16.20) легко получить для отношения фундаментальных зарядов [7, 34, 85]

$$\frac{q_2^2}{q_1^2} = \frac{\beta_1^2 (1 + \beta_2)^2 n_2^2}{\beta_2^2 (1 + \beta_1)^2 n_1^2} A_q(\Delta), \quad (16.23)$$

где

$$A_q(\Delta) = \begin{cases} \epsilon_1 (1 + t_\nu), & \Delta = 1; \\ \frac{n_1^2}{n_2^2 (1 + t_\nu)}, & \Delta = 2; \\ \frac{(1 + t_{\nu d})}{\epsilon_{1d}}, & \Delta = 3; \end{cases} \quad (16.24)$$

$$\left| \frac{n^2}{n_2^2 (1 + t_{vd})} \right|, \Delta = 4.$$

В дополнение к работам [7, 34, 85] при выводе формулы (16.23) и (16.24) укажем следующее: равенство (16.23) получается из (16.19) и (16.20) при наложении амплитудного условия в виде

$$W_1 A_q(\Delta) = W_2, \quad (I)$$

где $A_q(\Delta)$ — некая функция β_1 и β_2 . Значение $A_q(\Delta)$ может быть определено из следующих условий:

в физическом вакууме существует инвариант

$$\frac{q_1^2 \beta_1^2 \cos^2 \alpha_1}{\epsilon_\Phi} + \frac{q_2^2 \beta_2^2 \cos^2 \alpha_2}{\epsilon_\Phi} = 3\hbar c, \quad (II)$$

где $\epsilon_\Phi = 1,000000351$ — фоновая диэлектрическая проницаемость в физическом вакууме (численное значение определяется из условия (II) и нижеследующих уравнений).

По физическому смыслу

$$J = S \cos \alpha = S_1 \cos \alpha_1 + S_2 \cos \alpha_2;$$

$$S_1 = m_1 v_1 R_1; \quad S_2 = m_2 v_2 R_2; \quad (III)$$

$$J = J_1 + J_2;$$

$$J_1 = S_1 \cos \alpha_1, \quad J_2 = S_2 \cos \alpha_2.$$

(Подробнее об углах α_1 и α_2 в этих уравнениях см. в разд. 7).

Существование связей (III) и инварианта (II) возможно тогда, и только тогда, когда одновременно с отношением (16.23) реализуется отношение (16.24). Иными словами, (16.24) есть следствие закона сохранения (II), который реализуется в ФВ.

16.2.4. Определение наружного фундаментального заряда q_1 и наблюдаемого электрического заряда q

Энергия, которую могут излучать наружные (или внутренние) фундаментальные заряды, находится в виде стоячей волны в поясе шириной $(R_1 - R_2)$, ибо во внешнем пространстве она скомпенсирована. (При этом надо учесть, что ультрарелятивистский ротор излучает в одну сторону).

Если заряд q_1 излучает с интенсивностью w_1 , то за время $\Delta t = \frac{R_1 - R_2}{c}$ излучение дойдет до окружности R_2 , т.е. энергия стоячей волны

$$\mathcal{E} = W_{01} \Delta t, \quad (16.25)$$

где W_{01} — интенсивность излучения, полученная без учета реакции излучения, которая учитывалась при выводе отношения (16.22). Поскольку в данном случае нас интересует вся энергия, излученная зарядом, то

$$w_i \equiv W_{01} = \frac{2q_1^2 \beta_1^4 c}{3R_1^2 (1 - \beta_1^2)^2}. \quad (16.26)$$

При аннигиляции половина накопленной в поясе $R_1 - R_2$ за время T энергии уносится двумя квантами с частотой $\nu = 1/T$, считая, что вся энергия $\mathcal{E} = 4\hbar\nu$, мы получим из (16.25) и (16.26) для q_1^2 следующую формулу [4]:

$$q_1^2 = \frac{3K_x^2 \hbar c}{\pi K (1 - \beta_1^2) \beta_1^2 \cos \alpha}. \quad (16.27)$$

Введя обозначение

$$Q_1^2 = \frac{3K_x^2}{\pi K (1 - \beta_1^2) \beta_1^2}, \quad (16.28)$$

можно записать (16.27) так:

$$q_1^2 = \frac{Q_1^2 \hbar c}{\cos \alpha}, \quad (16.29)$$

где $\cos \alpha$ — косинус угла прецессии радиус-вектора ЭЧ, соединяющего центр с местом расположения заряда (см. рис. 16.1).

Во втором подпространстве $q_1^{(2)} = q_2^{(2)}$ и, следовательно, ЭЧ в целом в нем является нейтральной частицей. Однако в расчетном подпространстве разность $|q_1| - |q_2|$ не равна нулю. Эта разность и воспринимается в III как электрический заряд. Таким образом, электрический заряд у ЭЧ есть релятивистский эффект. Поэтому он почти одинаков у всех нормализованных в вакууме частиц.

Итак:

$$q = q_1 \left(1 - \left| \frac{q_2}{q_1} \right| \right), \quad (16.30)$$

где $\frac{q_2}{q_1}$ — отношение зарядов ФП согласно (16.23).

Если расчет правилен и у всех полностью нормализованных в вакууме заряженных частиц электрический заряд равен заряду электрона, то должно выполняться условие $q^2 = \alpha$, так как мы измеряем заряды в единицах $\sqrt{\hbar c}$.

В ТФП имеются и другие способы расчета этой безразмерной константы, рассмотрим их.

16.2.5. Различные формулы для вывода постоянной тонкой структуры α и электрического заряда ЭЧ

В ТФП возможны различные подходы к определению α :

1. Можно, как мы только что указали, выразить через наблюдаемый заряд ЭЧ $q = |q_1| - |q_2|$, таким образом:

$$\alpha = \frac{(|q_1| - |q_2|)^2}{\hbar c} \equiv \frac{\left[\tilde{q}_1 \left(1 - \left| \frac{q_2}{q_1} \right| \right) \right]^2}{\hbar c} \quad (16.31)$$

Из расчета выяснилось, что только оптимальные частицы, составляющие вакуум электрон-позитронный, протон-антипротонный, например, определяют заряд, доминирующий в вакууме, достаточно точно равный $q = \sqrt{\alpha \hbar c}$. Все остальные относительно короткоживущие частицы (даже мюон, живущий $2 \cdot 10^{-6}$ с) при рождении имеют заряд, отличающийся от $\sqrt{\alpha \hbar c}$ в 3–6 знаках и удовлетворяющий условиям (16.27)–(16.30). Взаимодействие ЭЧ и ЭЧВ приводит к нарушению нужного для выполнения амплитудного условия соотношения электрических зарядов данной ЭЧ. Это происходит потому, что существует различие между зарядом ЭЧ и зарядом составных элементов ЭЧВ, вследствие чего возбужденные частицы вакуума концентрируются около данной частицы.

Это приводит к нормализации заряда ЭЧ. Нормализующие множители, которые приближают заряд всех частиц к доминирующему в вакууме, приведены в работах [7, 85] и таблице расчетных формул 16.1.

2. В ТФП [7, 18, 85] (см. разд. 19) найдено такое выражение для постоянной излучения Ридберга R_∞ для электрона:

$$R_\infty = \sqrt{\frac{9}{8}} \frac{\beta_1 \epsilon_w m_e c (1 - \beta_2^2)^{1/2}}{\beta_L \hbar} \frac{\epsilon_{1p}^{3/2}}{\epsilon_{2c}^{3/2}} \quad (16.32)$$

Поскольку между R_∞ и другими мировыми константами существует общезвестная связь

$$R_\infty = \frac{2\pi m_e e^4}{c \hbar^3}, \quad (16.33)$$

то из (16.32) и (16.33) получим такую формулу для $\alpha = \frac{e^2}{\hbar c}$:

$$\alpha_e \Big|_1 = \sqrt{\frac{3\epsilon_{2p} (1 - \beta_2^2)^{1/2}}{2^{1/2} \beta_L \epsilon_{1c}}} = 7,297320766 \cdot 10^{-3}. \quad (16.34)$$

Эта формула позволяет определить α с большой точностью, так как ее величина зависит только от трех параметров двух оптимальных частиц первого и третьего рядов – протона и электрона – и соответствует инвариантному квадрату заряда (в $\hbar c$) в физическом вакууме.

Инвариант (16.34) соответствует, как правило, частицам с $\Delta = 2,4$ в первом и втором рядах. Для $\Delta = 1,3$ всех рядов тоже, как правило, существует другой безразмерный инвариант квадрата заряда:

$$\alpha_{inv} \Big|_{II} = S_p g_{00p} (\epsilon_{1p} + \epsilon_{2p}) \sqrt{\frac{3}{2^{1/2} (1 - \beta_1^2) p^2 g_p}} = 7,297352177 \cdot 10^{-3}. \quad (IV)$$

В процессах перехода из одного состояния в другое в метастабильных состояниях могут играть роль оба инвариантных значения α , поэтому в расчете параметров таких частиц играет роль отношение этих параметров

$$k_\Phi = \frac{\alpha_{inv}}{\alpha_e} = 1,000004305. \quad (V)$$

"Фоновый коэффициент" k_Φ определяет либо степень нарушения согласования при взаимодействии фундаментальных зарядов в структуре ЭЧ с фоновым зарядом ($\alpha_{inv}|_I$ или $\alpha_{inv}|_{II}$), либо вклад одного из них при доминирующем влиянии другого.

3. Согласно представлениям ТФП, в физическом вакууме должен существовать инвариант, связанный с натяжением в вакууме. Он приводит к постоянству некоторой безразмерной величины, которая численно равна α .

Инвариантной оказывается такая зависимость:

$$\alpha_{inv} = A_K S (\epsilon_1^2 - \epsilon_2^2) \epsilon_{2p}, \quad (16.35)$$

где A_K – есть малоизменяющаяся функция внутренних параметров ЭЧ. Более удобным является такой вид этого инварианта:

$$\frac{\alpha_{inv}}{\alpha_e} = \frac{\left(1 + \frac{\epsilon_1}{\epsilon_2} \right)}{2\beta_1^2} \begin{cases} \epsilon_{1p}^{1/2} \epsilon_{2p}^{1/2} & NS = 1, \\ (\epsilon_2/\epsilon_1)^{1/2} & NS \neq 1. \end{cases} \quad (16.36)$$

16.2.6. Определение массы частиц

В рамках ТФП возможны разные способы расчета наблюдаемой массы ЭЧ, которая рассматривается в ТФП как чисто полевая, т.е. всегда

$$m = \frac{V}{c^2}, \text{ где } V - \text{ полная энергия.}$$

1. Структуру ЭЧ можно представить по квазиклассической модели [7, 85]).

На рис. 16.1 [85] большая окружность соответствует наружной орбите субчастиц, рассматриваемых во втором подпространстве. Малая – соответствует движению в расчетном и в третьем подпространствах. Истинное движение происходит по малой окружности, где нахо-

ФОРМУЛЫ ДЛЯ РАСЧЕТА

1. Внутренние параметры, одинаковые для

№ п/п	Параметры	A	B
1.1	K, K_1 A	$K = 1; 2; 3 \dots$	$K_1 = 2 [\epsilon(\pi K) + 1]$
1.2	NS, N_m K_p, K_{1p}	NS (номер ряда равен порядковому номеру A)	K_p } первое значение K и K_{1p} } K_1 в каждом ряду
1.3	β_0, n_0 n, ν	$(1 - \beta_0^2) \approx 6A$	$n_0 \approx \epsilon \left\{ 0,5 + \frac{[1 + \sqrt{1 + 8(1 - \beta_0^2)}]^{3/2}}{4(1 - \beta_0^2)^{3/2}} \right\}$
1.4	n_1, n_2 β_{1p}, β_{2p}	$n_1 = n + \frac{K_1}{2}$	$n_2 = n - \frac{K_1}{2}$
1.5	$\Delta\beta, \beta_p$ $F(n)$	$\Delta\beta_p = \frac{K_{1p}[(1 - \beta) - A]}{2\pi}$ $\Delta\beta = \Delta\beta_p NT$	$(1 - \beta) = \frac{(1 - \bar{\beta}_{1p}) + (1 - \bar{\beta}_{2p})}{2}$
1.6	β_L, β β_1, β_2	$(1 - \beta_L) = (1 - \beta) + \frac{(\Delta\beta_p)^2}{2\beta}$	$\frac{R_2}{R_1} = \frac{\beta_2 n_2}{\beta_1 n_1}$
1.7	K_x, Q_1^2 $K_y, \epsilon_{1p}, \epsilon_{2p}$	$K_x = n_1 (1 - \beta_1^2)^{3/2}$	$Q_1^2 = \frac{3k_x^2}{\pi K \beta_1^2 (1 - \beta_1^2)}$
1.8	$g_{00}, f(g_{00})$ $a_g, R_{1,2}^{(2)}$	$g_{00} = \beta_1^2 - \beta_2^2$	$f(g_{00}) = (1 - g_{00})^{1/2} \times (1 - 3g_{00})^{1/2}$
1.9	$l, l^{(2)}$ \bar{l}	$l = R_1 - R_2$	$l^{(2)} = R_1^{(2)} - R_2^{(2)}$
1.10	A_1, A_2 $A_m, \beta_{1,2}^{(3)}$	$A_1 = \left[\frac{K_x \beta_1^3 S}{K_y \beta_2} (1 - \beta_1^2) \right]_{p(1.op.1)}$	$A_2 = \left[\frac{K_x \beta_1^3 S}{K_y \beta_2^3} (1 - \beta_2^2) \right]_{p(1.op.1)}$

ПАРАМЕТРОВ ГЭЧ И ЭЧ НА ЭВМ

всех ЭЧ мультиплета, имеющего номер NT

C	D
$A = \left(1 - \frac{2\pi K}{K_1} \right)$	$6\sqrt{2} A \leq K_p^{-2}$
$NT = \frac{K}{K_p} = \frac{K_1}{K_{1p}}$ NT - номер мультиплета состояний в данном ряду	$N_m = N_{\max} [NS] = K_p [NS + 1]$
$n_0 + 2^\nu > n > n_0 - 2^\nu$ n - целое число	$\nu = 4 - \epsilon \left(\frac{\lg A}{\lg 4} \right)$
$(1 - \beta_{1p}^2) = \frac{1}{2} \left(\frac{2}{n_1} \right)^{2/3} \left[1 + \left(\frac{2}{n_1} \right)^{2/3} \right]$	$(1 - \beta_{2p}^2) = \frac{1}{2} \left(\frac{2}{n_2} \right)^{2/3} \left[1 + \left(\frac{2}{n_2} \right)^{2/3} \right]$
$F = \frac{n_1}{2n} \left[(1 - \bar{\beta}_1) - \left(1 - \frac{K_1}{n_1} \right) \times \left(1 - \bar{\beta}_2 \right) - \frac{K_1 A}{n_1} \right]$	$F(n-1) > F(n) \geq 0 > F(n+1)$
$(1 - \beta_1) = (1 - \beta) - \Delta\beta$	$(1 - \beta_2) = (1 - \beta) + \Delta\beta$
$k_y = n_2 (1 - \beta_2^2)^{3/2}$	$\epsilon_{1p} = \beta_{1p}^2; \epsilon_{2p} = \epsilon_{2p}^2$
$a_g = \frac{K_y^2 \beta_2^2}{K_x^2 \beta_1^2}$	$R_1^{(2)} = R_2 \frac{2n}{n_1} \quad R_2^{(2)} = R_2 \frac{2n}{n_2}$
$l = R_1 \frac{2\pi K}{\beta_1 n_1} = R_2 \frac{2\pi K}{\beta_2 n_2}$	$\bar{l}^{(2)} = \frac{2K_x l \nu}{K}$
$A_m = \sqrt{\frac{8}{9}} \left[\frac{\beta_2 K_y \epsilon_1 (1.op.1)}{\beta_1 K_x S d (1 - \beta_2^2)^{1/2}} \right]_{p(1.op.1)}$	$\beta_1^{(3)} = \beta_1 n_1; \beta_2^{(3)} = \beta_2 n_2$

№ п/п	Параметры	Основные и парные состояния	
		частиц (античастиц) Δ = 1 (1р и 1А) Δ = 2 (2р и 2А)	дубль-частиц (антидубль-частиц) Δ = 3 (3р и 3А) Δ = 4 (4р и 3А)
1	2	3	4
2.1	t_ν $t_{\nu d}$	$t_\nu = \frac{nK_1[(1-\beta_1) - A]}{2\pi n_2 K_X} \equiv \frac{n\Delta\beta}{\pi K_X}$	$t_{\nu d} = \frac{8}{9} \epsilon_{1d}^2 t_\nu$ при $NS = 2$; $\epsilon_{1d} = 1$
2.2	S S_d \bar{S} \bar{S}_d	$S = \frac{\beta_1^3}{\sqrt{2}} \frac{Q_1^2}{(1+\beta_1)^2} (1 + A_{se1})$ где $A_s = \frac{\beta_2 n_2 (1 - \beta_1^2) (1 + t_\nu)}{\beta_1 n_1 (1 - \beta_2^2)}$ $\bar{S} = \frac{\sqrt{89}}{18} \frac{S}{S_{1.оп.1}}$	$S_d = \frac{\beta_1^3}{\sqrt{2}} \frac{Q_1^2}{(1+\beta_1)^2} \times$ $\times (1 + A_{se1d})$
2.3	ϵ_1 ϵ_{1d}	$\epsilon_1 = \left(1 + A_1 \frac{a^{1/2}}{\beta_1^2 S}\right)^{-1}$	$\epsilon_{1d} = \left(1 + A_1 \sqrt{\frac{8}{9}} \frac{a^{1/2}}{S_d \beta_1^2}\right)^{-1}$
2.4	ϵ_2 ϵ_{2d} $\Delta \epsilon$	$\epsilon_2 = \left(1 + A_2 \frac{a^{1/2}}{S \beta_1^2}\right)^{-1}$ $(1 - \Delta \epsilon) = \frac{1}{2\beta_1^2} \left(1 + \frac{\epsilon_1}{\epsilon_2}\right) A_\epsilon$	$\epsilon_{2d} = \left(1 + A_2 \sqrt{\frac{8}{9}} \frac{a^{1/2}}{S_d \beta_1^2}\right)^{-1}$ $A_\epsilon = \begin{cases} (\beta_2 \beta_1) p & NS = 1 \\ \left(\frac{\epsilon_2}{\epsilon_1}\right)^{1/2} & NS \neq 1 \end{cases}$
2.5	$N_{оп}$ $N_{доп}$	$N_{оп} = \epsilon \left(\frac{A_0 n}{1 + \frac{A_0 K_{lp}}{2}} + 0.5 \right)$ $A_0 = \frac{3(1 - \beta_2^2)^{1/2} (1 + \beta_2)}{4\pi K_p \beta_2 \epsilon_1^{1/2} \epsilon_2^{1/2}} \times$ $\times \frac{\epsilon_2^{3/2} (3.оп.3)}{\epsilon_1 (1.оп.1)} \epsilon_\phi^{3/2}$	$N_{доп} = \epsilon \left(\frac{A_{0d} n}{1 + \frac{A_{0d} K_{lp}}{2}} + 0.5 \right)$ $A_{0d} = \frac{3(1 - \beta_2^2)^{1/2} (1 + \beta_2)}{4\pi K_p \beta_2 \epsilon_1^{-1/2} (1.оп.1) \epsilon_2^{-1/2} (1.оп.1)} \times$ $\times \frac{\epsilon_2^{3/2} (3.оп.3)}{\epsilon_1^{3/2} (1.оп.1)} \epsilon_\phi$

Составные состояния частиц		Нейтральные состояния частиц	
первое Δ = 9 - 12 (q = 1) Δ = 17 - 20 (q = 2)	второе Δ = 21 - 24	основных Δ = 5 - 8	составных Δ = 13 - 16; Δ = 25 - 32
5	6	7	8

Значения $t_\nu, S, \epsilon_{1,2}$ для всех составных состояний берутся из соответствующих значений основных состояний по таблице:

$$\text{для } \Delta = \begin{cases} 5, 9, 13, 17, 21, 25, 29 \\ 6, 10, 14, 18, 22, 26, 30 \\ 7, 11, 15, 19, 23, 27, 31 \\ 8, 12, 16, 20, 24, 28, 32 \end{cases} \text{ по } \Delta = \begin{cases} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \end{cases}$$

1	2	3
3.1	$q_1 = \left(\frac{8}{9}\right)^{1/4} (2S)^{1/2} Q_1, \Delta = 1;$ q_1 q_{1n} q_{1d} q_{1dn}	$q_1 = A_{1q} \left(\frac{8}{9}\right)^{1/4} (2S)^{1/2} Q_1; \Delta = 2; A_{1q} = \begin{cases} -1 & NS = 1 \\ 1 & NS \neq 1 \end{cases}$ $q_{1n} = q_1 \frac{K_\Phi}{\epsilon_\Phi} A_{2q}; \Delta = 1; A_{2q} = \begin{cases} \left(\frac{8}{9}\right)^{1/2}; NS = 1 \\ \sqrt[4]{8/9}; NS = 2 \\ \sqrt[4]{8/9}; NS \geq 3 \end{cases}$ $q_{1dn} = q_1 \left[\frac{(1+t_v)\epsilon_{1p}^{1/2}}{(1+t)_{op}\epsilon} \right]; \Delta = 2; \epsilon = \begin{cases} \epsilon_{2p}^{1/2}; NS = 1 \\ \epsilon_{2p}; NS \neq 1 \end{cases}$
3.2	q_2^2/q_1^2 $(q_2^2/q_1^2)_n$ $(q_2^2/q_1^2)_d$ $(q_2^2/q_1^2)_{dn}$	$\frac{q_2^2}{q_1^2} = \frac{\beta_1^2(1+\beta_2)^2}{\beta_2^2(1+\beta_1)^2} \frac{n_2^2\epsilon_1}{n_1^2} (1+t_v); \Delta = 1$ $\frac{q_2^2}{q_1^2} = \frac{\beta_1^2(1+\beta_2)^2}{\beta_2^2(1+\beta_1)^2(1+t_v)}; \Delta = 2$ $\left(\frac{q_2^2}{q_1^2}\right)_n = \frac{q_2^2}{q_1^2}; \Delta = 1, 2$

по внутренним параметрам

4-8
$q_{1d} = (2S_d)^{1/2} Q_1; \Delta = 3$ $q_{1d} = A_{1d} (2S_d)^{1/2} Q_1; \Delta = 4; A_{1d} = \begin{cases} -1 & NS = 1 \\ 1 & NS \neq 1 \end{cases}$ $q_{1dn} = q_{1d} \frac{\epsilon_{1p}^{1/4}}{\epsilon_{2p}^{1/4}} \epsilon_\Phi A_{2qd}; \Delta = 3; A_{2qd} = \begin{cases} \sqrt{8/9}; NS = 1 \\ \sqrt{9/8}; NS = 2 \\ 1; NS \geq 3 \end{cases}$ $q_{1dn} = q_{1d} \left[\frac{(1+t_{vd})}{2S_{dop}(1+t_{vd})_{op}\epsilon_{2p}\epsilon} \right]^{1/2} A_{3qd}; \Delta = 4; A_{3qd} = \begin{cases} \sqrt{9/8}; NS = 1 \\ 9/8; NS \neq 1 \\ \epsilon_{2d}^{1/2}; NS = 2 \\ \epsilon_{2d}^{1/2}; NS \neq 2 \end{cases}$
$\left(\frac{q_2^2}{q_1^2}\right)_d = \frac{\beta_1^2(1+\beta_2)^2}{\beta_2^2(1+\beta_1)^2} \frac{n_2^2}{\epsilon_{1d}n_1^2} (1+t_{vd}); \Delta = 3$ $\left(\frac{q_2^2}{q_1^2}\right)_d = \frac{\beta_1^2(1+\beta_2)^2}{\beta_2^2(1+\beta_1)^2(1+t_{vd})}; \Delta = 4$ $\left(\frac{q_2^2}{q_1^2}\right)_{dn} = \left(\frac{q_2^2}{q_1^2}\right)_d; \Delta = 3; 4$

1	2	3
3.3	$q = q_1 \left(1 - \frac{q_2}{q_1}\right) \Delta = 1; 2$ $q_n = q_{1n} \left(1 - \frac{q_2}{q_1}\right) B_q D_q B C_q$ <p>Для $NS = 3; D_q = \epsilon_{1p}^{-1} NT \neq NT_{opt}$</p> <p>Для $NS = 1:$</p> $B_q = \frac{(1 - \beta_1^2)^{1/2}}{(1 - \beta_1^2)^{1/2} \phi}; \Delta = 1 \wedge NT = NT_{opt}$ $B_q = \frac{(1 - \beta_1^2)^{1/2}}{(1 - \beta_1^2)^{1/2}_{op}} \frac{1}{\epsilon_{2p}}; \Delta = 1 \wedge NT \neq NT_{opt}$ $B_q = \frac{(1 - \beta_1^2)^{1/2}_{op}}{(1 - \beta_1^2)^{1/2}}; \Delta = 2 \wedge NT = NT_{opt}$ $B_q = \frac{(1 - \beta_1^2)^{1/2}_{op}}{(1 - \beta_1^2)^{1/2}} \frac{a_{gp}}{\epsilon_{2p}^3}; \Delta = 2 \wedge NT \neq NT_{opt}$ $B C_q = \begin{cases} (9/8)^2 \epsilon_{1p}^{1/2} \epsilon_{2p}^{-1/2} \\ a_{gp}^{1/2} / \epsilon_{2p}^{1/2} \\ 1 \end{cases}$	<p>Везде индекс p соответствует 1. оп. 1; индекс $e - 3$. оп. 3.</p> <p>В остальных случаях для $\Delta = 1; 2; 3; 4$ и им соответствующих.</p>

4-8	
	$q_d = q_{1d} \left(1 - \frac{q_2}{q_1}\right) d \Delta = 3; 4$ $q_{dn} = q_{1dn} \left(1 - \frac{q_2}{q_1}\right) B_q D_q B C_q$ <p>Для $NS = 3; D_q = \epsilon_{1p}^{-1} NT \neq NT_{opt}$</p> <p>Для $NS = 1:$</p> $B_q = \frac{(1 - \beta_2^2)^{1/2}}{(1 - \beta_2^2)^{1/2}_{op}}; \Delta = 3 \wedge NT > NT_{opt}$ $B_q = \frac{(1 - \beta_2^2)^{1/2}_{op}}{(1 - \beta_2^2)^{1/2}}; \Delta = 4 \wedge NT \leq NT_{opt}$
	$8/9 < a \leq \sqrt{8/9} \quad \Delta = 1; 2; 3; 4$ $a \leq 8/9$ $a > \sqrt{8/9}$
	$D_q = 1; B_q = 1; B C_q = 1$

3.4	$\epsilon_\phi = \frac{q_{inv}^2}{3}; q_{inv}^2 = \tilde{q}_1^2 \beta_1^2 \overline{\cos^2 \alpha_1} + \tilde{q}_2^2 \beta_2^2 \overline{\cos^2 \alpha_2}; \tilde{q}_1 = \frac{Q_1^2}{\cos \alpha_1};$ $\overline{\cos \alpha_1} = \frac{3}{4} \frac{(1 + \beta_1)^2}{Q_1^2 \beta_1^3} \left[1 + \frac{n_2^2 \beta_2 \overline{\cos \alpha_2}}{n_1^2 \beta_1 \overline{\cos \alpha_1}}\right]^{-1}; \frac{\overline{\cos \alpha_2}}{\cos \alpha_1} =$ $K_\phi = \frac{\alpha_p}{\alpha_e}$
-----	--

	$\tilde{q}_2^2 = \frac{Q_1^2}{\cos \alpha_2} \frac{\beta_1^2 (1 + \beta_2)^2 n_2^2}{\beta_2^2 (1 + \beta_1)^2 n_1^2};$ $\frac{q_2^2}{q_1^2} \Big|_\Delta = \frac{\beta_1^2 (1 + \beta_2)^2}{\beta_2^2 (1 + \beta_1)^2} \frac{n_2^2}{n_1^2} \text{ для всех } \Delta$
--	--

1	2	3
4.1	μ_1 μ_d μ_0	$\mu_1 = \frac{q}{|q_1|} \frac{\beta_1 \beta_i}{\epsilon_1 \epsilon_{2p}} \left(\frac{\epsilon_1 \beta_2 R_2}{\epsilon_2 \beta_1 R_1} + \frac{1 - \frac{\epsilon_1 \beta_2 R_2}{\epsilon_2 \beta_1 R_1}}{1 - \left(\frac{q_2}{q_1}\right)_n} \right); \Delta = 1; 2$ <p>Для нейтральных состояний $\mu_0 = \frac{q_1}{|q_1|} \frac{\beta_1 \beta_L \epsilon \left(1 - \frac{\beta_2 R_2}{\beta_1 R_1}\right)}{\epsilon_1^{1/2} \left(1 - \left(\frac{q_2}{q_1}\right)_n\right)}$;</p>
4.2	μ μ_d μ_n μ_{nd}	$\mu_n = \mu_1 \epsilon_\phi^2 \Delta = 1; 2$ $\mu = \mu_1 \frac{\epsilon_{2p}^{1/2}}{\epsilon_{1p}} \bar{S}_p$ $\mu_{\text{эф}} = \mu + (\mu_n - \mu) \left(1 - e^{-\frac{\tau_{\text{кп}}}{T} A_\mu B_\mu}\right);$
4.3	\mathcal{J}_T \mathcal{J} $\mathcal{J}_{T \max}$ \mathcal{J}_{\max} $\mathcal{J}_{\text{эф}}$	$\mathcal{J}_T = S_{\mathcal{J}} \left\{ \frac{\sqrt{2} \beta_1^3 Q_1^2 \beta_L A_\nu}{(1 + \beta_1)^2} \left[1 + \frac{K_x (1 - \beta_2^2)^{1/2}}{K_y (1 - \beta_1^2)^{1/2}} \frac{\beta_1^3 n_2^2 (1 + \beta_2)^2}{\beta_2^3 n_1^2 (1 + \beta_1)^2} \right] \right.$ $\mathcal{J} = \begin{cases} \epsilon(\mathcal{J}_T) & \Delta = 9 - 16 \\ \epsilon(\mathcal{J}_T + 0.5) / 2 \Delta \neq 9 - 16 \end{cases}$ $\mathcal{J}_{T \max} = S_{\mathcal{J}} A_{\mathcal{Y}} \frac{(1 - \beta_i^2)^{1/2}}{(1 - \beta_i^2)_p^{1/2}}; \quad A_{\mathcal{Y}} = \begin{cases} 2 & NS = 1 \\ \pi & NS \neq 1 \\ 1 & NS = 3 \\ 2 & NS \neq 3 \end{cases}$ $\mathcal{J}_{\max} = \begin{cases} \epsilon(\mathcal{J}_{T \max}) + 1 & \Delta = 9 - 16 \\ \epsilon(\mathcal{J}_{T \max}) + 0.5 & \Delta \neq 9 - 16 \end{cases}$ $\mathcal{J}_{\text{эф}} = \mathcal{J}_{\max} - (\mathcal{J}_{\max} - \mathcal{J}) \left(1 - e^{-\frac{\tau}{T} A}\right)$

$$\mu_{1d} = \frac{q}{|q_1|} \frac{\beta_1 \beta_L}{\epsilon_{\psi p}} \left(\frac{\beta_2 R_2}{\beta_1 R_1} + \frac{1 - \frac{\beta_2 R_2}{\beta_1 R_1}}{1 - \left(\frac{q_2}{q_1}\right)_d} \right); \Delta = 3; 4$$

$$\epsilon = \begin{cases} \epsilon_{\text{ГР}} & \Delta = 1; 2. \text{ Во всех случаях при } NT > NT_{\text{opt}} \\ \epsilon_{1p} & \Delta = 3; 4 \quad \mu_1 = 0; \mu_d = 0; \mu_0 = 0 \end{cases}$$

$$\mu_{nd} = \mu_{1d} \frac{1}{\epsilon_\phi^{1/2}} \quad \Delta = 3; 4$$

$$\mu_d = \mu_{1d} \left(\frac{\epsilon_{2p}}{\epsilon_{1p}}\right)^{1/2} K_\phi$$

$$A_\mu = \begin{cases} (1 - \beta_1^2)^{1/2} NS = 3 \\ (1 - \beta_2^2)^{1/2} NS \neq 3 \end{cases} \quad B_\mu = \begin{cases} 1/2\pi \Delta = 1; 2 \\ 2\pi \Delta = 3; 4 \end{cases}$$

$$\left(\frac{q_2}{q_1}\right)^2 \Big]^{-1} S_{\mathcal{Y}} = \begin{cases} S & \Delta = 1; 2 \\ S_d & \Delta = 3; 4 \end{cases}$$

$$A_\nu = \begin{cases} 1 + t_\nu & \Delta = 1 \\ 1 & \Delta = 2; 4 \\ 1 + t_{\nu d} & \Delta = 3 \end{cases} \quad \left. \begin{matrix} NS \neq 1 \\ NS = 1 \end{matrix} \right\}$$

$$A = \begin{cases} 2\pi & NS = 1 \vee (NS = 2 \vee NS = 3) \wedge \Delta = 3 \\ 4\pi & (NS = 2 \vee NS = 3) \wedge \Delta = 4 \\ \pi & (NS = 2 \vee NS = 3) \wedge \Delta = 1; 2 \end{cases}$$

1	2	3
5.1	$NS = 1, 2, 3$	$m_x = \frac{S(1 - \beta_2^2)^{1/2}}{a_g^{1/2}} A_m; S = \begin{cases} S_{\text{эф}} \Delta = 1; 2 \\ S_{\text{эф}} \Delta = 3; 4 \end{cases}$
m m_n	$NS = 1, 2$	$m_{(1)} = \frac{m_x}{a_g^{1/2} f(g_{00}) \epsilon_2}$ $m_{(1)n} = \frac{m_x}{a_g^{1/2} f(g_{00}) \epsilon_{2p}}$ $m = m_{(1)} A_s$ $m_n = m_{1n} C_S B C \epsilon_\phi^2$ $A_s = \begin{cases} 1 & \Delta = 1 - 16 \\ \sqrt{9/8} & \Delta = 17 - 20 \\ 9/8 & \Delta = 25 - 28 \\ & \Delta = 21 - 24 \\ & \Delta = 29 - 32 \end{cases}$ $\text{Для } NS = 1: BC = \begin{cases} \sqrt{8/9} \epsilon_{1p}^{1/2}; & 8/9 < q < \\ 1 & \text{в остальных} \end{cases}$
5.2	m_d m_{dn}	$m = \frac{m_x \epsilon_\phi^2}{\epsilon_2} A_\Delta; m_n = \frac{m_x}{\epsilon_{gp}} A_\Delta; \Delta = 1; 2$ $A_\Delta = \begin{cases} \frac{1}{a_g^{1/2} f(g_{00})} & \Delta = 1; 4 \\ 1 & \Delta = 2; 3 \end{cases} B_\Delta =$

массы части		4-8
		$S_{\text{эф}} = S + (\bar{S} - S) (1 - e^{-\frac{\tau_{\text{кл}}}{T}})$ $S_{\text{эф}d} = S_d + (\bar{S} - S_d) (1 - e^{-\frac{\tau_{\text{кл}}}{T}})$
$m_{(3)d}$	$m_{(3)dn}$	$m_{(3)d} = \frac{m_x \epsilon_{1d}^{1/2}}{\epsilon_{2d}^2} \sqrt{9/8}$ $m_{(3)dn} = \frac{m_x \epsilon_{1p}^{1/2}}{\epsilon_{2d}^2 \epsilon_{1d}^2} \sqrt{9/8}$
$m_{(4)d}$	$m_{(4)dn}$	$m_{(4)d} = \frac{m_x}{a_g^{1/2} f(g_{00}) \epsilon_{2d}} \sqrt{9/8}$ $m_{(4)dn} = \frac{m_x}{a_g^{1/2} f(g_{00}) \epsilon_{1p}} \sqrt{9/8}$
m_d	m_{dn}	$m_d = m_{(3)d} A_s B_s$ $m_{dn} = m_{dn} C_s$
		$B_s = \begin{cases} \epsilon_{1p}^{-1/2} & NS = 2 \wedge BC = 1 \\ 1 & NS \neq 2 \wedge BC \neq 1 \end{cases}$
		$C_s = \begin{cases} \epsilon_{1p}^{1/2} & \Delta = 1 \\ \epsilon_{1p}^{-1/2} & \Delta = 2 - 4 \\ 1 & \Delta = 1 - 4 \end{cases} \begin{cases} NT \neq NT_{\text{opt}} \\ NT = NT_{\text{opt}} \end{cases}$
		$m = \frac{m_x}{\epsilon_{2d}} \sqrt{9/8} A_\Delta B_\Delta$ $m_n = \frac{m_x}{\epsilon_{1p}} \sqrt{9/8} A_\Delta B_\Delta$
		$\frac{\epsilon_{2p}^{1/2}}{\epsilon_{1p}^{3/2} a_g^{1/2} f(g_{00}) p}; NT \neq NT_{\text{opt}}; B_\Delta = 1; NT = NT_{\text{opt}}$

1	2	3-
6.1	$\tau_{\text{кл}} = \frac{U_0}{E_0} \frac{T(1-\beta_2^2)^{1/2}}{(1-\beta_1^2)^{1/2} p \left| 1 - \frac{m_{\text{эф}}(NT+1)}{m_{\text{эф}}(NT)} \right|} \frac{2n}{n_1}$ $U_0 = m'_{\text{эф}} NT c^2 \left| 1 - \frac{m_{\text{эф}}(NT+1)}{m_{\text{эф}}(NT)} \right| A_U; \quad E_0 = \frac{2}{3} \frac{\beta_1^4}{(1+\beta_1)^2}$ $q_{1\text{эф}} = q_1 + (q_m - q_1) \left(1 - e^{-\frac{\tau}{T} 2\pi A_3} \right); \quad q_{\text{эф}} = q_1 + (q_n - q_1)$ $T = \frac{2\pi R_1}{\beta_1 c}; \quad R_1 = \frac{2\beta_L}{m'_{\text{эф}}} \frac{\hbar}{c} A_R; \quad A_R = \begin{cases} s/\epsilon_2 p & \Delta = 1; 2 \\ s_d/\epsilon_1 p & \Delta = 3; 4 \end{cases}$ $m'_{\text{эф}} = m_{\text{эф}} m_e$ $m_{\text{эф}} = m + (m_n - m) \left(1 - e^{-\frac{\tau}{T} 2\pi A_3} \right)$	
6.2	$\tau_{\text{кв}} = \frac{T}{D} \frac{2n}{n_1}$ $D = \begin{cases} \frac{1}{1 + \frac{(K_1^2 - K_2^2)^2}{4K_1^2 K_2^2} \sin^2 a_6 K_2} & E > U_0 \quad K_1 = \frac{\sqrt{2m'_{\text{эф}} E}}{\hbar} \\ \frac{1}{1 + \frac{(K_1^2 + K_2^2)^2}{4K_1^2 K_2^2} \text{Sh}^2 a_6 K_2} & E \leq U_0 \quad K_2 = \frac{\sqrt{2m'_{\text{эф}} |E - U_0|}}{\hbar} \end{cases}$ $n_\tau = 1 \quad \text{Если} \begin{cases} NS = 2 \text{ или} & \text{, то } n_\tau = 1 + \\ NS = 3 \wedge (\Delta = 3 \vee \Delta = 4) \end{cases}$ $E = E_0 n_\tau^2$	

$$\frac{q_{1\text{эф}}^2}{R_1^2} \frac{q_{1\text{эф}}^2}{R_1^2} \hbar c^2 \left| 1 - \frac{\alpha}{q_{\text{эф}}^2} \right| \frac{(1-\beta_1^2)^{1/2}}{(1-\beta_1^2)^{1/2} p} A_U T$$

$$(1 - e^{-\frac{\tau}{T} 2\pi A_3}); \quad A_3 = \begin{cases} 1 & NS = 1 \\ (1-\beta_1^2)^{1/2} & NS \neq 1 \end{cases}$$

$$i = \begin{cases} 1 & NS = 3 \\ 2 & NS \neq 3 \end{cases}$$

$$A_U = \begin{cases} \sqrt{9/8} & NS = \\ \sqrt{8/9} & NS = \end{cases}$$

$$a_\pi = \begin{cases} \frac{n_\tau \pi}{4} \left(1 - \frac{2 \arcsin \sqrt{E/U_0}}{\pi n_\tau} \right) \frac{A_N}{K_1} & (E < U_0) \\ \beta_1 c \tau_{\text{кв}} \frac{(1-\beta_1^2)^{1/2}}{(1-\beta_1^2)^{1/2} \text{op}} & (E \geq U_0) \end{cases}$$

$$\frac{2 \arcsin \sqrt{E/U_0}}{\pi} + \frac{K_1 a_\Delta}{\pi} \quad A_N = \begin{cases} 1 & \Delta = 1, 2 \quad NS \neq 2 \\ 2 & \Delta = 3 \quad NS = 2 \end{cases}$$

$$a_6 = a_\pi \begin{cases} 4 & \Delta = 2 \wedge NS = 2 \\ 2 & \Delta = 4 \wedge NS = 1 \end{cases}$$

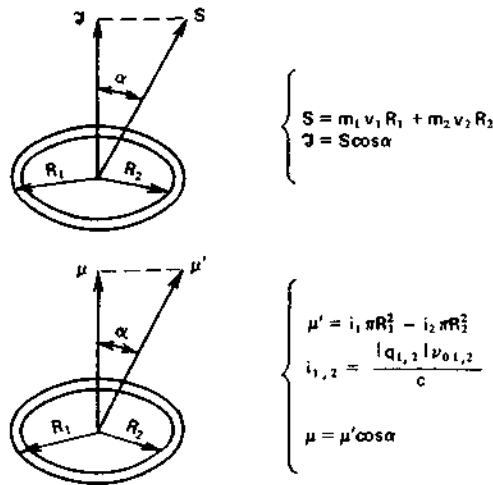


Рис. 16.1. Схема образования спина и магнитного момента во втором и расчетном подпространствах

дится тахион (если рассматривать в третьем подпространстве), в "расчетном" подпространстве мы наблюдаем тахионный эффект — "расщепление" одного тахиона на $n_{1,2}$ субчастиц. На большой окружности (второе подпространство) движение субчастиц носит условный характер. Фактически там возникает n моментов "появления" тахиона (в момент касания малой и большой окружностей).

Все ЭЧ есть различные состояния одной частицы — фундаментального тахиона, названного фундаментом. Фундаментон — частица, состоящая из двух субчастиц. Подробнее о нем и о расчете его параметров см. в подразд. 16.9 и в работе [34].

Наблюдаемая масса есть "поперечная" масса. Из уравнений (16.23) и (16.24) в работе [7] были получены для "поперечных" масс расчетного подпространства такие формулы:

$$m_1 = \frac{2}{3} \frac{q_1^2 \beta_1^2 \cos \alpha}{R_1 (1 + \beta_1)^2 c^2}, \quad (16.37)$$

$$m_2 = \frac{2}{3} \frac{q_2^2 \beta_2^2 \cos \alpha}{R_2 (1 + \beta_2)^2 c^2}. \quad (16.38)$$

Характер движения масс $m_1(m_2)$ по орбитам при решении уравнений (16.23) и (16.24) в работе [7] учтен введением реакции излучения, а именно:

$$|\vec{V}| = \frac{V^2}{R} - \frac{d\vec{p}}{dt} \frac{\cos \alpha}{m}, \quad (16.39)$$

где $\left| \frac{d\vec{p}}{dt} \right| \frac{\cos \alpha}{m}$ — ускорение, названное условно "реакцией излучения". Поскольку правомерно введение "поперечных" масс во втором подпространстве, то считаем, что для $m_1^{(2)}$ и $m_2^{(2)}$ уравнения (16.38) и (16.39) сохраняют ковариантный вид. И тогда для m мы имеем

$$m = \frac{\hbar}{R_1 c} \frac{2}{3} \frac{a_1^2 \beta_1^2}{(1 - \beta_1)^2} \frac{\cos \alpha}{\cos \alpha_q} \left\{ \left[1 + \frac{n_2 \beta_1}{n_1 \beta_2} A_q(\Delta) \right] + F_m \left(1 + \frac{\beta_1}{\beta_2} \right) \right\}, \quad (16.40)$$

где обозначение $A_q(\Delta)$ приведено в работе [27], а $F_m = \frac{m_1^{(2)}}{m_1} \Big|_{R^{(2)}}$.

2. В расчетном пространстве-времени для всех без исключения ЭЧ сохраняется инвариантное значение такой величины

$$R_1 a_g^{-1/2} (1 - \beta_1^2)^{1/2} = \text{const}. \quad (16.41)$$

Этот инвариант получается из обычного инварианта для плоского четырехмерного мира

$$\lambda_1 (1 - \beta_2^2)^{1/2} = \text{const}$$

умножением на коэффициент, согласующий метрические характеристики этих пространств

$$\frac{\beta_1 K_x}{\beta_2 K_y} \left(\frac{(1 - \beta_1^2)^{1/2}}{(1 - \beta_2^2)^{1/2}} \right) \equiv a_q^{-1/2} \frac{(1 - \beta_1^2)^{1/2}}{(1 - \beta_2^2)^{1/2}}, \quad (16.42)$$

Поскольку из формул (16.41) следует, что

$$m = \frac{\beta_i}{\varepsilon_{\omega \cos \alpha_q}} \frac{\hbar}{R_1 c}, \quad \text{где } \cos \alpha_q = \begin{cases} \sqrt{\frac{9}{8}} \frac{1}{2S}, & \Delta = 1, 2, \\ \frac{1}{2S_d}, & \Delta = 3, 4, \end{cases} \quad (16.43)$$

то, принимая за единицу массу электрона ($NT = 16009$, $NS = 3$ в ПЗМ) и учитывая (16.41) и (16.43), имеем (ограничимся нормализованной массой частицы)

$$m = a_q^{-1/2} \frac{S (1 - \beta_2^2)^{1/2}}{\varepsilon_{2p}} A_m, \quad (16.44)$$

где $A_m = \sqrt{\frac{8}{9}} \left[\frac{a_g^{1/2} f(\varepsilon_{00})}{S_d (1 - \beta_1^2)^{1/2}} \right] e$ — для электрона.

3. Чисто "энергетический" подход. За образование массы ответственны заряды фундаментального поля, непосредственно не прояв-

ляющие себя в первом подпространстве, но вносящие свой вклад в энергию U_m , характеризующую данную наблюдаемую массу m [7],

$$U_m = \frac{q_1^2}{8R_1} + \frac{q_2^2}{8R_2} + \frac{\beta_1^2 q_1^2}{4R_1} + \frac{\beta_2^2 q_2^2}{4R_2}. \quad (16.45)$$

Согласно известному уравнению Эйнштейна, имеем

$$\bar{m} = \frac{U_m}{c^2}. \quad (16.46)$$

Для дальнейшего необходимо учесть, что происходит отображение со второго подпространства на первое. В этом случае отношение (16.46) переходит в такое условие:

$$\bar{m} = \frac{U_m}{c^2} B_s, \quad (16.47)$$

где коэффициент

$$B_s = \frac{3}{\sqrt{2}} S \frac{K_x (1 - \beta_2^2)^{1/2}}{K_y (1 - \beta_1^2)^{1/2}} \begin{cases} \epsilon/\epsilon_2^{1/2}, \Delta = 1, 2; \\ \epsilon_{2d}, \Delta = 3, 4 \end{cases} \quad (16.48)$$

учитывает это отображение.

Степень согласования m из (16.53) с \bar{m} из (16.44) видна из табл. 14 в работе [7].

16.2.7. Определение

механического момента

Полный механический момент системы двух круговых токов в расчетном подпространстве, когда "опорной" массой является "наружная" масса, будет

$$S = m_1 U_1 R_1 + m_2 U_2 R_2 f(\beta), \quad (16.49)$$

где $f(\beta)$ — множитель, учитывающий различие между хроногеометрическим масштабом в точках расположения m_1 и m_2 . Кроме того, между m_1 и m_2 существует связь, приводящая к дефекту масс, равному $\sqrt{8/9}$ от m_1 и m_2 . Поэтому для S окончательно имеем

$$S = \sqrt{\frac{9}{8}} m_1 U_1 R_1 \left[1 + \frac{m_2 U_2 R_2}{m_1 U_1 R_1} f(\beta) \right], \quad (16.50)$$

где

$$f(\beta) = \frac{\kappa_x (1 - \beta_2^2)^{1/2}}{\kappa_y (1 - \beta_1^2)^{1/2}}. \quad (16.51)$$

$f(\beta)$ представляет собой отношение двух координатных преобразований $\frac{\kappa_x}{(1 - \beta_1^2)^{1/2}}$ и $\frac{\kappa_y}{(1 - \beta_2^2)^{1/2}}$, которые отличаются от Лоренцова преобразования $(1 - \beta_{1,2}^2)^{1/2}$ монотонной функцией от β_1 и β_2 , обозначенной κ_x и κ_y [7, 34, 85] и определенной из равенства

$$\begin{aligned} \kappa_x &= n_1 (1 - \beta_1^2)^{3/2}; \\ \kappa_y &= n_2 (1 - \beta_2^2)^{3/2}. \end{aligned} \quad (16.52)$$

Легко видеть, что

$$\lim_{\beta_1 \rightarrow 1} \kappa_x = \lim_{\beta_2 \rightarrow 1} \kappa_y = \frac{1}{\sqrt{2}}.$$

С учетом (16.37) и (16.50) можно получить для s и такую формулу:

$$s = \frac{\beta_1^3 Q_1^2}{\sqrt{2} (1 + \beta_1)^2} \left[1 + \frac{\beta_2 n_2 (1 - \beta_1^2) (1 + \epsilon_\nu) \epsilon_1}{\beta_1 n_1 (1 - \beta_2^2)} \right]. \quad (16.53)$$

16.2.8. Расчет

магнитных моментов

В ТФП внутренние свойства частиц отображаются на первое подпространство так, как если бы заряды фундаментального поля двигались по концентрическим окружностям радиусов R_1 и R_2 в расчетном подпространстве.

Поэтому можно найти магнитный момент по формулам для определения магнитных моментов круговых токов.

Для частиц ($\Delta = 1, 2$ и им соответствующих)

$$\mu_d = \frac{|q_1| \nu_{01} \pi R_1^2}{\epsilon_1 c} - \frac{|q_2| \nu_{02} \pi R_2^2}{\epsilon_2 c}. \quad (16.54)$$

Для дубль-частиц ($\Delta = 3, 4$ и им соответствующих), у которых при формировании токов, ответственных за магнитный момент, отсутствует влияние ϵ_1 и ϵ_2 ,

$$\mu_d = \frac{|q_1| \nu_{01} \pi R_1^2}{c} - \frac{|q_2| \nu_{02} \pi R_2^2}{c}, \quad (16.55)$$

где

$$\nu_{01} = \frac{\beta_1 c}{2\pi R_1}; \quad \nu_{02} = \frac{\beta_2 c}{2\pi R_2}.$$

Для нейтрального состояния $|q_1| = |q_2|$ из (16.54) получим

$$\bar{\mu}_0 = \frac{|q_1| \beta_1 R_1}{2} \left[1 - \frac{\beta_2 R_2}{\beta_1 R_1} \right]. \quad (16.56)$$

Подставив значения m из (16.43) и проделав элементарные преобразования, получим для μ в собственных магнетонах (при $J \neq 0$):
для частиц

$$\bar{\mu} = \frac{q}{|q|} \frac{\beta_1 \beta_2}{\varepsilon_1 \varepsilon_2 p \cos \alpha} \left(\frac{\varepsilon_1 \beta_2 R_2}{\varepsilon_2 \beta_1 R_1} + \frac{1 - \frac{\varepsilon_1 \beta_2 R_2}{\varepsilon_2 \beta_1 R_1}}{1 - \left| \frac{q_2}{q_1} \right|_n} \right); \quad (16.57)$$

для дубль-частиц

$$\bar{\mu}_d = \frac{q}{|q|} \frac{\beta_1 \beta_2}{\varepsilon_1 p \cos \alpha} \left(\frac{\beta_2 R_2}{\beta_1 R_1} + \frac{1 - \frac{\beta_2 R_2}{\beta_1 R_1}}{1 - \left| \frac{q_2}{q_1} \right|_n} \right); \quad (16.58)$$

для нейтральных частиц

$$\mu_0 = \frac{q}{|q_1|} \frac{\beta_1 \beta_L \varepsilon_w}{\varepsilon^{1/2} \cos \alpha} \frac{\left(1 - \frac{\beta_2 R_2}{\beta_1 R_1} \right)}{\left(1 - \left| \frac{q_2}{q_1} \right|_n \right)}. \quad (16.59)$$

Существенно, что магнитный момент, найденный для всех частиц, так же, как и спин, является проекцией полного магнитного момента на ось прецессии — ось ориентации ЭЧ в пространстве, т. е. всегда

$$\mu = \bar{\mu} \cos \alpha = \bar{\mu} \frac{J}{S}. \quad (16.60)$$

Поэтому в тех случаях, когда $J \neq 0$, имеем для наблюдаемых магнитных моментов соответственно

$$\mu = \frac{q}{|q|} \frac{\beta_1 \beta_L}{\varepsilon_1 \varepsilon_2 p} \left[\frac{\varepsilon_1 \beta_2 R_2}{\varepsilon_2 \beta_1 R_1} + \frac{1 - \frac{\varepsilon_1 \beta_2 R_2}{\varepsilon_2 \beta_1 R_1}}{1 - \left| \frac{q_2}{q_1} \right|_n} \right]; \quad (16.61)$$

$$\mu_d = \frac{q}{|q|} \frac{\beta_1 \beta_L}{\varepsilon_1 p} \left[\frac{\beta_2 R_2}{\beta_1 R_1} + \frac{1 - \frac{\beta_2 R_2}{\beta_1 R_1}}{1 - \left| \frac{q_2}{q_1} \right|_n} \right]. \quad (16.62)$$

$$\mu_0 = \frac{q_1}{|q_1|} \frac{\beta_1 \beta_L \varepsilon_w}{\varepsilon^{1/2}} \frac{\left(1 - \frac{\beta_2 R_2}{\beta_1 R_1} \right)}{\left(1 - \left| \frac{q_2}{q_1} \right|_n \right)}; \quad \varepsilon = \begin{cases} \varepsilon_{2p}; & \Delta = 1, 2 \\ \varepsilon_{1p}; & \Delta = 3, 4. \end{cases} \quad (16.63)$$

16.2.9. Вывод формул

для времени жизни частиц

Вопрос о времени жизни частиц, как уже отмечалось [84], является наиболее трудным и принципиальным из всей проблемы природы микромира. В предыдущих работах по ТФП, и в частности в [7, 34], его решение только намечалось, в этой и предыдущей [84], публикациях оно разрешается.

В работе [7, С. 114] отмечалось, что процесс нормализации частиц физическим вакуумом ТФП оставался, по существу, не выясненным. Представление о нормализации частиц, изложенное в [85, § 1.1], позволило серьезно продвинуться в решении проблемы расчета времени жизни частиц.

Ранее отмечалось [7, 34], что стабильными частицами являются только оптимальные частицы ПЗМ, ответственные за образование физического вакуума, например протон (антипротон), электрон (позитрон). Все остальные частицы не могут быть в принципе совершенно стабильными по следующей причине: заряд частиц, как это показано в настоящем подразделе, определяется амплитудным условием излучения. Расчет показывает, и это отмечалось [7], что заряд частиц, не являющихся оптимальными, отличается от единицы (за единицу, как обычно, принят заряд электрона). Отличие невелико — в третьем-пятом знаке, но оно есть. Но это заряд, который соответствует амплитудному условию, и он обеспечивает стабильность частицы по отношению к излучению. Понятно, что если какая-либо частица только возникла, то она и имеет этот заряд. Но сразу после ее рождения частица начинает нормализовываться в физическом вакууме ТФП, и он заставляет частицу изменить заряд до нормального, т. е. максимально приблизить его к единице.

Строго говоря, нормализованными зарядами следует считать инварианты ТФП, характеризующие заряды составных элементов в ЭЧВ протон-антипротонного и электрон-позитронного вакуумов. Эти инварианты определяются, как уже отмечалось, по формуле (16.34) и условию (IV):

$$\alpha_e \Big|_1 = \sqrt{\frac{3\varepsilon_2 p (1 - \beta_2^2)^{1/2} \beta_1 \cdot e}{2\sqrt{2} \beta_L e}} = 7,297320766 \cdot 10^{-3},$$

$$\alpha_{inv} \Big|_{II} = S p g_{00} (\varepsilon_{1p} + \varepsilon_{2p}) \sqrt{\frac{3}{2^{1/2} (1 - \beta_1^2) p^a g p}} = 7,297352177 \cdot 10^{-3}. \quad (16.64)$$

При этом в процессе нормализации, естественно, нарушается амплитудное условие и частица теряет электродинамическую устойчивость. Понятно, что существование такой частицы возможно в течение времени, за которое она "высветит" имеющийся у нее запас энергии или такую энергию, которая необходима, чтобы, преодолев соответствующий потенциальный барьер, частица перешла в другое состояние.

Есть основание полагать, что для подавляющего большинства частиц этот процесс вносит основной вклад в их время жизни. На этом принципе [7] и была получена из квазиклассических представлений о структуре ЭЧ и ЭЧВ приближенная формула для оценки времени жизни ЭЧ. Однако при выводе этой формулы не было учтено фундаментальное свойство процесса взаимодействия ЭЧ с физическим вакуумом, о котором говорится в работе [7]. Это свойство сводится к следующему. Элементарная частица рождается как классический объект, но по истечении некоторого времени, за которое она успевает войти в полный контакт с физическим вакуумом, ЭЧ становится квантовым объектом, так как квантовые свойства микромира во многом определяются взаимодействием ЭЧ с физическим вакуумом.

Время, необходимое для того, чтобы ЭЧ, начав взаимодействие с ФВ, стала квантовым объектом, зависит от многих условий, поэтому все они должны быть учтены, чтобы правильно рассчитать время жизни частицы. При выборе расчетных формул, "квантовых" или "классических", надлежит воспользоваться таким условием:

Если потенциальная энергия U_0 (см. формулу (16.67)) больше энергии возбуждения E , то расчет должен вестись по квантовым формулам, иначе — по классическим, то есть:

$$2\pi U_0 \geq E_0 - \text{квантовый объект}; \quad (16.65)$$

$$2\pi U_0 < E_0 - \text{квазиклассический объект}. \quad (16.66)$$

Множитель 2π введен для согласования времени, которое, как уже указывалось выше, имеет для разных n свой масштаб. Однако это условие является необходимым, но недостаточным. Поэтому, сделав предварительный отбор частиц, время жизни которых определяется по квантовым критериям, надо наложить достаточное условие, которое определяет возможность существования хотя бы одного дискретного уровня возбуждения n_+ в потенциальной яме

$$\sqrt{\frac{U_{0N+1}}{E}} \geq \frac{\pi n_+ - \arcsin \sqrt{\frac{E}{U_{0N+1}}} - \arcsin \sqrt{\frac{E}{U_{0N}}}}{\pi n_+ - 2 \arcsin \sqrt{\frac{E}{U_{0N}}}}, \quad (16.67)$$

где $U_{0N} = U_0$, U_{0N+1} — потенциальная энергия (глубина) потенциальной ямы частицы с номером $NT + 1$ в данном ряду; U_N, U_{N+1} — соответ-

ственно глубины потенциальных ям данного состояния и ближайшего к нему в данном ряду ПЗМ состояния.

Для нахождения времени жизни в квазиклассическом случае мы должны потребовать, чтобы время существования частицы соответствовало тому времени, которое потребуется для излучения энергии, равной mc^2 при соответствующих условиях нарушения амплитудного условия неизлучения. Это время, как легко видеть, определяется равенством

$$\tau = \frac{m_N c^2 (1 - \beta_1^2)^{1/2}}{W_N \left| 1 - \frac{\alpha}{q_{\text{эф}}^2} \right| (1 - \beta_1^2)^{1/2}}, \quad (16.68)$$

где

$$W_N \equiv W_\beta = \frac{2q_{\text{эф}}^2 \beta_1^4 \hbar c^2}{3R_1^2 (1 + \beta_1)^2}; \quad q_1^2 = \frac{6K_x^2 S q \hbar c}{\pi K (1 - \beta_1^2) \beta_1^2};$$

$$q_{\text{эф}} = q_1 + (q_n - q) \dots \left(1 - e^{-\frac{\tau (1 - \beta_1^2)^{1/2}}{T}} \right); \quad (16.69)$$

α — постоянная тонкой структуры — квадрат инвариантного электрического заряда; $\frac{(1 - \beta_1^2)^{1/2}}{(1 - \beta_1^2)^{1/2} p}$ — множитель, согласующий масштаб

времени для данной частицы и в протон-антипротонном вакууме.

Учитывая указанные в этом разделе связи между параметрами частиц и тот факт, что с изменением фундаментального заряда меняется и масса частицы, получим вместо выражения (16.68);

$$\tau = \frac{U_0 T^{(2)} (1 - \beta_1^2)^{1/2} 2n}{E_0 \left(1 - \frac{m_N + 1}{m_n} \right) (1 - \beta_1^2)^{1/2} n_1} \left[1 + \frac{n_1}{2n} \left(\frac{\beta_1 - \beta_2}{\beta_2} \right) \right],$$

$$\text{где } U_0 = m'_{\text{эф}} c^2 \left(1 + \frac{m_{NT} + 1}{m_N} \right) A_{\Delta}^{-1},$$

$$E_0 = W_\beta \left| 1 - \frac{\alpha_e}{q_{\text{эф}}^2} \right| T A_{\Delta} \frac{(1 - \beta_i^2)^{1/2}}{(1 - \beta_i^2)^{1/2} p}, \quad i = 1, 2, \quad (16.70)$$

$m'_{\text{эф}} = m_{\text{эф}} m_e$; m_e — масса электрона;

$$S_q = \begin{cases} S_{\Delta} \Delta = 1, 2, \\ S_d \Delta = 3, 4; \end{cases}$$

$$m_{\text{эф}} = m + (m_n - m) \left(1 - e^{-\frac{\tau(1 - \beta_i^2)^{1/2}}{T}}\right). \quad (16.71)$$

$$A_{\Delta} = \begin{cases} \sqrt{8/9} & NS = 1, \\ \sqrt{9/8} & NS \neq 1, \end{cases} \quad i = \begin{cases} 1 & NS = 3, \\ 2 & NS \neq 3. \end{cases} \quad (16.72)$$

Для нахождения численных значений периода T и радиуса следует использовать формулы

$$T^{(2)} = \frac{2\pi R_1^{(2)}}{\beta_1 c}; \quad R_1 = \frac{2S_q \hbar \beta_L}{m'_{\text{эф}} c \epsilon_W}; \quad R_1^{(2)} = \frac{2nR_1}{n_1}, \quad (16.73)$$

где

$$\epsilon_W = \begin{cases} \epsilon_{2p}, \Delta = 1, 2, \\ \epsilon_{1p}, \Delta = 3, 4. \end{cases}$$

В (16.70) учитывается тот факт, что в данном случае период должен определяться по радиусу, рассчитанному для второго подпространства

$$R_1^{(2)} = \frac{2n}{n_1} R_1.$$

Эффективный фундаментальный заряд должен находиться из уравнения

$$q_{\text{эф}} = q_1 + (q_n + q_1) \left(1 - e^{-\frac{\tau(1 - \beta_i^2)^{1/2}}{T}}\right). \quad (16.74)$$

Если условия (16.65)–(16.67) выполняются, то время жизни надо определять для ЭЧ, которую следует рассматривать как квантовый объект. В этом случае мы можем допустить просачивание через потенциальный барьер при $E < U$ и отражение при условии $E > U$. Тогда время жизни должно определяться по хорошо известным из квантовой механики формулами (см. [66, Т. 3. С. 86–105]), которые с учетом особенностей структуры ЭЧ в ТФП примут вид

$$\tau_{\text{кв}} = \frac{T^{(2)} 2n}{D n_1} \quad (16.75)$$

$$D = \frac{1}{1 + \frac{(K_1^2 - K_2^2)^2}{4K_1^2 K_2^2} \sin^2 a_6 K_2}; \quad E < U; \quad (16.76)$$

$$D = \frac{1}{1 + \frac{(K_1^2 + K_2^2)^2}{4K_1^2 K_2^2} \text{Sh}^2 a_6 K_2}; \quad E > U, \quad (16.77)$$

где

$$K_1 = \frac{\sqrt{2m'_{\text{эф}} E}}{\hbar}; \quad K_2 = \frac{\sqrt{2m'_{\text{эф}} |U - E|}}{\hbar}.$$

Легко видеть, что для ЭЧ, имеющих структуру и свойства, определяемые в ТФП, потенциальная энергия U_0 и энергия возбуждения должны определяться по формулам

$$U = m'_{\text{эф}} c^2 \left(1 - \frac{mNT + 1}{mNT}\right) A_{\Delta}^{-1}; \quad (16.78)$$

$$E = \begin{cases} E_i n_{\tau}^2; & E_0 < U; \\ E_0; & E_0 > U, \end{cases} \quad (16.79)$$

где

$$E_0 = W_{\beta} \left(1 - \frac{\alpha_2}{q_{\text{эф}}^2}\right) T A_{\Delta}; \quad A_{\Delta} = \begin{cases} \sqrt{8/9}; & NS = 1; \\ \sqrt{9/8}; & NS \neq 1. \end{cases}$$

Ширина потенциальной ямы, в которой находится частица до просачивания через барьер,

$$a_n = \begin{cases} A_{NS} \frac{\pi \hbar}{4\sqrt{2mE_0}} \left(1 - \frac{2\arcsin \sqrt{E_0/U_0}}{\pi n_{\tau}}\right), & E < U, \\ \beta_1 c \frac{(1 - \beta_1^2)^{1/2}}{(1 - \beta_1^2)^{1/2} p} \tau, & E > U. \end{cases} \quad (16.80)$$

А ширина барьера a_6 , которая и учитывается в формулах (16.76), (16.77) и (16.82), определяется через a_n так:

$$a_{\mathcal{E}} = a_n \begin{cases} 4, \text{ если } NS = 1 \text{ и } \Delta = 3 \text{ или } NS = 2 \text{ и } \Delta = 2; \\ 2, \text{ если } NS = 1 \text{ и } \Delta = 4; \\ 2^{1/2}, \text{ если } NS = 2 \text{ и } \Delta = 3 \text{ и BC [16]} = 0; \\ 1 \text{ при всех других соотношениях } NS \text{ и } \Delta. \end{cases} \quad (16.81)$$

$$n_{\tau} = \varepsilon \left[1 + \frac{2 \arcsin \sqrt{E_0/U}}{\pi} + \frac{\kappa_1 (E_0) a (E_0)}{\pi} \right], \quad (16.82)$$

где

$$\kappa_1 = \frac{\sqrt{2m'_{\text{эф}} E_0}}{K}$$

$$q_{\text{эф.кв}} = \varepsilon(q_{\text{эф}}) \quad (16.83)$$

Из этих расчетных формул может быть определено время жизни любой частицы.

Изложенный здесь метод расчета τ должен быть уточнен для частиц, у которых проявляются особые виды внутренних симметрий.

Ширина резонанса, как хорошо известно, определяется через τ по простой формуле:

$$\Gamma = \frac{\hbar}{\tau}, \quad (16.84)$$

которая в ТФП приобретает понятный и даже наглядный физический смысл. Минимальная принципиальная неопределенность в определении параметров ЭЧ размерностью длины соответствует радиусу сферы Шварцшильда R_1 .

В табл. 2 сводной таблицы расчетных формул указано, что все возможные состояния частиц в мультиплете ПЗМ не являются независимыми. Полностью независимыми являются только состояния, у которых признак состояния $\Delta = 1, 2, 3, 4$, а остальные значения так или иначе определяются этими основными "базовыми" состояниями. Так, например, барионы с $\Delta = 5, 17, 21$ соответствуют некоторым вариантам состояний с $\Delta = 1$. Поэтому многие свойства этих частиц совпадают со свойствами частиц, у которых $\Delta = 1$, соответственно для $\Delta = 2, 3, 4$.

16.2.10. Определение основных квантовых характеристик ГЭЧ и ЭЧ

Квантовые числа отражают место данной частицы в систематизации, именуемой периодическим законом микрочастиц (элементарных частиц) и определяются сочетанием основных характеристик частиц в этом

законе: с номером ряда NS , номером мультиплета NT и номером состояния Δ с учетом того, частица P или античастица A находятся в рассматриваемом состоянии.

Так, например, барионами могут быть только частицы 1 и 2-го рядов при определенных (см. таблицы) состояниях и только в том случае, если в первом ряду $NT < N_{0p}$, а во втором — $NT \leq N_{0p} \times \frac{(1 - \beta_1^2)^{1/2}}{(1 - \beta_1^2)^{1/2}_p}$. Множитель $\frac{(1 - \beta_1^2)^{1/2}}{(1 - \beta_1^2)^{1/2}_p}$ для второго ряда необходим для согласования масштабов единиц (см. § 1.1 в работе [85]). Мезоны тоже могут быть только в 1 и 2-м рядах, но в других состояниях. Лептоны же являются частицами только 3-го ряда, в котором барионов и мезонов нет.

Существует также однозначная связь между положением частицы в рядах ПЗМ и ее зарядом. Знак магнитного момента также определяется однозначно. Пространственная четность p , странность s , очарование c , красота b для всех заряженных частиц определяется согласно табл. 16.1, основанной на теории кварков.

Существуют внутренние симметрии (ВС), сохранение и нарушение которых может существенно влиять на свойства частиц.

Некоторые из этих симметрий уже известны в существующих теориях, другие вводятся в ТФП и предсказываются ею. Так, например, "скрытое очарование", свойственное уже открытым резонансам $J/\psi, \psi$, характеризует особое свойство частиц. Для учета этих специфических квантовых чисел должна быть введена процедура ВС — внутренние симметрии, которая учитывает особенности в расчете параметров этих частиц.

Разработка теории внутренних симметрий ЭЧ на основе ТФП еще не закончена, однако в настоящее время удалось произвести оценку возможности увеличения точности расчета параметров некоторых частиц с учетом ВС.

16.2.11. Сводная таблица расчетных формул

(алгоритм расчета на ЭВМ)

В этом подразделе рассматривается алгоритм для расчетов параметров частиц на ЭВМ по формулам, в которые входят однозначные функции только числа K . Способ расчета этих однозначных функций ясен из табл. 16.1. Проследим, как делается весь расчет.

Для отбора допустимых значений числа K машина перебирает ряд натуральных положительных чисел. Эта операция записана в виде формулы 1.1А (первые две цифры — номер горизонтальной строки, а буква обозначает вертикальную строку). Затем по формуле 1.1В находятся две однозначные функции этого числа: целое число K и число A . Условие 1.1Д удовлетворяется первый раз только для $K = 7$ — то и есть первое допустимое значение K , обозначенное K_p — первое значение K в данном

ряду ПЗМ. Так как A зависит от отношения K/K_1 , то условию 1.1Д будут удовлетворять кратные значения первого найденного значения K , т. е. $K = 14, 21, 28$ и т. д. В условии 1.2А указано, что ряду первых значений K присваивается номер первого ряда. Расчет показывает, что наряду с рядом значений, кратных 7, K может иметь ряд численных значений, кратных 113. Аналогичным образом находится следующий ряд кратных значений K .

Это и есть ряды фундаментальных квантовых чисел, соответствующие найденной периодизации. Существенно отметить, что число K и его функция K_1 , отобранные указанным образом, оказываются целыми числами, которые известны в теории чисел, как дающие наилучшее приближение к числу 2π . Так, $K=7$ соответствует $K_1 = 44$, и дробь $44/7$ — первое наилучшее приближение к 2π с избытком. Следующим лучшим приближением, как известно, является дробь $710/113$, числитель и знаменатель которой в ПЗМ являются соответственно первыми значениями K_1 и K во втором ряду и т. д. Это свойство пар чисел K_1 и K , являющихся основными аргументами в формулах для расчета параметров частиц, может быть использовано для получения подходящих значений K не путем выбора из всех чисел натурального ряда значений, удовлетворяющих критерию 1.1Д, а более простым способом, — указанным в работе [84 С. 78].

Рассмотрим другие расчетные формулы и алгоритмы. 1.2С вводит понятие о номере состояния в данном ряду Δ . Условие 1.2Д показывает, что каждый ряд ПЗМ имеет ограничение, определяемое простым условием: последний номер данного ряда оказывается равным первому значению K следующего ряда.

Таким образом, формулы табл. 16.1 позволяют нам вычислить отобранные значения K и первые функции K, K_1, A . С помощью формул от 1.3А до 1.9Д находятся следующие однозначные функции K : целочисленные n_1, n_2, n и положительные числа $\Delta\beta, 1-\beta_L, 1-\beta, 1-\beta_1, 1-\beta_2$ и $R_1/R_2, K_x, K_y, Q_1^2$. Это числа, которые, как мы видели при выводе формул, трактуются как величины, характеризующие внутренние структурные параметры элементарных частиц. Весь набор этих величин определяется однозначно из данного значения K , т. е. каждому значению K соответствует одно, и только одно, численное значение указанных величин.

Внутренние параметры ЭЧ для всех частиц данного мультиплета 1.19 или 2.47, все указанные внутренние параметры, одинаковы для всех Δ и всех состояний внутренних симметрий (ВС). Сказанное относится и ко всем параметрам, найденным по формулам табл. 2 в общей табл. 16.1.

Формулы для определения фундаментальных и электрических наблюдаемых зарядов приведены в табл. 3 общей табл. 16.1. (Формулы для определения магнитных моментов и спинов частиц приведены в табл. 4 той же общей табл. 16.1. Эти формулы показывают, что "внешние" параметры

частиц определяются "внутренними" их параметрами, которые найдены из предыдущих формул по числу K . Однако определение внешних параметров по внутренним производится по разным формулам для следующих видов и состояний частиц, входящих в зарядовый мультиплет ПЗМ: для заряженных частиц, для нейтральных частиц и составных частиц всех допустимых состояний Δ . Таким образом, из одного численного значения K получаются все параметры всех частиц, входящих в данный мультиплет ПЗМ.

В рамках излагаемого метода расчета свойств и параметров частиц, кроме измеряемых экспериментально параметров, могут быть определены и другие свойства частиц. В частности, найдено условие устойчивости частиц, принадлежащих данному мультиплету и находящихся в определенном состоянии. Номер этого состояния, названного "оптимальным" в ряду, определяется по формулам 2.5 в табл. 16.1 расчетных формул для ЭВМ. Оказалось, что в первом и третьем рядах имеется только одно и притом заряженное состояние, обладающее необходимой устойчивостью. Сопоставление параметров этих частиц показывает, что устойчивое — оптимальное состояние в первом ряду — является протоном (антипротоном), а в третьем — электроном (позитроном). Во втором ряду достаточно устойчивых состояний нет вообще. Есть относительно устойчивое состояние, соответствующее частице с массой порядка 28 электронных масс. Эта короткоживущая частица пока еще не обнаружена, но, согласно теории, обнаружение ее возможно, хотя затруднительно, поскольку она не принимает участия в образовании ядер атомов и не может быть получена в подавляющем большинстве проводимых сейчас экспериментов, в которых мишенью является атомное ядро и достаточно тяжелые частицы. Для обнаружения этой частицы необходимо ставить специальный эксперимент — это предсказание ТФП.

Для выяснения соответствия внешних параметров частиц, рассчитанных по указанным формулам, необходимо было отработать основы логики сопоставления теоретических данных с экспериментальными.

17 МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ И ОТОЖДЕСТВЛЕНИЕ НАЙДЕННЫХ ЧАСТИЦ С ПРЕДСКАЗЫВАЕМЫМИ ТЕОРИЕЙ

17.1

Основы логики сопоставления теоретических и экспериментальных данных по элементарным частицам

В разд. 16 мы рассмотрели математический алгоритм и способы расчета всех параметров элементарных частиц. Полученные с его помощью теоретические значения параметров ЭЧ требуют сравнения с соответствующими экспериментальными данными. В настоящем подразделе

излагаются основные принципы и методы сопоставления теоретических и экспериментальных данных по ЭЧ на ЭВМ.

Все вычисляемые параметры ЭЧ являются однозначными функциями трех основных квантовых чисел в систематизации частиц в рамках периодического закона элементарных частиц (микрочастиц): NS — номер ряда; NT — номер мультиплета ПЗМ в ряду; Δ — номер состояния в мультиплете; KS — номер кварковой структуры.

Для некоторых частиц следует еще учесть квантовое число, характеризующее внутреннюю симметрию ЭЧ (NS , NT , Δ , KS и BC) в свою очередь, являются однозначными функциями фундаментального квантового числа K , характеризующего данный мультиплет ПЗМ. ПЗМ позволяет находить полный спектр возможных состояний ЭЧ, каждое из которых характеризуется следующими параметрами: массой, зарядом, магнитным моментом, изотопическим спином и его проекцией, спином, временем жизни или шириной резонанса, внутренней четностью, барионным числом, лептонным числом и в некоторых случаях — ранее неизвестными внутренними симметриями.

Для экспериментально обнаруженных элементарных частиц (в дальнейшем будем их называть условно "экспериментальными частицами"), также приводятся данные по перечисленным параметрам. Однако в силу трудностей, возникающих в ходе экспериментального определения некоторых параметров, имеется далеко не полный комплект экспериментальных данных для каждой частицы. Невысокая надежность некоторых экспериментальных данных дает право в ряде случаев усомниться в самом существовании частиц. Это обстоятельство, а также неточность определения параметров ЭЧ из-за погрешностей эксперимента вносят неопределенность, не позволяющую однозначно произвести сопоставление (отождествление) экспериментальной частицы с конкретным состоянием, полученным расчетным путем на основе ПЗМ. Таким образом, процесс отождествления необходимо приобретает вероятностный характер. Достаточно подробный статистический анализ задачи отождествления проведен в работе [85]. Здесь необходимо остановиться на некоторых важных моментах, поясняющих суть дела.

Методы и алгоритмы отождествления целиком определяются характером информации об экспериментальных данных, их достоверностью, точностью, а также видом закона распределения погрешностей эксперимента. При этом процедура отождествления вполне однозначна при сопоставлении теоретических и экспериментальных данных по таким экспериментально достоверно и точно определяемым параметрам, как заряд, барионное и лептонное числа и т. д. Однако при отождествлении по таким неточно известным параметрам, как масса и время жизни (ширина резонанса), решение не является однозначным и детерминированным, а приобретает вероятностный характер. Описываемый процесс отождествления включает в себе оба вышеупомянутых этапа. Вначале осуществляется "жесткое", детерминированное сопоставление данных по квантовым

параметрам, а затем теоретические и экспериментальные частицы окончательно отождествляются по массе и времени жизни с использованием статистических критериев.

Перед тем как рассмотреть основные принципы отождествления частиц по квантовым параметрам, отметим некоторые общие принципы ПЗМ, которые определяют логику основной классификации ЭЧ по рядам ПЗМ.

В ТФП решается вопрос о возможности реализации того или иного состояния ПЗМ. Число состояний ПЗМ конечно, и каждое состояние характеризуется, как указывалось, только числами NS , NT , Δ и BC . В ТФП показано [7, 18, 33, 34, 85], что в веществе реализуются только состояния I, II, III рядов, т. е. что параметр номера ряда пробегает только значения $NS = 1, 2, 3$. Состояния с номерами ряда больше трех в веществе не реализуются. Кроме того, в каждом ряду имеется ограниченное число мультиплетов ПЗМ. Максимальное число мультиплетов ПЗМ обозначается NT_{\max} . В первом разделе показано, что NT_{\max} текущего ряда численно совпадает с фундаментальным квантовым числом K_p первого мультиплета ПЗМ следующего ряда. Например, NT_{\max} I ряда численно равно 113, и K_p II ряда также равно 113.

В принципе, каждый мультиплет ПЗМ может содержать 32 состояния ($\Delta = 1-32$), однако все они одновременно реализоваться не могут, что ясно из табл. 16.1, 16.2 и 16.3. Так, например, если $NT > N_{\text{opt}}$, то в соответствующий мультиплет могут входить, в принципе, только 16 состояний ($\Delta = 1-16$) и только мезоны. Кроме того, из таблиц расчетных формул видно, что только часть этих состояний может реализоваться. (Определение состояний в мультиплете ПЗМ реализуется процедурой D , см. далее блок-схему).

Квантовые числа, которыми сейчас характеризуют ЭЧ, в ПЗМ означают принадлежность частицы к определенному ряду NS , мультиплету NT и состоянию Δ , а в некоторых случаях с учетом BC . Так как заряд, барионное и лептонное числа в ПЗМ строго определяются и экспериментальные данные по этим квантовым параметрам хорошо и надежно установлены, то это позволяет для экспериментальной частицы однозначно определить, к какому ряду ПЗМ они принадлежат, оценить диапазон возможных номеров мультиплетов и установить, какие номера состояний в мультиплетах ПЗМ Δ они могут занимать. Приведем примеры:

1. Как видно из табл. 16.2, частицы с лептонным числом $L = 0$ могут быть отнесены только к I или II ряду ПЗМ, в III ряду их нет.

2. Частицы с барионным числом $B \neq 0$ могут быть отнесены только к состояниям I и II ряда.

Частицы с лептонным числом, отличным от нуля ($L \neq 0$), могут быть отнесены только к III ряду ПЗМ. Для I ряда приведенное условие означает, что барионы могут быть только не более чем в 19 первых мультиплетах ПЗМ ($1 \leq N \leq 19$). Для II ряда для барионов возможны первые 72 мультиплета ПЗМ. Кроме указанного ограничения на квантовые пара-

метры ПЗМ NS и NT , имеется дополнительное ограничение на номер состояния в мультиплете ПЗМ Δ . Для барионов с зарядом $|q| = 1$ допускается $\Delta = 1-4$ и $21-24$. Для барионов с зарядом $|q| = 2$ допускается $\Delta = 17-20$, а для барионов с $q = 0$ — $\Delta = 5-8$ и $\Delta = 25-32$. Кроме того, знак заряда и знак внутренней четности накладывают дополнительные ограничения на принадлежность к определенному NS и Δ (см. [7, § 1.5]). Так, например, барион $B = 1$ с зарядом $q = +1$ и внутренней четностью $P = +1$ может быть в I и во II ряду, с $\Delta = 1, 3$ и $21, 23$.

Аналогичным образом можно рассмотреть другие виды частиц и установить для них возможный диапазон квантовых параметров NS , NT , Δ и KS .

На следующем этапе отождествления уточняется номер мультиплета ПЗМ — NT . Как известно [1, 2], масса состояний ПЗМ m_+ есть монотонно убывающая функция от номера мультиплета. Эту зависимость можно представить в виде

$$m_+ \approx \frac{A(NS, NT, \Delta)}{NT}$$

При фиксированных значениях NS и Δ коэффициент $A(NS, NT, \Delta)$ оказывается слабо зависимым от NT . Учитывая, что масса экспериментальная должна быть приблизительно равна массе теоретической для нахождения ближайшего по массе состояния ПЗМ NS, NT, Δ (NS и Δ фиксированы), можно использовать быстро сходящийся итерационный процесс. Таким образом, найденный номер мультиплета ПЗМ NT должен укладываться в диапазон возможных значений согласно табл. 16.2, в противном случае найденное состояние NS, NT, Δ должно быть отброшено из дальнейшего рассмотрения. Ввиду того, что зачастую масса экспериментальной частицы определена недостаточно точно, возникает необходимость в рассмотрении дополнительных состояний ПЗМ с одинаковыми квантовыми числами NS и Δ , но с соседними значениями NT по отношению к найденному по итерационной схеме значению номера мультиплета NT (центральному состоянию NS, NT, Δ).

Все отобранные по массе претендующие на отождествление с данной экспериментальной частицей теоретические частицы проверяются на соответствие спину. Из дальнейшего рассмотрения исключаются состояния ПЗМ, для которых не выполняется условие

$$J_n \leq J_3 \leq J_{\max}$$

где J_3 — экспериментальный спин частицы; J_n — спин нормализованного состояния ПЗМ; J_{\max} — максимально возможный спин нормализованного состояния ПЗМ.

Для барионов и лептонов наряду с приведенным условием необходимо одновременное выполнение условия

$$NT < N_{\text{opt}}(NS),$$

где $N_{\text{opt}}(NS)$ — оптимальное значение NT для данного ряда NS . Если спин экспериментальной частицы известен, то приведенное условие не учитывается.

После проверки всех сформулированных выше условий и ограничений, тем не менее, для легких экспериментальных частиц, в принципе, может быть отобрано не одно, а несколько теоретических состояний ПЗМ, претендующих на отождествление с данной экспериментальной частицей, в дальнейшем из этой совокупности должно быть выбрано одно состояние, полностью соответствующее заряду и четности (если оно теоретически определено), а также наиболее соответствующее экспериментальным данным по массе, времени жизни (ширине резонанса) и для тех частиц, для которых определен магнитный момент, по магнитному моменту. Для тяжелых частиц, соответствующих первым значениям NT в каждом ряду, такой необходимости нет, так как спектр теоретических значений параметра очень редок (например, масса частицы с $NT = 1$ в два раза больше массы частицы с $NT = 2$).

В работе [7, § 4.1] устанавливается, что логика сопоставления теоретических и экспериментальных данных должна учитывать степень достоверности и точности определения последних. Ввиду того, что точность и надежность данных по времени жизни (ширине резонанса) ЭЧ ниже, чем по их массе, на первом этапе осуществляется сопоставление данных по массе, а затем результаты корректируются с учетом времени жизни ЭЧ и магнитного момента. Перейдем к рассмотрению отождествления частиц по массе и времени жизни.

Необходимым условием отождествления частиц по массе является удовлетворение следующему условию, соответствующему разрешению отклонения теоретических значений от экспериментальных не более чем на 3σ :

$$|m_+ - m_3| \leq 3(\Delta m_3 + \Delta m_+),$$

где Δm_3 — погрешность определения экспериментальной массы; Δm_+ — погрешность определения теоретической массы.

Далее проверяются условия по времени жизни:
для стабильных частиц

$$\lg \frac{\tau_+}{\tau_3} < 1$$

для резонансов

$$0,02 < |\Gamma_+ - \Gamma_3| < 4\Delta\Gamma,$$

где $\Delta\Gamma$ — погрешность определения экспериментального значения времени жизни (ширины резонанса). Если $\Delta\Gamma$ неизвестно, то проверяется условие

$$\frac{1}{4} < \frac{\Gamma_{\tau}}{\Gamma_{\varepsilon}} < 4.$$

Теоретическая частица, не удовлетворяющая условиям отбора по массе или времени жизни, в дальнейшем отождествлении не участвует.

В процессе отождествления с каждой экспериментальной частицей сопоставляется набор теоретических состояний ПЗМ, конкурирующих между собой при отождествлении. Возможные варианты отождествления записываются в оперативную память в виде ряда, члены которого последовательно в разной степени удовлетворяют по величине следующему критерию:

$$\kappa_{ij} = \prod_{l=1}^3 \kappa_{ij}^l.$$

Здесь

$$\kappa_{ij}^1 = \frac{|m_{\varepsilon j} - m_{\tau ij}|}{m_{\tau ij}} + \left(\frac{\Delta m_{\varepsilon j}}{m_{\varepsilon j}} \right)^{1/2};$$

$$\kappa_{ij}^2 = \begin{cases} \frac{|\Gamma_{\varepsilon j} + \Gamma_{\tau ij}|}{\Gamma_{\tau ij}} - \frac{\Delta \Gamma_{\varepsilon j}}{\Gamma_{\varepsilon j}} & \text{— для нестабильных ЭЧ,} \\ \frac{|\lg t_{\varepsilon j} - \lg t_{\tau ij}|}{3} & \text{— для стабильных ЭЧ.} \end{cases}$$

$$\kappa_{ij}^3 = \frac{|\mu_{\varepsilon i} - \mu_{\tau ij}|}{\mu_{\varepsilon j}}, \text{ если } \mu_{\varepsilon j} \neq 0, \text{ иначе}$$

$$\kappa_{ij}^3 = \begin{cases} 1, & \text{если } \mu_{\varepsilon j} = 0, \mu_{\tau ij} \neq 0 \\ 10^{-2}, & \text{если } \mu_{\tau ij} = \mu_{\varepsilon j} = 0, \end{cases}$$

где $j = 1, 2, \dots$ — номер экспериментальной частицы, $i = 1, 2, \dots$ — номер теоретического состояния ПЗМ (кандидаты на отождествление с j -й частицей), κ_{ij} — величина критерия соответствия i -го теоретического состояния ПЗМ j -й экспериментальной частице по l -му признаку; $m_{\varepsilon j}$ — масса экспериментальной j -й частицы; $\Delta m_{\varepsilon j}$ — стандартная ошибка экспериментальной массы $m_{\varepsilon j}$; $m_{\tau ij}$ — масса теоретическая i -го состояния, сопоставляемая с j -й экспериментальной частицей; $\Gamma_{\varepsilon j}$ — ширина резонанса экспериментальной j -й частицы; $\Delta \Gamma_{\varepsilon j}$ — стандартная ошибка ширины резонанса экспериментальной; $\Gamma_{\tau ij}$ — ширина резонанса теоретическая i -го состояния ПЗМ, сопоставляемого с j -й экспериментальной частицей; $t_{\varepsilon j}$, $t_{\tau ij}$ — время жизни экспериментальное и теоретическое i -го состояния ПЗМ (определены только для стабильных частиц); μ_{ε} , $\mu_{\tau i}$ — магнитные моменты соответственно экспериментальной ЭЧ и i -го состояния теоретического.

Если известна величина Δm_{ε} или $\Delta \Gamma_{\varepsilon}$, то при вычислении величины критерия κ_{ij}^1 , вместо соответствующих отношений, берутся максимальная относительная погрешность массы или ширины резонанса из всей совокупности рассматриваемых нестабильных экспериментальных частиц.

Как показано в работе [7, § 4.1], данный критерий представляет собой полную ошибку одного из возможных вариантов отождествления. Таким образом, при сравнении данных предпочтение отдается частицам с минимальной полной ошибкой. В результате с данной экспериментальной частицей отождествляется то состояние ПЗМ, величина критерия κ_{ij} для которого наименьшая. При реализации изложенного алгоритма отождествления возможны случаи, когда возникает неоднозначность решения, т. е. когда две различные экспериментальные частицы отождествляются с одним и тем же состоянием ПЗМ. Это бывает при больших погрешностях эксперимента. Для устранения могущей возникнуть неопределенности в сопоставлении используются следующие правила:

1). Устанавливается очередность отождествления экспериментальных частиц в зависимости от надежности и полноты экспериментальных данных. Вводится условный "коэффициент достоверности" для экспериментальных частиц в зависимости от надежности и полноты экспериментальных данных. Этот коэффициент задается количеством "звездочек", число которых изменяется от 4 (самые надежные) до 0 (слабо изученные). В соответствии с этим в первую очередь отождествляется группа частиц, условный коэффициент достоверности которых четыре звездочки. Затем идут группы частиц с тремя, двумя и т. д. звездочками.

В итоговой таблице сопоставления теоретических и экспериментальных данных число "звездочек" отмечено цифрой под словом "эксперимент".

2). Внутри группы частиц с одинаковым коэффициентом достоверности отождествление производится в порядке возрастания величины критерия κ_{ij}^1 .

В заключение отметим, что в процессе программной реализации алгоритмов расчета параметров состояний ПЗМ и их отождествления с экспериментальными частицами преодолен ряд трудностей, связанных как с уточнением физической постановки задачи, так и с ограниченными возможностями ЭВМ, к их числу относятся: потеря точности вычисления из-за ограниченного числа десятичных знаков, необходимость преобразовывать соответствующим образом исходные расчетные формулы (например, формулы для зарядов и магнитных моментов), ограниченность оперативной памяти ЭВМ, ограниченность разрядной сетки ЭВМ, это сказывается, в частности, при расчете времени жизни частиц, значение которых меняется в диапазоне нескольких десятков порядков и т. п.

17.2.

Способ автоматизированного сопоставления расчетных данных с опытными на ЭВМ

В настоящем подразделе анализируются результаты работы программы отождествления ЭЧ с теоретическими состояниями ПЗМ.

Отождествление ЭЧ с теоретическими состояниями ПЗМ производилось по всей совокупности параметров, характеризующих данную ЭЧ: заряд, масса, спин, изотопический спин, проекция изотопического спина, p -четность, время жизни (ширина резонанса), магнитный момент, за исключением тех параметров, экспериментальные значения которых неизвестны. В этом случае теоретическое значение параметра можно считать предсказанием.

Теоретические состояния ПЗМ обозначаются: NS, NT, Δ, KS , где NS — номер ряда ПЗМ; NT — номер мультиплета ПЗМ; Δ — номер состояния в мультиплете.

Расчет параметров, характеризующих данное состояние ПЗМ, велся с точностью, обусловленной алгоритмом решения уравнений, соответствующих определенным параметрам, и точностью машинного счета (расчет велся на ЭВМ БЭСМ-6 и частично на персональной машине IBM-286 (или 386)). Поэтому в подавляющем числе случаев точность расчета теоретического параметра превосходит точность соответствующего экспериментального значения.

Из изложенного в предыдущем разделе алгоритма отождествления элементарных частиц следует, что надежность отождествления с соответствующим состоянием (NS, NT, Δ, KS) тем выше, чем точнее определены экспериментальные значения. Поэтому можно считать, что отождествление достоверно, например, для таких частиц как протон, электрон, мюон, нейтрон, каон и т. д., а для частиц, имеющих меньшую точность определения таких основополагающих параметров, как масса и время жизни (ширина резонанса), отождествление является наилучшим по этим параметрам. Достоверность отождествления будет повышаться при дальнейшем уточнении экспериментальных данных, развитии теории, повышении точности счета, улучшении алгоритма и т. д.

Так как отождествление производилось по всей совокупности параметров, характеризующих ЭЧ, то часть тех ЭЧ, для которых была выдана диагностика "Возможность существования не подтверждается", может быть, будут отождествлены в дальнейшем, так как не подтверждается такой набор квантовых параметров, достаточно изменить один из них, и отождествление станет возможным.

В первой колонке таблицы даны порядковые номера отождествляемых частиц в таблице и номер частицы без учета наличия античастицы.

Во второй колонке печатается обозначение строк:

Теория.

Эксперимент, где i_1 — количество параметров, по которым произошло отождествление ($i_1 = 5, 4, 3, 2, 1, 0$) (масса, заряд, спин, время

жизни (ширина резонанса), магнитный момент); i_2 — коэффициент достоверности экспериментальных данных ($i_2 = 4, 3, 2, 1, 0$).

Рассмотрим на примере одной из наиболее известных частиц процесс отождествления соответствующего набора экспериментальных параметров с теоретическим состоянием ПЗМ.

Протон p^+ . Экспериментальные данные дают такой набор квантовых параметров, по которым следует делать отождествление:

Масса $m_p = 1836, 1527$ (6).

Заряд $q_p = +1$.

Спин $J = 1/2$.

Изоспин $I = 1/2$.

Проекция изоспина $T_3 = +1/2$.

Четность $p = +1$.

Магнитный момент $\mu_p = +2,7928444$ (II);

Время жизни τ_p — стабильно.

Барнионное число $B = 1$;

Из ПЗМ известно, что состояние с $B = 1$ реализуется только в 1 и 2-м рядах NS , так как заряд $|q_p| = 1$ и $B = 1$, то из ПЗМ видно, что в этом случае возможны только $\Delta = 1 - 4$.

Так как $q_p = +1$ и p -четность равна $+1$, согласно ПЗМ из этих состояний возможными кандидатами могут быть следующие: $NS = 1$; $\Delta = 1$ (или ей равноценные).

Далее для каждого кандидата выбирается номер мультиплета NT по наилучшему соответствию экспериментальной массе.

Для данного NS и Δ теоретическая масса монотонно убывает с увеличением номера мультиплета. Поэтому для рассматриваемой m_p возможен единственный номер мультиплета такой, что $m_p(NS, NT, \Delta)$ соответствует m_p наилучшим образом.

Для протона отбирались следующие кандидаты на отождествление: 1.19.1; 1.20.3; 1.21.21; 1.23.23. В случае $NT > NT_{opt}$ $J_T = 0$ и $\mu_T = 0$, а это означает, что из возможных кандидатов остается только 1.19.1, так как $NT_{opt} NS = 1 = 19$.

Таким образом, из всех возможных теоретических состояний было отобрано одно, для которого расчет дает такие значения квантовых параметров: $m_p = 1836,152$; $q_p = +1$; $J_p = 1/2$; $I = 1/2$; $T_3 = +1/2$; $\tau_p = 3,426652 \cdot 10^{39}$ с; $\mu_p = +2,79284384$.

Все результаты сопоставления компануются в особую таблицу, для чего разрабатывается специальная программа печати, и задаются на печать. Результаты этого отождествления анализируются в разд. 20.

18 РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА

ВНУТРЕННИХ ПАРАМЕТРОВ ЭЧ И ИХ АНАЛИЗ

На основе расчетных формул, выведенных в разд. 16, определяются все внутренние параметры структуры элементарных частиц во всех подпространствах. Для того, чтобы иметь результаты расчета, которые могли бы далее быть сопоставимы с экспериментом, необходимо, главным образом, получить параметры частиц в расчетном подпространстве ($2 \rightarrow 1$). В этой книге, естественно, мы не имеем возможности привести примеры результатов расчета всех внутренних характеристик элементарных частиц, однако нам представляется необходимым дать примеры численных значений основных характеристик элементарных частиц, для того чтобы читатель имел возможность представлять их значения и динамику изменения в каждом ряду по мере увеличения номера частицы в этом ряду. В табл. 18.1 даются такие характеристики для всех трех рядов периодического закона элементарных частиц. В каждой таблице значений для данного ряда перед перечислением конкретных характеристик для каждого состояния приведены численные значения констант данного ряда: — величин, сохраняющихся вдоль ряда для всех номеров точек. Указывается численное значение n , $(1 - \frac{2\pi K}{K_1})$, $(1 - \beta)$, $(\Delta\beta)$. В 1-й колонке указаны характеристики данной частицы, номер ряда, номер точки и номер состояния. Естественно, что в таблицах для каждого ряда приведены не все возможные номера точек, а только часть их в качестве примера. Во 2-й колонке дано значение фундаментального квантового числа для мультиплета частиц данного ряда с данным номером точки. Это число является одинаковым для всех состояний, характеризующих данную точку, т. е. для всего мультиплета ПЗМ. В 3-й колонке указано количество субчастиц в структуре на наружной окружности (напоминаем, что речь идет о структуре в подпространстве $(2 \rightarrow 1)$). В 4-й колонке указано значение числа субчастиц на внутренней окружности. В 5-й колонке приведена величина, являющаяся функцией внутренних параметров частиц, играющих существенную роль при расчете наблюдаемых зарядов и масс, она вычисляется по формуле, которая приведена в сводной таблице (см. табл. 16.1, № 2.1.3). В 6-й колонке дано численное значение наружного радиуса структуры частиц в расчетном подпространстве. В 7-й колонке приведено значение расстояния между наружным и внутренним зарядом для каждой структуры. В 8-й колонке приведено значение диэлектрической проницаемости для данной структуры в среднем физическом вакууме и зарядов, расположенных на окружности радиуса R_1 . У каждой частицы значение диэлектрической проницаемости свое, вследствие дисперсии между зарядами структуры частиц и элементарными частицами физического вакуума. В 9-й колонке дано значение диэлектрической проницаемости для зарядов, расположенных на внутренней окружности ϵ_2 , оно отли-

чается от диэлектрической проницаемости для зарядов, расположенных на наружной окружности, вследствие той же дисперсии, поскольку скорости движения частиц и характеристики на наружных и внутренних окружностях различны. В 10-й колонке приведено значение квадрата фундаментального заряда для данной элементарной частицы q_1^2 , которое определяется по формулам, указанным в сводной таблице расчетных формул 16.1, № 3.1. В 11-й колонке приведено численное значение механического момента субструктуры данной элементарной частицы. Напомним читателю — то, что мы фиксируем как спин — есть проекция этого механического момента на ось прецессии структуры элементарной частицы.

Интересно проследить за динамикой изменения внутренних характеристик структуры элементарных частиц вдоль ряда. Наиболее ярко это изменение прослеживается у частиц 1-го ряда, где это изменение существенно более значительно. Изменение внутренних характеристик у частиц 2 и 3-го рядов вдоль ряда происходит значительно медленнее.

Как уже указывалось, среднее число субчастиц на наружной и внутренней окружностях структуры вдоль ряда сохраняется, при этом количество частиц на наружной окружности с увеличением номера точки растет, а количество субчастиц на внутренней окружности на такое же число уменьшается. Наружный радиус вдоль всего ряда (6-я колонка) меняется незначительно, от первой до последней точки 1-го ряда его изменение составляет всего 17%, т. е. вдоль ряда величина наружного радиуса изменяется у всех частиц примерно на 17%. В то же время величина внутреннего радиуса существенно уменьшается от точки к точке вдоль ряда. Разность между наружным и внутренним зарядами, как видно из 7-й колонки, в 1-м ряду, изменяется на два порядка. Диэлектрические проницаемости меняются вдоль ряда незначительно, сохраняя свое значение, близкое к единице, однако в первой точке 1-го ряда отличие от единицы диэлектрической проницаемости наблюдается только в 5-м знаке, а у последней точки наблюдается изменение уже в 3-м знаке. Существенно меняется и квадрат фундаментального заряда вдоль ряда: если у первой точки он составляет 23, то в последней точке ряда — всего две десятых от этой величины. Это в 1-м ряду, во 2-м — изменения величины наружного заряда еще более существенны: квадрат заряда изменяется от 2-й точки ряда до 587-й точки ряда примерно на три порядка. Еще больше изменение квадрата наружного фундаментального заряда у частиц 3-го ряда: от первой точки до точки 16 009 изменение происходит на пять порядков. Чрезвычайно интересно, что природа сумела обеспечить такие законы симметрии, что при огромном изменении численных значений зарядов фундаментального поля наблюдаемая в нашем лабораторном пространстве разность этих зарядов, которую мы называем "электрический заряд", практически имеет одно и то же значение, отличаясь незначительно.

$$n = 5912; \quad \left(1 - \frac{2\pi K}{K_1}\right) = 4,02337 \cdot 10^{-4}; \quad (1 - \beta) = 1,22042 \cdot 10^{-3};$$

$$\Delta\beta_p = 3,04428 \cdot 10^{-6}$$

Таблица 18.1

Номер состояния	Внутренние параметры				
	K	n ₁	n ₂	t _p	R ₁ , см
1	2	3	4	5	6
1.1.1(2)	7	5934	5890	8,04335 · 10 ⁻³	2,25505 · 10 ⁻¹⁴
1.2.1(2)	14	5956	5868	1,60876 · 10 ⁻²	2,25231 · 10 ⁻¹⁴
1.3.1(2)	21	5978	5864	2,41332 · 10 ⁻²	2,24959 · 10 ⁻¹⁴
1.4.1(2)	28	6000	5824	3,21807 · 10 ⁻²	2,24688 · 10 ⁻¹⁴
1.5.1(2)	35	6022	5802	4,02308 · 10 ⁻²	2,24418 · 10 ⁻¹⁴
1.6.1(2)	42	6044	5780	4,82840 · 10 ⁻²	2,24149 · 10 ⁻¹⁴
1.7.1(2)	49	6066	5758	5,63408 · 10 ⁻²	2,23880 · 10 ⁻¹⁴
1.8.1(2)	56	6088	5736	6,44017 · 10 ⁻²	2,23612 · 10 ⁻¹⁴
1.9.1(2)	63	6110	5714	7,24674 · 10 ⁻²	2,23346 · 10 ⁻¹⁴
1.10.1(2)	70	6132	5692	8,05383 · 10 ⁻²	2,23078 · 10 ⁻¹⁴
1.11.1(2)	77	6154	5670	8,86151 · 10 ⁻²	2,22813 · 10 ⁻¹⁴
1.12.1(2)	84	6176	5648	9,66982 · 10 ⁻²	2,22548 · 10 ⁻¹⁴
1.13.1(2)	91	6198	5626	1,04788 · 10 ⁻¹	2,22285 · 10 ⁻¹⁴
1.14.1(2)	98	6220	5604	1,12886 · 10 ⁻¹	2,22021 · 10 ⁻¹⁴
1.15.1(2)	105	6242	5582	1,20991 · 10 ⁻¹	2,21758 · 10 ⁻¹⁴
1.16.1(2)	112	6264	5560	1,29105 · 10 ⁻¹	2,21496 · 10 ⁻¹⁴
1.17.1(2)	119	6286	5538	1,37228 · 10 ⁻¹	2,21234 · 10 ⁻¹⁴
1.18.1(2)	126	6308	5516	1,45361 · 10 ⁻¹	2,20973 · 10 ⁻¹⁴
1.19.1(2)	133	6330	5494	1,53504 · 10 ⁻¹	2,20712 · 10 ⁻¹⁴
1.20.1(2)	140	6352	5472	1,61658 · 10 ⁻¹	2,20452 · 10 ⁻¹⁴
1.21.1(2)	147	6374	5450	1,69823 · 10 ⁻¹	2,20192 · 10 ⁻¹⁴
1.22.1(2)	154	6396	5428	1,78000 · 10 ⁻¹	2,19931 · 10 ⁻¹⁴
1.23.1(2)	161	6418	5406	1,86189 · 10 ⁻¹	2,19673 · 10 ⁻¹⁴
1.24.1(2)	168	6440	5384	1,94391 · 10 ⁻¹	2,19414 · 10 ⁻¹⁴
1.25.1(2)	175	6462	5362	2,02607 · 10 ⁻¹	2,19157 · 10 ⁻¹⁴
1.26.1(2)	182	6484	5340	2,10836 · 10 ⁻¹	2,18900 · 10 ⁻¹⁴
1.27.1(2)	189	6506	5318	2,19080 · 10 ⁻¹	2,18643 · 10 ⁻¹⁴
1.28.1(2)	196	6528	5296	2,27340 · 10 ⁻¹	2,18386 · 10 ⁻¹⁴
1.29.1(2)	203	6550	5274	2,35615 · 10 ⁻¹	2,18129 · 10 ⁻¹⁴
1.30.1(2)	210	6572	5252	2,43906 · 10 ⁻¹	2,17872 · 10 ⁻¹⁴
1.31.1(2)	217	6594	5230	2,52214 · 10 ⁻¹	2,17615 · 10 ⁻¹⁴
1.32.1(2)	224	6616	5208	2,60540 · 10 ⁻¹	2,17358 · 10 ⁻¹⁴
1.33.1(2)	231	6638	5186	2,68883 · 10 ⁻¹	2,17101 · 10 ⁻¹⁴
1.34.1(2)	238	6660	5164	2,77245 · 10 ⁻¹	2,16844 · 10 ⁻¹⁴
1.35.1(2)	245	6682	5142	2,85626 · 10 ⁻¹	2,16587 · 10 ⁻¹⁴
1.36.1(2)	252	6704	5120	2,94026 · 10 ⁻¹	2,16330 · 10 ⁻¹⁴
1.113.1(2)	791	8398	3426	1,05111 · 10 ⁻¹	1,93799 · 10 ⁻¹⁴

частиц 1-го ряда

(R ₁ - R ₂), см	ε ₁	ε ₂	q ₁ √hc	s, н
7	8	9	10	11
0,157800 · 10 ⁻¹⁵	0,999878	0,999866	23,2123	10,0327
0,314053 · 10 ⁻¹⁵	0,999757	0,999732	11,6154	5,01685
0,468777 · 10 ⁻¹⁵	0,999635	0,999599	7,74990	3,74468
0,621992 · 10 ⁻¹⁵	0,999514	0,999465	5,81718	2,50844
0,773715 · 10 ⁻¹⁵	0,999392	0,999332	4,65759	2,00656
0,923966 · 10 ⁻¹⁵	0,999270	0,999198	3,88456	1,67188
1,07276 · 10 ⁻¹⁵	0,999149	0,999064	3,33242	1,43273
1,22012 · 10 ⁻¹⁵	0,999027	0,998930	2,91833	1,25329
1,36605 · 10 ⁻¹⁵	0,998905	0,998796	2,59628	1,11366
1,51058 · 10 ⁻¹⁵	0,998783	0,998662	2,33865	1,10190
1,65373 · 10 ⁻¹⁵	0,998661	0,998528	2,12787	0,910401
1,79550 · 10 ⁻¹⁵	0,998509	0,998393	1,95223	0,834106
1,93591 · 10 ⁻¹⁵	0,998416	0,998258	1,80362	0,769506
2,07498 · 10 ⁻¹⁵	0,998293	0,998124	1,67624	0,714095
2,21273 · 10 ⁻¹⁵	0,998170	0,997988	1,56586	0,666035
2,34917 · 10 ⁻¹⁵	0,998047	0,997853	1,46927	0,623949
2,48431 · 10 ⁻¹⁵	0,997924	0,997717	1,38405	0,586782
2,61817 · 10 ⁻¹⁵	0,997800	0,997581	1,30830	0,553717
2,75076 · 10 ⁻¹⁵	0,997676	0,997445	1,24052	0,524104
2,88210 · 10 ⁻¹⁵	0,997552	0,997308	1,17952	0,497427
3,01219 · 10 ⁻¹⁵	0,997427	0,997171	1,12434	0,473267
3,14106 · 10 ⁻¹⁵	0,997302	0,997034	1,07417	0,451281
3,26871 · 10 ⁻¹⁵	0,997177	0,996896	1,02836	0,431185
3,39516 · 10 ⁻¹⁵	0,997051	0,996758	0,986364	0,412744
3,52043 · 10 ⁻¹⁵	0,996925	0,996619	0,947729	0,395759
3,64451 · 10 ⁻¹⁵	0,996798	0,996480	0,912065	0,380063
3,76743 · 10 ⁻¹⁵	0,996671	0,996341	0,879040	0,365512
3,88920 · 10 ⁻¹⁵	0,996544	0,996201	0,848373	0,351985
3,00982 · 10 ⁻¹⁵	0,996416	0,996060	0,819818	0,339375
4,12931 · 10 ⁻¹⁵	0,996288	0,995919	0,793164	0,327591
4,24768 · 10 ⁻¹⁵	0,996159	0,995778	0,768228	0,316553
4,36495 · 10 ⁻¹⁵	0,996030	0,995636	0,744847	0,306192
4,48111 · 10 ⁻¹⁵	0,995900	0,995493	0,722881	0,296446
4,59619 · 10 ⁻¹⁵	0,995769	0,995350	0,702204	0,287261
4,71019 · 10 ⁻¹⁵	0,995638	0,995206	0,682705	0,278589
4,82312 · 10 ⁻¹⁵	0,995507	0,995061	0,664287	0,270388
10,8244 · 10 ⁻¹⁵	0,982742	0,981054	0,220039	0,674803 · 10 ⁻¹

$$n = 1,944\ 42 \cdot 10^9; \left(1 - \frac{2\pi K}{K_1}\right) = 8,491\ 37;$$

$$(1 - \beta) = 2,547\ 42 \cdot 10^{-7}; \Delta\beta_p = 3,100\ 60 \cdot 10^{-14}$$

Номер состоя- ния	Внутренние параметры				
	K	n_1	n_2	r_p	R_1 , см
1	2	3	4	5	6
2.1.(2)	113	$1,944\ 42 \times 10^9$	$1,944\ 42 \times 10^9$	$2,713\ 95 \cdot 10^{-5}$	$1,474\ 95 \cdot 10^{-12}$
2.4.1(2)	452	$1,944\ 42 \times 10^9$	$1,944\ 42 \times 10^9$	$1,085\ 58 \cdot 10^{-4}$	—
2.7.1(2)	791	$1,944\ 43 \times 10^9$	$1,944\ 42 \times 10^9$	$1,899\ 76 \cdot 10^{-4}$	—
2.10.1(2)	1130	$1,944\ 43 \times 10^9$	$1,944\ 42 \times 10^9$	$2,713\ 95 \cdot 10^{-4}$	—
2.13.1(2)	1469	$1,944\ 43 \cdot 10^9$	$1,944\ 42 \cdot 10^9$	$3,528\ 14 \cdot 10^{-4}$	—
2.16.1(2)	1808	$1,944\ 43 \cdot 10^9$	$1,944\ 42 \cdot 10^9$	$4,342\ 32 \cdot 10^{-4}$	—
2.19.1(2)	2147	$1,944\ 43 \cdot 10^9$	$1,944\ 42 \cdot 10^9$	$5,156\ 50 \cdot 10^{-4}$	—
2.22.1(2)	2486	$1,944\ 43 \cdot 10^9$	$1,944\ 42 \cdot 10^9$	$5,970\ 69 \cdot 10^{-4}$	—
2.25.1(2)	2825	$1,944\ 43 \cdot 10^9$	$1,944\ 42 \cdot 10^9$	$6,784\ 88 \cdot 10^{-4}$	—
2.28.1(2)	3164	$1,944\ 43 \cdot 10^9$	$1,944\ 41 \cdot 10^9$	$7,599\ 06 \cdot 10^{-4}$	—
2.31.1(2)	3503	$1,944\ 43 \cdot 10^9$	$1,944\ 41 \cdot 10^9$	$8,413\ 25 \cdot 10^{-4}$	—
2.34.1(2)	3842	$1,944\ 44 \cdot 10^9$	$1,944\ 41 \cdot 10^9$	$9,227\ 43 \cdot 10^{-4}$	—
2.37.1(2)	4181	$1,944\ 44 \cdot 10^9$	$1,944\ 41 \cdot 10^9$	$1,004\ 16 \cdot 10^{-3}$	—
2.40.1(2)	4520	$1,944\ 44 \cdot 10^9$	$1,944\ 41 \cdot 10^9$	$1,085\ 58 \cdot 10^{-3}$	—
2.43.1(2)	4859	$1,944\ 44 \cdot 10^9$	$1,944\ 41 \cdot 10^9$	$1,167\ 00 \cdot 10^{-3}$	—
2.46.1(2)	5198	$1,944\ 44 \cdot 10^9$	$1,944\ 41 \cdot 10^9$	$1,248\ 42 \cdot 10^{-3}$	—
2.49.1(2)	5537	$1,944\ 44 \cdot 10^9$	$1,944\ 41 \cdot 10^9$	$1,329\ 84 \cdot 10^{-3}$	—
2.52.1(2)	5876	$1,944\ 44 \cdot 10^9$	$1,944\ 40 \cdot 10^9$	$1,411\ 25 \cdot 10^{-3}$	—
2.55.1(2)	6215	$1,944\ 44 \cdot 10^9$	$1,944\ 40 \cdot 10^9$	$1,492\ 67 \cdot 10^{-3}$	—
2.58.1(2)	6554	$1,944\ 44 \cdot 10^9$	$1,944\ 40 \cdot 10^9$	$1,574\ 09 \cdot 10^{-3}$	—
2.61.1(2)	6893	$1,944\ 44 \cdot 10^9$	$1,944\ 40 \cdot 10^9$	$1,655\ 51 \cdot 10^{-3}$	—
2.64.1(2)	7232	$1,944\ 45 \cdot 10^9$	$1,944\ 40 \cdot 10^9$	$1,736\ 93 \cdot 10^{-3}$	—
2.67.1(2)	7571	$1,944\ 45 \cdot 10^9$	$1,944\ 40 \cdot 10^9$	$1,818\ 35 \cdot 10^{-3}$	—
2.70.1(2)	7910	$1,944\ 45 \cdot 10^9$	$1,944\ 40 \cdot 10^9$	$1,899\ 76 \cdot 10^{-3}$	$1,474\ 94 \cdot 10^{-12}$
2.73.1(2)	8249	$1,944\ 45 \cdot 10^9$	$1,944\ 40 \cdot 10^9$	$1,981\ 18 \cdot 10^{-3}$	—
2.77.1(2)	8701	$1,944\ 45 \cdot 10^9$	$1,944\ 40 \cdot 10^9$	$2,089\ 74 \cdot 10^{-3}$	—
2.80.1(2)	9040	$1,944\ 45 \cdot 10^9$	$1,944\ 50 \cdot 10^9$	$2,171\ 16 \cdot 10^{-3}$	—
2.83.1(2)	9379	$1,944\ 45 \cdot 10^9$	$1,944\ 39 \cdot 10^9$	$2,252\ 58 \cdot 10^{-3}$	—
2.86.1(2)	9718	$1,944\ 45 \cdot 10^9$	$1,944\ 39 \cdot 10^9$	$2,334\ 00 \cdot 10^{-3}$	—
2.89.1(2)	10057	$1,944\ 46 \cdot 10^9$	$1,944\ 39 \cdot 10^9$	$2,415\ 41 \cdot 10^{-3}$	—
2.92.1(2)	10396	$1,944\ 46 \cdot 10^9$	$1,944\ 39 \cdot 10^9$	$2,496\ 83 \cdot 10^{-3}$	—
2.95.1(2)	10735	$1,944\ 46 \cdot 10^9$	$1,944\ 39 \cdot 10^9$	$2,578\ 25 \cdot 10^{-3}$	—
2.98.1(2)	11074	$1,944\ 46 \cdot 10^9$	$1,944\ 38 \cdot 10^9$	$2,659\ 67 \cdot 10^{-3}$	—
2.101.1(2)	11413	$1,944\ 46 \cdot 10^9$	$1,944\ 39 \cdot 10^9$	$2,741\ 09 \cdot 10^{-3}$	—

части 2-го ряда

$(R_1 - R_2)$, см	ϵ_1	ϵ_2	$q_1 \sqrt{\hbar c}$	s, \hbar
7	8	9	10	11
$0,538\ 574 \cdot 10^{-18}$	1,000 00	1,000 00	657,512	2 932,21
$2,154\ 29 \cdot 10^{-18}$	0,999 998	0,999 998	1 643,81	733,082
$3,770\ 01 \cdot 10^{-18}$	0,999 997	0,999 997	939,340	418,920
$5,385\ 73 \cdot 10^{-18}$	0,999 996	0,999 995	657,551	293,256
$7,001\ 44 \cdot 10^{-18}$	0,999 994	0,999 994	469,622	209,480
$8,617\ 15 \cdot 10^{-18}$	0,999 994	0,999 993	410,986	183,299
$1,023\ 28 \cdot 10^{-17}$	0,999 992	0,999 991	346,100	154,363
$1,184\ 86 \cdot 10^{-17}$	0,999 991	0,999 990	298,911	133,319
$1,346\ 43 \cdot 10^{-17}$	0,999 990	0,999 988	263,047	117,326
$1,508\ 00 \cdot 10^{-17}$	0,999 988	0,999 987	234,868	104,759
$1,669\ 57 \cdot 10^{-17}$	0,999 987	0,999 986	212,143	24,624 8
$1,831\ 14 \cdot 10^{-17}$	0,999 986	0,999 984	193,428	86,279 0
$1,992\ 71 \cdot 10^{-17}$	0,999 984	0,999 983	177,748	79,286 5
$2,154\ 28 \cdot 10^{-17}$	0,999 983 4	0,999 982	164,42	73,342 9
$2,315\ 84 \cdot 10^{-17}$	0,999 982	0,999 980	152,952	68,228 7
$2,477\ 41 \cdot 10^{-17}$	0,999 981	0,999 979	142,980	63,781 5
$2,638\ 98 \cdot 10^{-17}$	0,999 980	0,999 978	134,229	58,878 9
$2,800\ 55 \cdot 10^{-17}$	0,999 978	0,999 976	126,487	57,426 6
$2,962\ 12 \cdot 10^{-17}$	0,999 977	0,999 975	119,590	53,350 9
$3,123\ 68 \cdot 10^{-17}$	0,999 976	0,999 974	113,407	50,593 3
$3,285\ 25 \cdot 10^{-17}$	0,999 975	0,999 972	107,832	48,107 0
$3,446\ 82 \cdot 10^{-17}$	0,999 973	0,999 971	102,779	45,853 8
$3,608\ 39 \cdot 10^{-17}$	0,999 972	0,999 969	98,179 2	43,802 4
$3,769\ 95 \cdot 10^{-17}$	0,999 971	0,999 968	93,973 4	41,926 8
$3,931\ 52 \cdot 10^{-17}$	0,999 970	0,999 967	90,113 2	40,205 4
$4,146\ 94 \cdot 10^{-17}$	0,999 968	0,999 965	85,434 3	38,118 8
$4,308\ 51 \cdot 10^{-17}$	0,999 967	0,999 964	82,232 2	36,690 8
$4,470\ 07 \cdot 10^{-17}$	0,999 962	0,999 966	79,261 5	35,366 0
$4,631\ 64 \cdot 10^{-17}$	0,999 964	0,999 961	76,498 1	34,133 7
$4,793\ 20 \cdot 10^{-17}$	0,999 963	0,999 959	73,921 0	32,984 4
$4,954\ 77 \cdot 10^{-17}$	0,999 962	0,999 958	71,511 9	31,911 0
$5,116\ 34 \cdot 10^{-17}$	0,999 961	0,999 957	69,255 0	30,903 6
$5,277\ 90 \cdot 10^{-17}$	0,999 959	0,999 955	67,136 3	29,958 8
$5,439\ 46 \cdot 10^{-17}$	0,999 958	0,999 954	65,794 5	28,232 6

Начало со- стояния	Внутренние параметры				
	K	n_1	n_2	t_D	R_1 , см
1	2	3	4	5	6
2.104.1 (1)	11 752	$1,944 46 \cdot 10^9$	$1,944 38 \cdot 10^9$	$2,822 51 \cdot 10^3$	$1,47494 \cdot 10^{-12}$
2.107.1 (2)	12 091	$1,944 46 \cdot 10^9$	$1,944 38 \cdot 10^9$	$2,903 93 \cdot 10^3$	"
2.110.1 (2)	12 430	$1,944 46 \cdot 10^9$	$1,944 38 \cdot 10^9$	$2,985 34 \cdot 10^3$	"
2.113.1 (2)	12 769	$1,944 46 \cdot 10^9$	$1,944 38 \cdot 10^9$	$3,066 76 \cdot 10^3$	"
2.116.1 (2)	13 108	$1,944 46 \cdot 10^9$	$1,944 38 \cdot 10^9$	$3,148 18 \cdot 10^3$	"
2.119.1 (2)	13 447	$1,944 47 \cdot 10^9$	$1,944 38 \cdot 10^9$	$3,229 60 \cdot 10^3$	"
2.122.1 (2)	13 786	$1,944 47 \cdot 10^9$	$1,944 38 \cdot 10^9$	$3,283 88 \cdot 10^3$	"
2.125.1 (2)	14 125	$1,944 47 \cdot 10^9$	$1,944 38 \cdot 10^9$	$3,392 44 \cdot 10^3$	"
2.128.1 (2)	14 464	$1,944 47 \cdot 10^9$	$1,944 38 \cdot 10^9$	$3,473 86 \cdot 10^3$	"
2.131.1 (2)	14 803	$1,944 47 \cdot 10^9$	$1,944 38 \cdot 10^9$	$3,555 28 \cdot 10^3$	"
2.134.1 (2)	15 142	$1,944 47 \cdot 10^9$	$1,944 38 \cdot 10^9$	$3,636 69 \cdot 10^3$	"
2.137.1 (2)	15 481	$1,944 47 \cdot 10^9$	$1,944 38 \cdot 10^9$	$3,718 11 \cdot 10^3$	"
2.140.1 (2)	15 820	$1,944 47 \cdot 10^9$	$1,944 37 \cdot 10^9$	$3,799 53 \cdot 10^3$	"
2.143.1 (2)	16 159	$1,944 47 \cdot 10^9$	$1,944 37 \cdot 10^9$	$3,880 95 \cdot 10^3$	"
2.146.1 (2)	16 498	$1,944 48 \cdot 10^9$	$1,944 37 \cdot 10^9$	$3,962 37 \cdot 10^3$	"
2.149.1 (2)	16 837	$1,944 48 \cdot 10^9$	$1,944 37 \cdot 10^9$	$4,043 79 \cdot 10^3$	"
2.152.1 (2)	17 176	$1,944 48 \cdot 10^9$	$1,944 37 \cdot 10^9$	$4,125 20 \cdot 10^3$	"
2.155.1 (2)	17 515	$1,944 48 \cdot 10^9$	$1,944 37 \cdot 10^9$	$4,206 62 \cdot 10^3$	"
2.587.1 (2)	66 376 2	$1,946 51 \cdot 10^8$	$1,942 34 \cdot 10^9$	$0,159 418 \cdot 10^3$	$1,474 42 \cdot 10^{-12}$

$$n = 4,436 153 12 \cdot 10^{13}; \left(1 - \frac{2\pi K}{K_1}\right) = 1,055 604 09 \cdot 10^{-10};$$

$$(1 - \beta) = 3,166 812 29 \cdot 10^{-10}$$

Начало со- стояния	Внутренние параметры				
	K	n_1	n_2	t_D	R_1 , см
1	2	3	4	5	6
3.1.2	33 215	$4,436 15 \cdot 10^{13}$	$4,436 15 \cdot 10^{13}$	$9,917 00 \cdot 10^{-6}$	$4,183 28 \cdot 10^{-11}$
3.2.2	66 430	"	"	$1,983 40 \cdot 10^{-5}$	"
3.3.2	99 645	"	"	$2,975 10 \cdot 10^{-5}$	"
3.4.2	132 860	"	"	$3,966 80 \cdot 10^{-5}$	"
3.5.2	166 075	"	"	$4,958 50 \cdot 10^{-5}$	"
3.6.2;	199 290	"	"	$5,902 0 \cdot 10^{-5}$	"
3.7.1 (2)	232 505	"	"	$6,941 90 \cdot 10^{-5}$	"
3.7.2.3 (4)	239 148 0	"	"	$7,140 24 \cdot 10^{-5}$	"
3.16009.3(4)	$5,317 39 \times 10^8$	$4,436 32 \cdot 10^{15}$	$4,435 99 \cdot 10^{25}$	$1,587 61 \cdot 10^{-11}$	$4,183 23 \cdot 10^{-11}$

частиц 2-го ряда

$(R_1 - R_2)$, см	ϵ_1	ϵ_2	$q_1 \sqrt{\hbar c}$	s, \hbar
7	8	9	10	11
$5,601 03 \cdot 10^{-17}$	0,999 957	0,999 952	63,265 6	28,232 6
$5,762 59 \cdot 10^{-17}$	0,999 956	0,999 951	61,493 0	27,442 1
$5,924 16 \cdot 10^{-17}$	0,999 954	0,999 950	59,817 1	26,987 1
$6,085 72 \cdot 10^{-17}$	0,999 953	0,999 948	58,230 2	25,987 1
$6,247 28 \cdot 10^{-17}$	0,999 952	0,999 947	56,725 4	25,678 7
$6,408 84 \cdot 10^{-17}$	0,999 951	0,999 946	55,296 4	24,678 7
$6,570 41 \cdot 10^{-17}$	0,999 950	0,999 945	54,383 2	24,271 5
$6,731 97 \cdot 10^{-17}$	0,999 948	0,999 943	52,644 3	23,496 0
$6,893 53 \cdot 10^{-17}$	0,999 947	0,999 942	51,411 5	22,946 2
$7,055 10 \cdot 10^{-17}$	0,999 946	0,999 940	50,235 1	22,421 6
$7,216 66 \cdot 10^{-17}$	0,999 944	0,999 939	49,111 4	21,920 5
$7,378 22 \cdot 10^{-17}$	0,999 943	0,999 938	48,037 0	21,441 4
$7,539 78 \cdot 10^{-17}$	0,999 942	0,999 936	47,008 5	20,982 7
$7,701 34 \cdot 10^{-17}$	0,999 941	0,999 935	46 023 3	20,543 3
$7,862 90 \cdot 10^{-17}$	0,999 940	0,999 933	45 078 5	20,122 0
$8,024 46 \cdot 10^{-17}$	0,999 938	0,999 932	44,171 7	19,717 6
$8,186 02 \cdot 10^{-17}$	0,999 937	0,999 931	43,300 8	19,329 2
$8,347 58 \cdot 10^{-17}$	0,999 936	0,999 929	42,463 7	18,955 9
$3,159 06 \cdot 10^{-15}$	0,997 741	0,997 516	1,162 12	0,537 666

частиц 3-го ряда

$(R_1 - R_2)$, см	ϵ_1	ϵ_2	$q_1 \sqrt{\hbar c}$	s, \hbar
7	8	9	10	11
$1,968 00 \cdot 10^{-19}$	1	1	19 085,3	8 024,39
$3,935 99 \cdot 10^{-19}$	1	1	9 542,66	4 012,21
$5,903 99 \cdot 10^{-19}$	1	1	6 361,79	2 674 82
$7,871 99 \cdot 10^{-19}$	0,999 999	0,999 999	4,771,35	2 006,13
$9,839 98 \cdot 10^{-19}$	"	"	3 817,09	1 604,91
$1,180 80 \cdot 10^{-19}$	"	"	3 180,09	1 337,43
$1,377 60 \cdot 10^{-19}$	"	"	2 726,61	1 146,37
$1,416 96 \cdot 10^{-19}$	"	"	265,119	111,488
$3,150 41 \cdot 10^{-15}$	0,997 880	0,997 670	1,237 85	0,510 390

Внутренние параметры частиц I-го ряда	Номер	
	113	36
β_1	0,999 123 584 836 2	0,998 889 175 153 8
β_2	0,998 435 577 196 8	0,998 669 986 879 2
β_1/β_2	1,000 689 085 660 7	1,000 219 480 186 1
$n_1\beta_1$	$8,390 639 865 454 4 \cdot 10^3$	$6,696 553 030 231 1 \cdot 10^3$
$n_2\beta_2$	$3,420 640 287 476 2 \cdot 10^3$	$5,113 190 332 821 6 \cdot 10^3$
s	$6,748 033 073 155 8 \cdot 10^{-2}$	0,270 388 119 603 41
ε_{00}	$1,374 335 963 926 \cdot 10^{-3}$	$4,378 415 460 298 1 \cdot 10^{-4}$
ε_1	0,982 741 537 050 1	0,995 507 058 147 5
ε_2	0,981 053 529 263 0	0,995 061 340 039 5
ε_{1d}	0,983 717 504 471 2	0,995 763 415 042 7
ε_{2d}	0,982 123 217 224 1	0,995 343 009 612 0
$(1 - \beta_1^2)$	$1,752 062 223 909 3 \cdot 10^{-3}$	$2,220 415 760 611 0 \cdot 10^{-3}$
$(1 - \beta_2^2)$	$3,126 398 187 836 4 \cdot 10^{-3}$	$2,658 257 306 640 7 \cdot 10^{-3}$
$(1 - \beta_1^2)^{1/2}$	$4,185 764 235 966 \cdot 10^{-2}$	$4,712 128 776 477 7 \cdot 10^{-2}$
$(1 - \beta_2^2)^{1/2}$	$5,591 420 381 116 4 \cdot 10^{-2}$	$5,155 829 037 740 3 \cdot 10^{-2}$
β_1	0,999 999 745 439 6	0,999 999 745 263 0
β_2	0,999 999 745 077 2	0,999 999 745 253 8
β_1/β_2	1,000 000 000 362 4	1,000 000 000 009 2
$n_1\beta_1$	$1,946 498 736 498 4 \cdot 10^9$	$1,944 476 301 669 8 \cdot 10^9$
$n_2\beta_2$	$1,942 348 076 851 1 \cdot 10^9$	$1,944 370 511 678 9 \cdot 10^9$
s	$5,400 579 520 219 0 \cdot 10^{-1}$	$1,971 764 859 797 2 \cdot 10^1$
ε_{00}	$7,250 454 010 897 2 \cdot 10^{-10}$	$1,847 960 396 209 0 \cdot 10^{-11}$

Точки

19	15	1
0,998 837 422 366 7	0,998 825 245 240 1	0,998 782 625 298 1
0,998 721 739 666 3	0,998 733 916 792 6	0,998 776 536 734 9
1,000 115 830 762 2	1,000 091 444 223 7	1,000 006 096 021 4
$6,322 640 883 581 3 \cdot 10^3$	$6,234 667 180 790 6 \cdot 10^3$	$5,926 776 098 518 9 \cdot 10^3$
$5,486 977 237 726 6 \cdot 10^3$	$5,574 932 723 536 3 \cdot 10^3$	$5,882 793 801 368 6 \cdot 10^3$
0,524 104 010 208 51	0,666 035 093 355 71	$1,003 268 426 610 8 \cdot 10$
$2,310 830 381 823 9 \cdot 10^{-4}$	$1,824 339 775 124 2 \cdot 10^{-4}$	$1,216 226 516 749 4 \cdot 10^{-5}$
0,997 676 196 320 2	0,998 170 545 074 6	0,999 878 374 359 4
0,997 445 113 281 9	0,997 988 521 815 2	0,999 866 250 338 5
0,997 808 944 134 9	0,998 275 079 689 5	0,999 885 329 846 7
0,997 591 029 893 9	0,998 103 437 433 5	0,999 873 899 082 8
$2,323 803 679 787 7 \cdot 10^{-3}$	$2,348 129 470 523 4 \cdot 10^{-3}$	$2,433 267 402 649 3 \cdot 10^{-3}$
$2,554 886 717 970 2 \cdot 10^{-3}$	$2,530 563 448 035 6 \cdot 10^{-3}$	$2,445 429 667 817 0 \cdot 10^{-3}$
$4,820 584 694 606 7 \cdot 10^{-2}$	$4,845 750 169 502 5 \cdot 10^{-2}$	$4,932 816 034 122 1 \cdot 10^{-2}$
$5,054 588 725 079 6 \cdot 10^{-2}$	$5,030 470 602 275 2 \cdot 10^{-2}$	$4,945 128 580 549 8 \cdot 10^{-2}$
0,999 999 745 260 8	0,999 999 745 259 9	0,999 999 745 258 4
0,999 999 745 256 0	0,999 999 745 256 9	0,999 999 745 258 4
1,000 000 000 004 8	1,000 000 000 003 0	1,000 000 000 000 0
$1,944 450 031 672 3 \cdot 10^9$	$1,944 440 091 673 1 \cdot 10^9$	$1,944 423 761 674 3 \cdot 10^9$
$1,944 396 781 676 4 \cdot 10^9$	$1,944 406 721 675 7 \cdot 10^9$	$1,944 423 051 674 4 \cdot 10^9$
$3,913 427 167 730 8 \cdot 10^1$	$6,242 528 540 038 5 \cdot 10^1$	$2,932 210 812 048 8 \cdot 10^3$
$9,301 814 074 876 8 \cdot 10^{-12}$	$5,829 136 820 256 0 \cdot 10^{-12}$	$1,240 241 876 650 3 \cdot 10^{-13}$

Внутренние параметры частиц 2-го ряда	Номер	
	5864	149
ϵ_1	$9,977\,509\,146\,049 \cdot 10^{-1}$	$9,999\,938\,263\,466\,4 \cdot 10^{-1}$
ϵ_2	$9,975\,272\,432\,659 \cdot 10^{-1}$	$9,999\,321\,089\,720 \cdot 10^{-1}$
ϵ_{1d}	$9,978\,794\,150\,574 \cdot 10^{-1}$	$9,999\,417\,941\,355 \cdot 10^{-1}$
ϵ_{2d}	$9,976\,684\,932\,145 \cdot 10^{-1}$	$9,999\,359\,915\,897 \cdot 10^{-1}$
$(1 - \beta_1^2)$	$5,091\,206\,093\,224\,8 \cdot 10^{-7}$	$5,094\,738\,922\,210\,8 \cdot 10^{-7}$
$(1 - \beta_2^2)$	$5,098\,456\,547\,236\,1 \cdot 10^{-7}$	$5,094\,923\,718\,250\,7 \cdot 10^{-7}$
$(1 - \beta_1^2)^{1/2}$	$7,135\,268\,805\,885\,8 \cdot 10^{-4}$	$7,137\,743\,986\,870\,6 \cdot 10^{-4}$
$(1 - \beta_2^2)^{1/2}$	$7,140\,347\,713\,687\,4 \cdot 10^{-4}$	$7,137\,873\,435\,590\,3 \cdot 10^{-4}$

Внутренние параметры частиц 3-го ряда	Номер	
	16009	
β_1	0,999 999 999 683 4	
β_2	0,999 999 999 683 4	
β_1/β_2	1,000 000 000 000 0	
$n_1\beta_1$	$4,436\,320\,166\,532\,8 \cdot 10^{13}$	
$n_2\beta_2$	$4,435\,986\,065\,106\,5 \cdot 10^{13}$	
r	0,540 353 012 485 28	
g_{00}	$3,180\,042\,032\,763\,9 \cdot 10^{-14}$	
ϵ_1	0,997 752 141 103 8	
ϵ_2	0,997 528 591 437 8	
ϵ_{1d}	0,997 880 571 788 9	

точки

75		47		1	
$9,999\,688\,933\,380 \cdot 10^{-1}$		$9,999\,804\,990\,768 \cdot 10^{-1}$		$9,999\,995\,848\,272 \cdot 10^{-1}$	
$9,999\,657\,922\,208 \cdot 10^{-1}$		$9,999\,785\,549\,461 \cdot 10^{-1}$		$9,999\,995\,434\,361 \cdot 10^{-1}$	
$9,999\,706\,723\,318 \cdot 10^{-1}$		$9,999\,816\,143\,431 \cdot 10^{-1}$		$9,999\,996\,085\,714 \cdot 10^{-1}$	
$9,999\,677\,485\,620 \cdot 10^{-1}$		$9,999\,797\,813\,953 \cdot 10^{-1}$		$9,999\,995\,695\,473 \cdot 10^{-1}$	
$5,094\,784\,811\,160\,4 \cdot 10^{-7}$		$5,094\,802\,174\,546\,7 \cdot 10^{-7}$		$5,094\,830\,700\,109\,6 \cdot 10^{-7}$	
$5,094\,877\,829\,300\,9 \cdot 10^{-7}$		$5,094\,860\,465\,914\,8 \cdot 10^{-7}$		$5,094\,831\,940\,351\,7 \cdot 10^{-7}$	
$7,137\,776\,132\,073\,9 \cdot 10^{-4}$		$7,137\,882\,950\,860 \cdot 10^{-4}$		$7,137\,808\,277\,132\,1 \cdot 10^{-4}$	
$7,137\,841\,290\,825\,1 \cdot 10^{-4}$		$7,137\,829\,127\,903\,5 \cdot 10^{-4}$		$7,137\,809\,145\,915\,6 \cdot 10^{-4}$	

точки

72		1	
0,999 999 999 683 4		0,999 999 999 683 4	
0,999 999 999 683 4		0,999 999 999 683 4	
1,000 000 000 000 0		1,000 000 000 000 0	
$4,436\,153\,867\,125\,3 \cdot 10^{13}$		$4,436\,153\,126\,254\,5 \cdot 10^{13}$	
$4,436\,152\,364\,514\,1 \cdot 10^{13}$		$4,436\,153\,105\,584\,9 \cdot 10^{13}$	
$1,114\,884\,556\,554\,7 \cdot 10^2$		$8,024\,388\,380\,520\,5 \cdot 10^3$	
$1,430\,214\,419\,132\,8 \cdot 10^{-16}$		$1,986\,408\,915\,462\,5 \cdot 10^{-18}$	
0,999 989 080 837 9		0,999 999 848 290 8	
0,999 987 992 249 4		0,999 999 833 165 8	
0,999 989 705 311 9		0,999 999 856 967 1	

Внутренние параметры частиц 3-го ряда	Номер	
	16009	
$\epsilon_2 d$	0,997 669 764 730 4	
$(1 - \beta_1^2)$	$6,333 465 569 952 4 \cdot 10^{-10}$	
$(1 - \beta_2^2)$	$6,333 783 574 415 55 \cdot 10^{-10}$	
$(1 - \beta_1^2)^{1/2}$	$2,516 637 751 038 5 \cdot 10^{-5}$	
$(1 - \beta_2^2)^{1/2}$	$2,516 700 930 614 4 \cdot 10^{-5}$	

В табл. 18.2 даны точные значения некоторых внутренних параметров у некоторых частиц 1, 2 и 3-го рядов. Эти точные значения основных характеристик внутренней структуры частиц приведены как для представления о характере изменения этих величин, так и для того, чтобы использовать эти численные значения для расчета. Эти значения уже были использованы в книге (разд. 15) при расчете численных значений мировых констант.

19 СПОСОБ И ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРЕДСКАЗАНИЯ ЧАСТИЦ, ПОДЛЕЖАЩИХ НАБЛЮДЕНИЮ В МАКРОМИРЕ

Как уже было сказано выше, в микромире существует огромное количество частиц, которые проявляются только в слоях, дополнительных к нашему лабораторному подпространству, и непосредственно в нем не проявляются. Мы можем свидетельствовать об их существовании только опосредованно, через влияние их на наблюдаемые процессы. Существование таких частиц — они получили наименование "виртуальные" — было предсказано в известных теориях, термин "виртуальная частица" в общепринятых теориях существенно уже того понятия, которое используется в этой книге. Здесь под "виртуальными частицами" мы понимаем не особые состояния известных частиц, а частицы, которые существуют реально, всегда, но в другом подпространстве и в большинстве своем не имеют состояний, которые образуют КС. ТФП определяет полное число возможных виртуальных состояний в каждом ряду. Число всех возможных ГЭЧ каждого ряда численно равно l последующего ряда, так, K_p 2-го ряда равно 113, и поэтому

Точки	
72	1
0,999 988 678 980 0	0,999 999 842 707 3
$6,333 623 856 946 8 \cdot 10^{-10}$	$6,333 624 562 122 0 \cdot 10^{-10}$
$6,333 625 287 161 2 \cdot 10^{-10}$	$6,333 624 581 986 0 \cdot 10^{-10}$
$2,516 669 198 950 6 \cdot 10^{-5}$	$2,516 669 339 051 5 \cdot 10^{-5}$
$2,516 669 483 098 8 \cdot 10^{-5}$	$2,516 669 342 998 0 \cdot 10^{-5}$

число мультиплетов ГЭЧ в 1-м ряду равно 113. Число всех разрешенных в ТФП рядов указано в таблице 5.1, С. 121 монографии. Естественно, возникает вопрос, какое количество этих состояний может при определенных условиях образовать кварковую структуру и наблюдаться в нашем подпространстве. По физическому смыслу это условие сводится к тому, что ГЭЧ, взаимодействуя с ближайшими элементарными частицами вакуума, может образовать структуру, достаточно устойчивую, для того чтобы она не могла быть тут же разрушена окружающими элементарными частицами соответствующего физического вакуума. Математически это условие сводится к тому, что определенное сочетание внутренних характеристик данной элементарной частицы должно отличаться от единицы на величину, которая очень мала и имеет определенное значение для каждого ряда состояний, поэтому в самом общем виде условие образования кварковых (или псевдокварковых) структур, т. е. ЭЧ из ГЭЧ и ЭЧВ, можно записать так:

$$|T_K K_0 - 1| < (A_\alpha) NS. \quad (19.1)$$

Величина T_K вычисляется по формуле

$$T_K = 8\pi\beta\alpha \frac{n m_e^{2s} d e}{n_{10pt} m_{\text{эф}} \alpha p} f_{NS}(\beta), \quad (19.2)$$

где $f_{NS}(\beta)$ — функции β , различные для каждого ряда. Множитель $f_{NS}(\beta)$ для 3-го ряда равен

$$f_{NS}(\beta) = \sqrt{\frac{9}{8}} \frac{s d e}{\epsilon_{1p} \epsilon_{2p}^3} \frac{k_x (1 - \beta_2^2)^{1/2} e}{K_y (1 - \beta_1^2)^{1/2} K_\phi \epsilon_\phi^2} \quad (19.3)$$

Таблица 19.1.

№ п/п	Обозначение частиц (в ГФП)	Параметры частиц 3-го ряда ГЭЧ					Магнитный момент μ (в собственных магнетонах)
		Масса m, m_e	Заряд $q, \sqrt{\alpha} e$	Спин S, \hbar	Время жизни τ, c		
1	3.2.6	6 983,695	0	1/2	$4,07 \cdot 10^{-14}$	+0,000 947 354 9	
2	3.3.2	4 655,819	+1	1/2	$1,08 \cdot 10^{-13}$	+1,001 515 011 3	
3	3.3.6	4 655,824	0	1/2	$1,08 \cdot 10^{-13}$	+0,000 947 362 0	
4	3.4.2	3 491,883	+1	1/2	$1,87 \cdot 10^{-13}$	+1,001 515 173 4	
5	3.4.6	3 491,888	0	1/2	$1,87 \cdot 10^{-13}$	+0,000 947 369 2	
6	3.5.2	2 793,522	+1	1/2	$2,68 \cdot 10^{-13}$	+0,001 515 335 5	
7	3.6.2	2 327,948	+1	1/2	$3,45 \cdot 10^{-13}$	+1,001 515 497 7	
8	3.72.3	206,768, 8	-1	1/2	$2,02 \cdot 10^{-6}$	-1,001 163 322 3	
9	3.16009.3	1,000 000	-1	1/2	$1,43 \cdot 10^{+143}$	-1,001 159 642 8	
10	3.16009.4	1,000 000	+1	1/2	$1,02 \cdot 10^{-9}$	+1,003 349 749 8	

Примечание: Отбор выполнен из 796256 состояний, рассматриваемых в теории, необратимые состояния – виртуальные.

Коэффициент K_0 для частиц 3-го ряда принимает одно из трех разрешенных значений:

$$1: \sqrt{\frac{8}{9}} \epsilon_{2p} K_{\Phi}^{1/2} \epsilon_{\Phi}; \left[\epsilon_{rp}^{3/2} a_{gp}^{1/2} (1 - g_{00})^{1/2} (1 - 3g_{00})^{1/2} \right]^{-1/2}. \quad (19.4)$$

Каждому из этих трех значений K_0 может соответствовать как одно, так и несколько ГЭЧ, могущих образовать ЭЧ.

Коэффициенты, характеризующие минимальное отличие критических величин от единицы для каждого ряда, имеют следующие значения:

$$A_{\alpha} = \begin{cases} \left(\frac{4\alpha_p}{\pi} \right)^2 & NS = 1 \\ \left(\frac{2\alpha_p}{\pi} \right)^2 & NS = 2 \\ \left(\frac{\alpha_p}{2\pi} \right)^2 & NS = 3 \end{cases} \quad (19.5)$$

В качестве примера в этом разделе мы приводим результат расчета по указанным формулам тех состояний ГЭЧ 3-го ряда, которые могут наблюдаться в ИПП в виде ЭЧ. В 3-м ряду может быть очень много виртуальных состояний – их сотни тысяч. Из этих сотен тысяч состояний только десять могут образовать наблюдаемые частицы. Сейчас из этих десяти допустимых частиц обнаружено только четыре: τ -лептон (№ 4); мюон (№ 8); электрон (№ 9) и "дырка" (№ 10), – остальные являются предсказаниями. Какова вероятность их существования, какова надежность предсказания? Сегодня, ввиду недостаточной точности расчетов, оценить это трудно, скорее всего, не все шесть дополнительно предсказанных частиц на самом деле могут существовать, но вероятность того, что ни одна из них не реализуется, практически равна нулю, т. е. одна из этих шести предсказанных или две предсказанных частицы с достоверностью должны быть обнаружены.

Анализ результатов отбора разрешенных к наблюдению частиц 2 и 3-го рядов выходит за рамки допустимого в этой книге объема, и здесь мы его не воспроизводим. В табл. 19.1 приведены частицы 3-го ряда тех ГЭЧ, которые могут образовать псевдокварковые структуры (см. подразд. 5.7), стать ЭЧ и наблюдаться непосредственно в лабораторном подпространстве. Отбор данных для табл. 19.1 производится по описанным в этом разделе формулам на ЭВМ, результат расчета выдан на печать самой ЭВМ.

20 РЕЗУЛЬТАТЫ ОТОЖДЕСТВЛЕНИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКИ ПРЕДСКАЗАННЫХ ЧАСТИЦ С ОПЫТНЫМИ ДАННЫМИ ПО ЭЧ

Результаты сопоставления теоретически определенных значений параметров элементарных частиц с экспериментальными приведены в табл. 20.1; 20.2 и 20.3. Сравнение производилось по официальным таблицам, опубликованным в 1988 г. [108]. Всего обнаружено около 700 частиц (если считать и античастицы). Сопоставление такого большого массива экспериментальных данных с теоретическими в данной монографии, несмотря на ее приличный объем, невозможно, поэтому мы ограничиваемся примерами сопоставления большого числа элементарных частиц, но не всех. Критерии отбора для отождествления были описаны в разд. 17, здесь нам остается сделать некий анализ.

Первое, на что необходимо обратить внимание читателя, — это очень большое количество предсказаний, т. е. таких теоретически найденных значений параметров, которые еще или совсем не измерены, или найдены с существенно меньшей точностью, поэтому теоретически определенное значение является предсказанием. В примечаниях таблиц указано, какие параметры предсказаны в ТФП для каждой частицы.

К сожалению, до этой публикации не удалось обстоятельно изложить результаты расчета параметров элементарных частиц и сопоставить их с экспериментом, поэтому приходится констатировать, что большое количество предсказаний, полученных еще в 1983 г. и блестяще подтвержденных сейчас, мы не можем здесь перечислить, так как данные этого расчета не были опубликованы. В связи с этим нам представляется важным в данной публикации уделить место предсказаниям новых значений параметров, неизвестных из экспериментов, с тем чтобы последующие экспериментальные подтверждения укрепляли позиции теории.

Сопоставление численных значений масс, рассчитанных и экспериментально наблюдаемых, показывает, что все теоретически определенные значения соответствуют эксперименту в пределах точности этого эксперимента. В подавляющем числе случаев теоретические значения превосходят экспериментальные по точности и являются предсказанием. Квантовые числа, заряды, спины, изотопические спины, проекции изотопического спина, четность, барионное число определяются в рамках теории точно, главным образом с использованием результатов теории кварков, ранее подробно изложенной в этой книге.

Время жизни короткоживущих и долгоживущих элементарных частиц определяется, как уже упоминалось, по-разному.

Квазиклассическим методом время жизни определяется для частиц, которые живут очень недолго (меньше, чем 10^{-22} с), — они не успевают провзаимодействовать с физическим вакуумом и приобрести известные

Таблица 20.1

№ п/п	Обозначение и наименование частиц	Источник информации	Параметры ЭЧ				Примечания
			Масса m	Заряд q , $\sqrt{\frac{q}{4\pi\epsilon_0}}$	Спин J, \hbar	Время жизни τ , с (или ширина резонанса Γ , ГэВ)	
1.	ЭЧВ*	Теор.	$m_0 < 13,10 \cdot 10^{-10}$ эВ	0	1	10^{-143} с	Возбужденные ЭЧВ
2.	γ-квант ЭМП	Эксп.	Нет данных	—	—	Стабилен	m, τ предсказаны ТФП
2.1.1	W — квант слабого взаимодействия	Теор.	83,217 ГэВ	± 1	> 50	3,955 ГэВ	
		Эксп.	81,8 (1,5) ГэВ	± 1	—	6,5 ГэВ	
3.	2.1.1.4	Теор.	93,030 ГэВ	0	> 50	7,840 ГэВ	m, τ предсказаны ТФП
	2-квант слабого взаимодействия	Эксп.	92,6 (1,7) ГэВ	0	—	4,6 ГэВ	
4.	Фундаментон*	Теор.	$2,17 \cdot 688 \cdot 10^{-5}$ г	$1/\sqrt{\alpha}$	1/2	10^{-143} с	Частица предсказана ТФП
		Эксп.			Нет данных		

* Виртуальная частица.

квантовые свойства. Время существования таких частиц — резонансов — определяется в теории с удовлетворительной точностью, существенно превышающей точность экспериментального измерения, и являются предсказанием. Рассчитанная ширина резонанса и экспериментально наблюдаемая очень хорошо согласуется в пределах точности эксперимента (см. табл. 20.1, 20.2 и 20.3).

Время жизни долгоживущих частиц, т. е. частиц, которые успевают провзаимодействовать с физическим вакуумом и приобрести квантовые свойства, определяется по другим формулам. Методика расчета определена в теории и позволяет рассчитывать это время с удовлетворительной точностью, однако достигнуть очень большой точности для расчета времени жизни долгоживущих частиц к настоящему времени не удалось. Это связано с тем, что взаимодействие частиц с физическим вакуумом, от которого существенным образом зависит время существования этой частицы, является процессом сложным и далеко не однозначным. Неоднозначность состоит в том, что частицы по-разному взаимодействуют с физическим вакуумом, в зависимости от принадлежности их к тому или иному ряду, состоянию и номеру точки, т. е. в за-

висимости от характеристик внутренней структуры частиц. Но внутренние параметры частиц не определяют однозначно характера взаимодействия этих частиц с физическим вакуумом.

Взаимодействие ЭЧ с ФВ зависит еще и от степени возбуждения самих частиц, взаимодействующих с физическим вакуумом, от состояния физического вакуума в тех точках пространства, где это взаимодействие происходит, и от целого ряда других причин, которые приводят к тому, что существует большое количество каналов взаимодействия. Каждому из этих каналов соответствуют для формул по расчету параметров частиц определенные нормализующие множители. Иными словами, в теории показано, что основные величины, определяющие время жизни частиц, взаимодействующих с вакуумом, однозначно определяются внутренней структурой, но нормализующие коэффициенты, зависящие от характера взаимодействия, варьируются. Эти коэффициенты невелики по своему абсолютному значению, как правило, это величины порядка единицы или нескольких единиц, причем они не носят произвольного характера. Существует конечное, известное значение допустимых нормализующих множителей, иначе — разрешенный спектр

Таблица 20.2

№ п/п	Обозначение и наименование частиц	Источник информации	Параметр	
			Масса m	Заряд q , $\sqrt{\alpha\hbar c}$
				Леп
5.	3.16009.3	Теор.	12,86 эВ	0
	ν_e — электронное нейтрино	Эксп.	<46 эВ	0
6.	3.16009.3	Теор.	1,00 000 00 (30)	± 1
	e — электрон	Эксп.	1,00 000 00 (27)	± 1
7.	4.72.3	Теор.	$2,660 \cdot 10^3$	0
	ν_μ — мюонное нейтрино	Эксп.	<0,25 МэВ	0
8.	3.72.3	Теор.	206,768 8 (6)	± 1
	μ — мюон	Эксп.	206,768 55 (92)	± 1
9.	3.4.1	Теор.	$4,491 \cdot 10^4$ эВ	0
	ν_τ тау-нейтрино	Эксп.	<70 МэВ	0
10.	3.4.1	Теор.	178 4,36	± 1
	τ — тау-лептон	Эксп.	178 4,2 (3,2)	± 1

ры ЭЧ			Примечания
Спин J, \hbar	Время жизни τ, c	Магнитный момент μ (в собственных магнетонах)	
тоны			
1/2	$>10^{+143}$		m, τ предсказаны ТФП
1/2	Стабилен		
1/2	$1,42 821 3 \cdot 10^{+143}$	-1,00 115 964 (18)	τ предсказано ТФП
1/2	Стабилен	-1,00 115 962 209 (31)	
1/2	$>10^{+143}$		m, τ предсказаны ТФП
1/2	Стабилен		
1/2	2,17 289 252		То же
1/2	$2,19 703 (4) \cdot 10^{-6}$	-1,00 116 332 (18)	
1/2	10^{+143}	-1,00 116 592 3 (9)	—
1/2	Нет данных		
1/2	$3,11 381 \cdot 10^{-13}$		m, τ предсказаны ТФП в 1975 г.
1/2	$(3,3 \pm 0,4) \cdot 10^{-13}$		m, τ предсказаны ТФП

№ п/п	Обозначение и наименование	Источник информации	Кварковый состав	Номер кварковой структуры	Масса m, m_e	Заряд $\frac{q}{\sqrt{3}}$	Спин J, \hbar	Изо- спин (слабый изоспин) I	Проекция изоспина T_3			Время жизни τ, c (или ширина резонанса $\Gamma, \text{МэВ}$)	Магнитный момент μ (в собственных магнетонах)	Примечания
									Четность P	Бар-ионное число B	резонансы			
Мезонные									резонансы					
26.	1.23.9	Теор.	$u^2 \tilde{d}^2$	35	151 6,11 3	+1	1	1	+1	-	0	174	0	m, Γ, μ предсказаны ТФП
27.	$\rho^+(770)$	Эксп.	$u\tilde{d}$		150 6 (2)	+1	1	1	+1	-	0	153 (2)	Нет данных	То же
	2.81.17	Теор.	$s^3(1)\tilde{s}$	28	189 7,25 5	0	0	0	0	+	0	22,3	0	
28.	$f_0(975)$	Эксп.	$c_1(u\tilde{u} + d\tilde{d}) + c_2(s\tilde{s})$		191 0 (6)	0	0	0	0	+	0	33 (6)	Нет данных	---
	1.10.14	Теор.	$s^2 \tilde{d}^2$		348 1,64 7	0	0	1/2	-1/2	-	0	212	0	---
29.	$K_3^*(1 780)$	Эксп.	$\tilde{d}s$	29	348 3 (8)	0	3	1/2	-1/2	-	0	150 (17)	Нет данных	---
	2.25.15	Теор.	$c^1 c^3(1)$	25	605 9,48 9	0	1	0	0	-	0	0,09 06	0	
30.	$I/\psi(3 097)$	Эксп.	cc		606 0,4 (2)	0	1	0	0	-	0	0,063 (9)	Нет данных	---
	1.15.11	Теор.	$u^2 \tilde{s}^2$	39	246 5,70 3	+1	1	1/2	+1/2	+	0	56,6	0	
	$K_1(1 280)$	Эксп.	us		248 5 (20)	+1	1	1/2	+1/2	+	0	90 (20)	Нет данных	
Бар-ионные									резонансы					
31.	1.14.24	Теор.	$u^1 u^2 d^2 (d^3)$	20	297 3,15 5	+1	3/2	1/2	+1/2	-	1	78,7	-3,03 343 314 (56)	---
32.	$N^*(1 520)$	Эксп.	uud		297 5 (40)	+1	3/2	1/2	+1/2	-	1	120 (20)	Нет данных	---
	1.14.52	Теор.	$d^3(1)d^2 u^3(1)$	21	297 3,15 5	0	3/2	1/2	-1/2	-	1	78,7	-2,12 460 295 (39)	
33.	$N^0(1 520)$	Эксп.	udd		297 5 (40)	0	3/2	1/2	-1/2	-	1	120 (20)	Нет данных	---
	1.13.20	Теор.	$u^1 u^2 d^2 (d^3)$	20	301 6,08 7	+1	1/2	1/2	+1/2	-	1	73,8	-3,03 743 630 (56)	
34.	$N^*(1 535)$	Эксп.	uud		301 4 (40)	+1	1/2	1/2	+1/2	-	1	175 (75)	Нет данных	---
	1.12.26	Теор.	$d^3(1)d^2 u^3(1)$	21	308 1,72 0	0	1/2	1/2	-1/2	-	1	287	-1,89 296 241 (35)	
35.	$\Lambda^0(15 5)$	Эксп.	udd		301 4 (40)	0	1/2	1/2	-1/2	-	1	175 (75)	Нет данных	---
	1.8.17	Теор.	$u^1 u^2 u^3(1)$	10	459 1,14 1	+2	11/2	3/2	+3/2	+	1	454	+2,98 377 947 (55)	
36.	$\Delta^{++}(2 420)$	Эксп.	uuu		472 6 (68)	+2	11/2	3/2	+3/2	+	1	400 (100)	Нет данных	---
	1.8.21	Теор.	$u^4 u^2 d^2 (d^3)$	11	486 9,64 0	+1	11/2	3/2	+1/2	+	1	481	+2,98 377 944 7 (55)	
37.	$\Delta^+(2 420)$	Эксп.	uud		472 6 (70)	+1	11/2	3/2	+1/2	+	1	400 (100)	Нет данных	---
	1.8.25	Теор.	$d^2 d^1 u^3(1)$	12	459 1,14 1	0	11/2	3/2	-1/2	+	1	454	+2,03 154 931 (37)	
38.	$\Delta^0(2 420)$	Эксп.	udd		472 6 (70)	0	11/2	3/2	-1/2	+	1	400 (100)	Нет данных	---
	2.34.22	Теор.	$d^3(1)d^2 d^1$	13	479 2,23 7	-1	11/2	3/2	-3/2	+	1	253	+1,02 758 950 (19)	
39.	$\Delta^-(2 420)$	Эксп.	ddd		472 6 (70)	-1	11/2	3/2	-3/2	+	1	400 (100)	Нет данных	---
	2.56.8	Теор.	$s^2 d^1 u^3(1)$	8	274 3,45 4	0	1/2	0	0	-	1	33,6	+0,03 022 940 (55)	
40.	$\Lambda^0(1 405)$	Эксп.	uds		274 9 (10)	0	1/2	0	0	-	1	40 (10)	Нет данных	---
	2.46.29	Теор.	$s^2 d^1 u^3(1)$	8	354 2,90 8	0	5/2	0	0	+	1	77,1	+2,02 806 221 (51)	
41.	$\Lambda^0(1 820)$	Эксп.	uds		356 2 (10)	0	5/2	0	0	+	1	80 (10)	Нет данных	---
	1.11.4	Теор.	$u^1 u^2 s^2 (s^3)$	17	335 4,12 5	+1	3/2	1	+1	-	1	69,4	-3,04 560 99 (56)	
	$\Sigma^+(1 670)$	Эксп.	uus		327 8 (20)	+1	3/2	1	+1	-	1	60 (20)	Нет данных	

№ п/п	Обозначение и наименование	Источник информации	Кварковый состав	Номер кварковой структуры	Масса m, m_e	Заряд $\frac{q}{\sqrt{3}c}$	Спин J, \hbar	Изоспин (слабый изоспин) I	Проекция изоспина T_3	Четность P	Барионное число B	Время жизни τ , с (или ширина резонанса Γ , МэВ)	Магнитный момент μ (в собственных магнетонах)	Примечания
42.	2.53.32	Теор.	$s^3(1)d^2u^3(1)$	18	326 0,97 4	0	3/2	1	0	-	1	40,2	+0,03 022 776 (55)	m, Γ, μ предсказаны ТФП
	$\Sigma^0(1 670)$	Эксп.	uds		327 8 (20)	0	3/2	1	0	-	1	60 (20)	Нет данных	
43.	2.47.4	Теор.	$s^2d^1d^2(d^3)$	19	326 8,45 6	-1	3/2	1	-1	-	1	40,6	+1,03 256 504 (19)	То же
	$\Sigma^-(1 670)$	Эксп.	dds		327 8 (20)	-1	3/2	1	-1	-	1	60 (20)	Нет данных	
44.	2.32.3	Теор.	$c^1c^2d^2(d^3)$	2	481 6,81 07	+1	+1/2	+1/2	-1/2	0	0		-0,97 146 440 8	- " -
	$KsIc^+$	Эксп.	usc		481 4 (37)	+1	0	+1/2	-1/2	0	1	$4,3 \cdot 10^{-13}$	Нет данных	
45.	1.21.29	Теор.	$u^1u^3(1) \times (d^3(1)\bar{d}^1)$	36	192 3,41 05	0	0	1	0	0	0	53,7 865		
	АОО (980)	Эксп.	$(u\bar{u} - d\bar{d})/\sqrt{2}$	(37)	1,92 (5) e ⁺⁰⁰³	0	0	1	0	+	0	57	Нет данных	
46.	1.14.14	Теор.	$d^3(1)\bar{d}^1$	27	235 0,74 69	0	0	0	0	0	0	338,06	-1,89 954 015	- " -
	НН (1 170)	Эксп.	$c_1(u\bar{u} + d\bar{d}) + c_2(ss)$		229 0 (78)	0	1	0	0	+	0	335	Нет данных	
47.	1.14.13	Теор.	$u^1u^3(1)$	26	248 5,59 54	0	0	0	0	0	0	22,7 61	1,96 365 001	- " -
	ETA (1 280)	Эксп.	$c_1(u\bar{u} + d\bar{d}) + c_2(ss)$		250 3 (9)	0	0	0	0	-	0		Нет данных	
48.	1.13.29	Теор.	$u^1u^3(1) \times (d^3(1)\bar{d}^1)$	36	259 5,99 48	0	0	1	0	0	0	97,7 909	1,97 455 905	- " -
	A2 (132 00)	Эксп.	$(u\bar{u} - d\bar{d})/\sqrt{2}$	(37)	257 9 (9)	0	2	1	0	+	0	100	Нет данных	
49.	1.15.15	Теор.	$s^3(1)\bar{s}^1$	28	277 7,09 19	0	0	0	0	0	0	80,1 051	-2,12 727 911	- " -
	F1(1420)	Эксп.	$c_1(u\bar{u} + d\bar{d}) + c_2(ss)$		278 3 (19)	0	1	0	0	+	0	55	Нет данных	
50.	1.1116	Теор.	$s^3(1)\bar{s}^1$	28	298 1,33 31	0	0	0	0	0	0	83,4 202	-2,11 567 324	- " -
	F2 (1 525)	Эксп.	$c_1(u\bar{u} + d\bar{d}) + c_2(ss)$		298 4 (9)	0	2	0	0	+	0	76	Нет данных	
51.	1.1114	Теор.	$d^3(1)\bar{d}^1$	27	326 2,11 91	0	0	0	0	0	0	153,098	-1,88 956 102	- " -
	OM (1675)	Эксп.	$c_1(u\bar{u} + d\bar{d}) + c_2(ss)$		326 4 (9)	0	0	0	0	+	0	175	Нет данных	
52.	1.11.29	Теор.	$u^1u^3(1) \times (d^3(1)\bar{d}^1)$	36	324 9,87 32	0	0	1	0	0	0	214,196	1,99 684 78	- " -
	P2 (16 700)	Эксп.	$(u\bar{u} - d\bar{d})/\sqrt{2}$	(37)	325 8 (39)	0	2	1	0	-	0	250	Нет данных	
53.	1.9.29	Теор.	$uu^3(1) \times (d^3(1)\bar{d}^1)$		332 3,70 64	0	0	1	0	0	0	383,203	2,01 978 665	- " -
	POI (690)	Эксп.	$(u\bar{u} - d\bar{d})/\sqrt{2}$	36 (37)	330 9 (9)	0	3	1	0	-	0	215	Нет данных	

№ п/п	Обозначение и наименование	Источник информации	Кварковый состав	Номер кварковой структуры	Масса m, m_e	Заряд $\frac{Q}{\sqrt{3}}$	Спин J, \hbar	Изоспин (слабый изоспин) I	Проекция изоспина T_3	Четность P	Барионное число B	Время жизни τ , с или ширина резонанса Γ , МэВ	Магнитный момент μ (в собственных магнетонах)	Примечания
54.	1.10.29	Теор.	$u^1 u^3(1) \times \times \tilde{d}^3(1) \tilde{d}^1$	36 (37)	336 7,93 02	0	0	1	0	0	0	311,509	2,00 822 608	m, Γ, μ предсказаны ТФП
	PO (1 700)	Эксп.	$(uu - \tilde{d}\tilde{d})/\sqrt{2}$		332 7 (39)	0	1	1	0	-	0	235	Нет данных	То же
55.	1.7.16	Теор.	$s^3(1) \tilde{s}^1$		452 8,29 53	0	0	0	0	0	0	106,895	-2,10 284 01	---
	F2 (2 300)	Эксп.	$c_1(u\tilde{u} + \tilde{d}\tilde{d}) + c_2(s\tilde{s})$	28	449 5 (54)	0	2	0	0	+	0	149	Нет данных	---
56.	2.15.14	Теор.	$c^1 \tilde{c}^3(1)$	25	811 6,16 63	0	0	+1/2	-1/2	0	0	79,0 688	-0,02 687 676 8	---
	PSI (4 160)	Эксп.	cc		813 9 (39)	0	1	0	0	-	0	78	Нет данных	---
57.	1.4.30	Теор.	$c^1 \tilde{c}^3(1)$	25	866 0,08 08	0	0	1	0	0	0	30,4 413	-1,86 357 601	---
	PSI (4 415)	Эксп.	cc		864 0 (1)	0	1	0	0	-	0	43	Нет данных	---
58.	1.11.9	Теор.	$u^2 \tilde{s}^2$	39	280 4,95 41	+1	0	1/2	+1/2	0	0	278,624	2,92 859 664 8	---
	AK(1 430)	Эксп.	us		279 6 (1)	+1	0	1/2	+1/2	1	0	287	Нет данных	---
59.	1.12.9	Теор.	$u^2 \tilde{s}^2$	39	335 3,70 55	+1	0	1/2	+1/2	0	0	209,878	300	---
	AK(1 715)	Эксп.	us		336 0 (52)	+1	1	1/2	+1/2	-	0	300	Нет данных	---
60.	1.12.6	Теор.	$d^3(1) d^2 u^3(1)$	21	282 1,16 73	0	1/2	1/2	-1/2	0	0	254,779	-1,89 296 199	---
	N(14 400)	Эксп.	udd		281 8 (78)	0	1/2	1/2	-1/2	+	1	235	Нет данных	---
61.	1.13.6	Теор.	$d^3(1) d^2 u^3(1)$	21	301 9,08 87	0	1/2	1/2	-1/2	0	0	212,47	-1,89 628 803	---
	N(1 535)0	Эксп.	udd		301 4 (39)	0	1/2	1/2	-1/2	-	1	175	Нет данных	---
62.	1.9.6	Теор.	$d^3(1) d^2 u^3(1)$	21	323 9,42 37	0	1/2	1/2	-1/2	0	0	168,979	-1,88 253 033	---
	N(1 650)0	Эксп.	udd		322 9 (58)	0	1/2	1/2	-1/2	-	1	150	Нет данных	---
63.	1.12.1	Теория	$u^1 u^2 d^2 (d^3)$	20	325 6,39 51	+1	1/2	1/2	-1/2	0	0	111,202	2,91 060 284	---
	N(1 675)	Эксп.	uud		327 8 (28)	+1	5/2	1/2	+1/2	-	1	150	Нет данных	---
64.	1.10.6	Теор.	$d^3(1) d^2 u^3(1)$	21	328 2,52 85	0	1/2	1/2	-1/2	0	0	123,837	-1,88 608 413	---
	N(1 675)0	Эксп.	udd		327 8 (29)	0	5/2	1/2	-1/2	-	1	150	Нет данных	---
65.	1.11.6	Теор.	$d^3(1) d^2 u^3(1)$	21	326 2,11 91	0	1/2	1/2	-1/2	0	0	153,098	-1,88 956 102	---
	N(1 680)0	Эксп.	udd		328 8 (19)	0	5/2	1/2	-1/2	+	1	125	Нет данных	---
66.	1.12.2	Теор.	$d^3(1) d^2 d^1$	13	317 3,81 32	-1	1/2	3/2	-3/2	0	0	182,923	-2,81 760 362	---
	DE(1 620)	Эксп.	ddd		318 0 (48)	-1	1/2	3/2	-3/2	-	1	140	Нет данных	---
67.	1.9.17	Теор.	$u^1 u^2 u^3(1)$	10	332 3,70 64	+2	1/2	3/2	+3/2	0	0	383,203	2,96 515 816	---
	DE (1 700++)	Эксп.	uuu		329 7 (10)	+2	3/2	3/2	+3/2	-	1	250	Нет данных	---
68.	1.9.2	Теор.	$d^3(1) d^2 d^1$	13	333 6,22 92	-1	1/2	3/2	-3/2	0	0	190,101	-2,82 712 378	---
	DE(1 700)	Эксп.	ddd		329 7 (10)	-1	3/2	3/2	-3/2	-	1	250	Нет данных	---
69.	1.10.2	Теор.	$d^3(1) d^2 d^1$	13	380 3,19 99	-1	1/2	3/2	-3/2	0	0	217,915	-2,82 397 872	---
	DE(1 900)	Эксп.	ddd		376 7 (14)	-1	1/2	3/2	-3/2	-	1	215	Нет данных	---
70.	1.11.17	Теор.	$u^1 u^2 u^3(1)$	10	376 5,36 49	+2	1/2	3/2	+3/2	0	0	278,624	2,92 859 648	---
	DE (1 950++)	Эксп.	uuu		378 7 (48)	+2	7/2	3/2	+3/2	+	1	270	Нет данных	---

№ п.п.	Обозначение и наименование	Источник информации	Кварковый состав	Номер кварковой структуры	Масса m, m_e	Заряд $\frac{q}{\sqrt{3}hc}$	Спин T, \hbar	Изоспин (слабый изоспин) I	Проекция изоспина T_3	Четность P	Барионное число B	Время жизни τ , с или ширина резонанса Γ , МэВ	Магнитный момент μ (в собственных магнетонах)	Примечания
71.	1.11.2 DE(1 950)	Теор. Эксп.	$d^3(1)d^2d^1$ ddd	13	377 9,55 32 378 7(48)	-1 -1	1/2 7/2	3/2 3/2	-3/2 -3/2	0 +	0 1	256,785 270	-2,82 080 517 Нет данных	m, Γ, μ предсказаны ТФП
72.	1.7.17 DE (2 415++)	Теор. Эксп.	$u^1u^2u^3(1)$ uuu	10	465 9,74 35 472 6(68)	+2 +2	1/2 1/2	3/2 3/2	+3/2 +3/2	0 +	0 1	434,882 400	3,00 265 062 Нет данных	То же
73.	2.61.8 LAM (1 405)	Теор. Эксп.	$s^2d^1u^3(1)$ uds	8	275 0,95 11 275 0(9)	0 0	1/2 1/2	0 0	0 0	0 -	0 1	31,456 40	-0,03 023 211 5 Нет данных	—"
74.	2.46.8 LAM 1 520)	Теор. Эксп.	$s^2d^1u^3(1)$ uds	8	296 8,07 17 297 3,6(19)	0 0	1/2 3/2	0 0	0 0	0 -	0 1	38,1 424 15,6	-0,03 022 391 4 Нет данных	—"
75.	2.43.8 LAM (1 670)	Теор. Эксп.	$s^2d^1u^3(1)$ uds	8	326 9,93 74 326 8(19)	0 0	1/2 1/2	0 0	0 0	0 -	0 1	41,037 35	-0,03 022 227 3 Нет данных	—"
76.	2.51.8 LAM (1 690)	Теор. Эксп.	$s^2d^1u^3(1)$ uds	8	319 4,56 53 319 0(13)	0 0	1/2 3/2	0 0	0 0	0 -	0 1	38,3 384 60	-0,03 022 664 8 Нет данных	—"
77.	2.55.20 SG(1 385)	Теор. Эксп.	$s^2d^1d^2(d^3)$ dds	19	271 1,88 83 271 4,7(1)	-1 -1	1/2 3/2	+1 1	-1 -1	0 +	0 1	35,2 829 39	-1,03 256 65 Нет данных	—"
78.	1.13.21 SG (1 660+)	Теор. Эксп.	$u^1u^2s^2(s^3)$ uus	17	319 0,22 07 324 9	+1 +1	1/2 1/2	1 1	+1 +1	0 +	0 1	97,7 909 120	2,89 276 993 5 Нет данных	—"
79.	1.11.24 SG (1 6 600)	Теор. Эксп.	$s^3(1)d^2u^3(1)$ uds	18	335 6,14 54 324 9	0 0	1/2 1/2	1 1	0 0	0 +	0 +	93,8 477 120	-2,11 567 324 Нет данных	—"
80.	1.10.24 SG (1 6 700)	Теор. Эксп.	$s^3(1)d^2u^3(1)$ uds	18	327 6,02 331 327 8(19)	0 0	1/2 3/2	1 1	0 0	0 -	0 1	85,1 625 60	-2,11 258 294 Нет данных	—"
81.	2.47.20 SG (1 6 70--)	Теор. Эксп.	$s^2d^1d^2(d^3)$ dds	19	327 015 85 327 8(19)	-1 -1	1/2 3/2	1 1	-1 -1	0 -	0 1	41,9 176 60	-1,03 256 505 Нет данных	—"
82.	1.13.24 SG (1 7 500)	Теор. Эксп.	$s^3(1)d^2u^3(1)$ uds	18	339 2,94 88 345 4(68)	0 0	1/2 1/2	1 1	0 0	0 -	0 1	91,3 452 110	-2,12 162 503 Нет данных	—"
83.	1.12.21 SG (1 7 75+)	Теор. Эксп.	$u^1u^2s^2(s^3)$ uus	17	345 3,92 62 347 4(9)	1 +1	1/2 5/2	1 1	+1 +1	0 -	0 +	111,202 120	2,91 060 284 Нет данных	—"
84.	1.12.24 SG	Теор. Эксп.	$s^3(1)d^2u^3(1)$ uds	18	346 2,24 38 347 4(9)	0 0	1/2 5/2	1 1	0 0	0 -	0 1	92,3 986 120	-2,11 868 69 Нет данных	—"

№ п/п	Обозначение и наименование	Источник информации	Кварковый состав	Номер кварковой структуры	Масса m, m_e	Заряд $\frac{q}{\sqrt{3}e}$	Спин J, \hbar	Изоспин (слабый изоспин) I	Проекция изоспина T_3	Четность P	Барионное число B	Время жизни τ , или ширина резонанса Γ , МэВ	Магнитный момент μ (в собственных магнетонах)	Примечания
85.	(17 750) 1.9.24 SG	Теор. Эксп.	$s^3(1)d^2u^3(1)$ uds	18	374 4,64 31	0	1/2	1	0	0	0	98,4 453	-2,10 941 482	—"
					375 2,5 (342)	0	5/2	1	0	-	1	120	Нет данных	
86.	(19 150) 1.8.24 SG	Теор. Эксп.	$s^3(1)d^2u^3(1)$ uds	18	396 7,14 57	0	1/2	1	0	0	0	102,01	-2,10 616 764	—"
					397 7,5 (14)	0	7/2	1	0	-	1	175	Нет данных	
87.	(20 300) 1.13.8 KSI	Теор. Эксп.	$s^3(1)s^2u^3(1)$ uss	6	329 4,49 74	0	1/2	1/2	+1/2	0	0	86,1 211	-2,12 162 503	—"
					330 7 (19)	0		1/2	+1/2	0	1	50	Нет данных	
88.	(116 900) 2.40.4 KSI	Теор. Эксп.	$s^2s^1(d^3)$ dss	5	331 4,05 18	-1	1/2	1/2	-1/2	0	0	47,0 591	-1,03 256 378	—"
					330 7 (19)	-1		1/2	-1/2	0	1	50	Нет данных	
89.	(1 690) 2.43.4 KSI	Теор. Эксп.	$s^2s^1(d^3)$ dss	5	356 9,65 47	-1	1/2	1/2	-1/2	0	0	41,037	-1,03 256 432	—"
					356 8 (9)	-1	3/2	1/2	-1/2	-	1	24	Нет данных	
90.	(1 820) 1.10.8 KSI	Теор. Эксп.	$s^3(1)s^2u^3(1)$ uss	6	379 5,66 29	0	1/2	1/2	+1/2	0	0	85,1 625	-2,11 258 294	—"
					381 6 (29)	0		1/2	+1/2	0	1	60	Нет данных	
91.	(19 500) 2.48.4 KSI	Теор. Эксп.	$s^2s^1(d^3)$ dss	5	381 8,39 31	-1	1/2	1/2	-1/2	0	0	40,9 665	-1,03 256 523	—"
					381 6 (29)	-1		1/2	-1/2	0	1	60	Нет данных	
92.	(1 950) 2.45.20 KSI	Теор. Эксп.	$s^2s^1(d^3)$ dss	5	395 4,65 60	-1	1/2	1	-1	0	0	39,0 642	-1,03 256 468	—"
					396 3 (9)	-1			0	1	20	Нет данных		
93.	(1 820) 1.7.20 OM	Теор. Эксп.	$s^3(1)s^1s^2$ sss	7	439 6,90 02	-1	1/2	0	0	0	0	95,0 177	-3,06 084 518	—"
					440 7 (1)	-1		0	0	1	55	Нет данных		

нормализующих множителей. Каждый член этого спектра имеет численные значения, абсолютно точно определяемые константами теории. Таким образом, мы знаем допустимый спектр нормализующих множителей и их численное значение. Важно здесь подчеркнуть, что нормализующие множители — это всегда однозначные функции внутренних параметров, ЭЧ и ЭЧВ, а не произвольные величины.

В разд. 17 было указано, что характер взаимодействия частиц с физическим вакуумом определяет некоторая дополнительная симметрия, связанная с поведением частиц, так сказать, субструктура симметрии или, правильнее сказать, система допустимых нарушений основных

симметрий, т. е. основные симметрии могут, так сказать, флуктуировать, нарушаться при определенных условиях, но оказывается, что эти нарушения не носят случайного и произвольного характера — они тоже являются закономерными. Большая часть этих закономерностей известна и может быть использована для определения оптимального множителя, соответствующего характеру взаимодействия частицы с физическим вакуумом. Однако для некоторых частиц известная на сегодня методика отбора нормализующих множителей, характеризующих взаимодействие ЭЧ с физическим вакуумом, не дает необходимых точных результатов. Этим и объясняется, что для некоторых частиц удается вычислить время

жизни с большой точностью, а время жизни других частиц пока еще не поддается точному теоретическому расчету.

Сказанное выше о способе определения нормализующих множителей относится и к методике расчета магнитного момента частиц. Для некоторых частиц он определяется однозначно, и величина магнитного момента определяется точно, большей частью точнее, чем данные эксперимента. Для других частиц встречаются затруднения, и точное вычисление магнитного момента в настоящее время встречает затруднение. В остальном большой массив сопоставления экспериментальных и теоретических значений не требует особых комментариев, поскольку данные, сведенные в табл. 20.1, 20.2 и 20.3, говорят сами за себя.

Необходимо в заключение краткого изложения существа вопроса напомнить еще раз читателю, что для каждой элементарной частицы существует одно, и только одно, квантовое число и оно является единственным аргументом, функциями которого являются и массы, и заряды, и спины, изотопические спины и все другие квантовые числа.

РЕЗЮМЕ

1. Дан подробный теоретический расчет всех параметров элементарных частиц, выполненный на ЭВМ, и результат этого расчета в сопоставлении с экспериментальными данными.

2. Дан обстоятельный вывод расчетных формул для вычисления концентрации элементарных частиц вакуумов разного вида, диэлектрической проницаемости физического вакуума, магнитной проницаемости физического вакуума, величины зарядов фундаментального поля, значения электрических зарядов, являющихся разностью зарядов фундаментального поля, масс частиц, их спинов, магнитных моментов, времени жизни и других квантовых чисел, характеризующих мир элементарных частиц. Дан теоретический расчет мировых констант, постоянной Ридберга, постоянной тонкой структуры, гравитационной постоянной, постоянной Больцмана.

3. Расчет элементарных частиц произведен на ЭВМ, поэтому в разделе дается краткое описание логики программы для расчета этих величин, приводятся подробные блок-схемы для каждого из этих расчетов.

4. Найденные формулы позволяют определить параметры всех голых элементарных частиц, т. е. всего мира виртуальных состояний элементарных частиц. Однако далеко не все эти частицы могут образовывать кварковые структуры и наблюдаться в лабораторном пространстве, поэтому из огромного мира виртуальных состояний элементарных частиц — голых элементарных частиц, — которые могут существовать вне нашего лабораторного пространства, в слое пространства расслоения, в нашем пространстве могут наблюдаться только те, которые образуют кварковые структуры. Эти кварковые структуры мы называем элементарными частицами (ЭЧ) в отличие от ненаблюдаемых

виртуальных ГЭЧ. Найден критерий отбора тех виртуальных состояний ГЭЧ, которые могут образовать КС.

Указан способ отождествления допустимых теоретических значений с экспериментальными. Отождествление экспериментальных, точнее — найденных из эксперимента, значений параметров элементарных частиц с расчетными ЭВМ делает автоматически.

Результаты автоматического отождествления массива экспериментальных частиц по данным, опубликованным в 1988 г., с найденными теоретически также приведены в соответствующей таблице. Из таблиц сопоставления теоретически найденных величин с экспериментальными следует, что совпадение теоретически предсказанных значений с экспериментальными надо считать полным, а значит, теорию, которая дает такое блестящее совпадение с экспериментом, как это принято за всю историю развития науки, следует считать достоверной.

У ЧАСТЬ

ПРИМЕРЫ ОБЛАСТЕЙ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТФП

21 ЭНЕРГИЯ ФИЗИЧЕСКОГО ВАКУУМА И ЕЕ ПРАКТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ (КРАТКАЯ ИНФОРМАЦИЯ)

Согласно ТФП основной материальной субстанцией вещества является физический вакуум (далее просто вакуум), концентрация которого очень велика (подробнее см. разд. 1, 4, 5).

Классические релятивистские теории СТО и ОТО в явном виде не учитывали вакуум как материальную субстанцию, пространство в этих теориях считается "пустым". В нерелятивистских квантовых теориях тоже нет вакуума. Существование вакуума постулируется в квантовой электродинамике и неявно используется в некоторых других релятивистских квантовых теориях в представлении о виртуальных состояниях. Однако только в ТФП понятие о физическом вакууме приобретает ясный физический смысл, что позволяет производить расчеты физических явлений, в которые вакуум вносит свой вклад.

Согласно ТФП, при аннигиляции античастиц, например электрона и позитрона, эти частицы не исчезают бесследно, образуя в "пустом" пространстве два фотона, а создают элементарную частицу вакуума (рис. 21.1.), которая для макромира оказывается в "черной дыре" и никак не проявляется непосредственно. Однако элементарные частицы "видят" ЭЧВ, так как их собственная субструктура находится в том же "подпространстве черных дыр", в котором существуют и частицы вакуума. Поэтому в макромире непосредственно нет никакой информации о возбужденных ЭЧВ — все их свойства "спрятаны" в черной дыре, равно как нет непосредственной информации о внутренней структуре ЭЧ, которая также находится под сферой Шварцшильда, во внешнем мире у свободных частиц наблюдаются только масса и электрический заряд. Спин и магнитный момент проявляются либо косвенно — при взаимодействии частиц, либо при взаимодействии большого числа частиц (магнетизм, например).

ЭЧВ заполняют все мировое пространство. Расчет показывает, что существуют девять видов вакуума. Первый, состоящий из наиболее массивных античастиц, — протон-антипротонный вакуум, второй — это

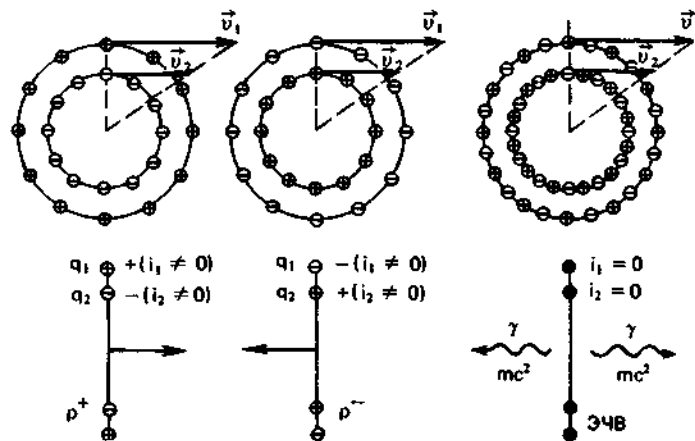


Рис. 21.1. Образование ЭЧВ в процессе аннигиляции частицы и античастицы

электрон-позитронный. Но оказывается, что, кроме этих видов вакуума, существуют еще семь его элементов, которые тоже заполняют мировое пространство, но античастицы, соответствующие этим вакуумам, имеют очень малую массу и явно не участвуют в образовании атомной материи. Поэтому они никак не могут проявляться в экспериментах, которые мы сейчас проводим. Но это не лишает нас возможности анализировать свойства ЭЧВ этих вакуумов и их роль в исследуемых явлениях. Итак,

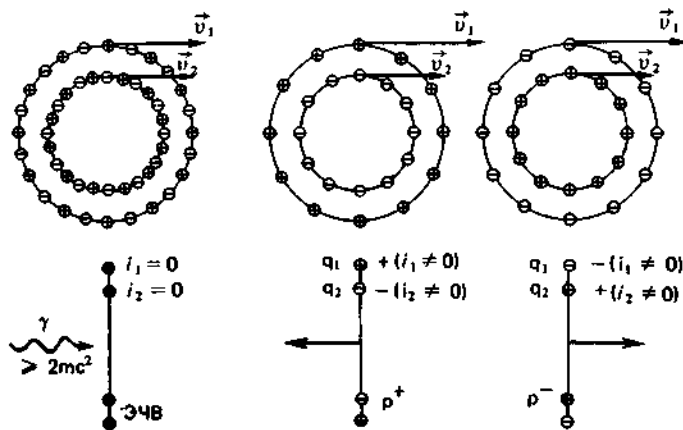


Рис. 21.2. Образование пары античастиц при возбуждении ЭЧВ фотоном

ТФП требует существования ЭЧВ, а возможность реального проявления античастиц, составляющих высшие формы вакуума, только допускается, а не требуется теорией.

В ТФП устанавливается некоторая иерархия точек пространственной части каждого из многообразий. Геометрические свойства этих подпространств характеризуются континуальным множеством P , но число точек, которые в данный момент могут характеризовать материальные свойства объекта исследования, конечно: они составляют дискретное подмножество M [7].

Понятно, что энергия невозбужденных ЭЧВ равна нулю. При аннигиляции античастиц выделяется энергия, равная $2m_w c^2$, где m_w — масса частицы (античастицы), образовавшей ЭЧВ (протона или электрона, например) (рис. 21.2).

Вследствие поглощения ЭЧВ части энергии фотонов (красное смещение) [48], энергии нейтрино, в результате непрерывно идущих взаимодействий между ЭЧВ происходит самопроизвольное (спонтанное) возбуждение ЭЧВ до некоторой энергии, равной

$$\mathcal{E}_w = \frac{2\alpha}{\pi} m_w c^2, \quad (21.1)$$

где α — постоянная тонкой структуры.

В среднем в 1 см^3 вакуума в возбужденном состоянии находятся

$$n_{\text{(возбужденные)}} = \frac{\alpha}{\pi} n_w, \quad (21.2)$$

где $n_w = \frac{1}{8\pi^2 R_w^3}$ — концентрация ЭЧВ с радиусом R_w . Следовательно, средняя энергия в 1 см^3 ФВ

$$\bar{\mathcal{E}}_w = \frac{2\alpha^2}{\pi^2} n_w m_w c^2. \quad (21.3)$$

Это очень большая энергия, причем находится она во всей Вселенной, в каждом ее объеме, даже во всем межзвездном пространстве. Содержится эта энергия и в межмолекулярных пространствах всех твердых тел, содержится и в межатомной области. Конечно, внутри конденсированной атомной материи (твердые и жидкие тела) концентрация энергии ФВ будет несколько отличаться от значения, указанного в (21.3).

Безусловно, эта энергия может использоваться. Есть экспериментальные основания считать, что энергия ФВ широко используется живой природой, в частности человеком. (В этой связи уместно заметить, что пища — это основной *строительный* материал, а не основной источник энергии человека. Человек использует пищу как запасной источник энергии в экстремальных случаях, когда расход энергии выше среднего).

Физические процессы, посредством которых энергию ФВ можно непосредственно использовать, много лет изучались в рамках уточнения прикладных возможностей ТФП. Эти исследования показали, что сейчас накоплена достаточная информация для развертывания соответствующих работ. Все виды вакуума приведены в табл. 21.1.

Таблица 21.1*)

Вид вакуума	$R_m, \text{см}$	Вид вакуума	$R_m, \text{см}$
1	$1,40 \cdot 10^{-13}$	6	$1,07 \cdot 10^{-6}$
2	$2,58 \cdot 10^{-10}$	7	$6,32 \cdot 10^{-6}$
3	$3,70 \cdot 10^{-10}$	8	0,370
4	$3,70 \cdot 10^{-9}$	9	$1,59 \cdot 10^3$
5	$3,15 \cdot 10^{-8}$		

Основной вклад, как уже отмечалось, вносит *первый* — протон-антипротонный вакуум, следующий за ним электрон-позитронный вакуум для усредненных процессов вносит уже малый вклад, тем более — последующие виды вакуума. В вакууме могут протекать процессы резонансного характера, и в них каждый из видов вакуума может вносить свой вклад.

Одним из наиболее интересных явлений такого характера является процесс поглощения вакуумом нейтрино.

Из приведенной таблицы легко видеть, что так называемое *реликтовое излучение* есть спонтанное излучение вакуума 8. Длина волны, которую наблюдали экспериментально, это явно подтверждает. А доминирует это излучение потому, что между 7 и 8-м вакуумами, с одной стороны, и между 8 и 9-м — с другой, — огромные интервалы длин волн, которые не соответствуют никакому вакууму.

22 ПРИРОДА ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ СВЕРХПРОВОДИМОСТИ. СПОСОБЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ (Краткая информация)

Современная теория сверхпроводимости [126, 127] существенно опирается на эффект Л. Купера, открытый им в 1956 г. Согласно Куперу, электроны проводимости у поверхности Ферми в твердых телах при

*) Подробнее о видах ФВ см. табл. 5.1 и [7].

противоположно направленных спиных объединяются и образуют так называемые куперовские пары (КП). Энергия связи этой пары невелика, порядка $3,5 kT_c$, где k – постоянная Больцмана, T_c – абсолютная температура перехода в критическое состояние. Из квантовой физики твердого тела следует возможность образования куперовских пар, а эксперимент подтверждает существование этих пар. Однако несмотря на то, что основные причины, приводящие к явлениям сверхпроводимости в металлах и сверхтекучести в жидкостях, сейчас установлены достаточно твердо, механизм образования КП до сих пор не найден, а надежного метода теоретического расчета критической температуры перехода в сверхпроводящее состояние до сих пор нет.

В настоящем разделе мы покажем, какие возможности открывает единая теория фундаментального поля для решения этих вопросов.

В ТФП основное фундаментальное поле концентрируется в струне*), которая сканирует по поверхности конуса анизотропии. Половина угла у вершины этого конуса [7] именуется углом анизотропии α_0 . У свободного электрона и связанного нуклона α_0 порядка 22° . У ЭЧВ, которые, согласно ТФП, представляют собой пары частица-античастица с параллельно направленными спинами, угол анизотропии $\alpha_0 = 0$, если ЭЧВ не возбуждена. При очень сильном возбуждении α_0 отличается от нуля и при разрыве ЭЧВ на составляющие ее частицу и античастицу (процесс образования пар) возникшие частицы уже будут иметь α , соответствующий тому, который должен быть у свободных частиц: $\alpha = \alpha_0$.

КП состоит из двух электронов с противоположно направленными спинами. Однако оба объединенных в пару электрона имеют отрицательные заряды, и не понятен механизм, который несмотря на отталкивание одноименных зарядов, обеспечивает создание устойчивой системы.

Структура элементарных частиц, найденная в ТФП, позволяет объяснить механизм образования КП. Действительно, если два электрона сблизятся настолько, что структура одного (в 2П) окажется над конусом анизотропии другого (рис. 22.1), то оба электрона окажутся в "ловушке", созданной конусами анизотропии фундаментального поля. Расстояние l_c , при котором такое объединение двух электронов в куперовскую пару становится возможным, будет определяться простым условием

$$l_c \leq \frac{R_e}{\sin \alpha_c} \quad (22.1)$$

где R_e – радиус субструктуры электрона; α_c – угол анизотропии у электронов, объединившихся в куперовскую пару.

*) Понятие струна в ТФП ближе всего к формирующемуся сейчас понятию суперструна [10, 11], однако в ТФП оно глубже и богаче (см. разд. 1, 5).

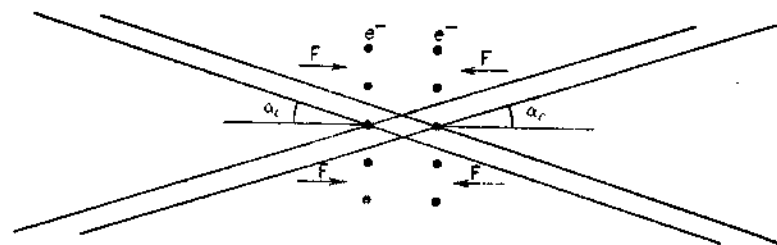


Рис. 22.1. Схема образования куперовской пары из двух электронов

Если бы α_c у электронов, образующих пару, сохранился таким, какой он у свободных частиц, т. е. $\alpha_c = \alpha_0 = 22^\circ$, то

$$l_c = \frac{4,18 \cdot 10^{-11}}{0,375} = 1,12 \cdot 10^{-10} \text{ см.}$$

Однако α_c должен быть у электронов в паре существенно меньше 22° . Расчет показывает, что он должен уменьшиться в среднем на величину в $4\pi^2$ раз большую обратного коэффициента при энергии связи электронов $\frac{2\alpha^2}{\pi^2}$ (см. (21.3) в разд. 21). Тогда размер куперовской пары

будет определяться уравнениями

$$\alpha_c = \alpha_0 \left(\frac{2\pi^4}{\alpha_c^2} \right)^{-1}; \quad (22.2)$$

$$l_c \leq \frac{R_e}{\sin \alpha_c} = 4,10 \cdot 10^{-4} \text{ см.} \quad (22.3)$$

что соответствует экспериментальным данным и теоретическим представлениям об эффекте Купера.

Произведем оценку энергии связи электронов в куперовской паре, а через нее вычислим энергию разрушения КП тепловыми колебаниями, а следовательно, и температуру, выше которой пары электронов существовать не могут.

Из описанного механизма образования пар с неизбежностью следует, что энергия связи в КП должна определяться такой простой зависимостью

$$E_c = \frac{2\alpha^2}{\pi^2} e^2 n^{1/3}, \quad (22.4)$$

где e – заряд электрона; n – полная концентрация свободных носителей тока у проводника до перехода его в сверхпроводящее состояние;

$\alpha = 7,29735 \cdot 10^{-3}$ — постоянная тонкой структуры. Полную концентрацию n лучше всего определить из общеизвестного условия

$$n = \frac{1}{R_x e}, \quad (22.5)$$

где R_x — постоянная Холла у сверхпроводника перед переходом его в сверхпроводящее состояние.

Очевидно, что КП сможет существовать только до такой критической абсолютной температуры T_c , которая удовлетворяет условию $kT_c \leq E_c$, (22.6)

где k — постоянная Больцмана.

Отсюда

$$T_c \leq \frac{2\alpha^2 e^2 n^{1/3}}{\pi^2 k} = 1,81 \cdot 10^{-6} \quad (22.7)$$

Строго говоря, коэффициент использования энергии (22.4) только в частных случаях точно равен $\frac{2\alpha^2}{\pi^2}$. Вообще средний коэффициент

возбуждения физического вакуума, который и определил коэффициент в формуле (22.4), может отличаться еще некоторым целочисленным множителем. Кроме того, определенную поправку порядка нескольких единиц могут внести особенности конкретного материала. Подробный анализ процесса выходит за рамки этого сообщения, в котором мы только показываем принципиальную возможность теоретического расчета T_c в рамках ТФП.

В табл. 22.1 даны примеры расчета T_c по формуле (22.7) для разных металлов и сравнение расчетных данных с опытом [145].

Если применить аналогичную методику для расчета критической температуры перехода в сверхтекучее состояние для ЭЧВ в физическом вакууме, то получим для электрон-позитронного вакуума

$$T_c(e^+ e^-) \approx 100 \text{ К.}$$

Таблица 22.1

Обозначение металла	$T_c, \text{ К (теор.)}$	$T_c, \text{ К (эксп.)}$	$n, \text{ см}^{-3}$ (эксп.) [128]
Al	1,18	1,14	$2,84 \cdot 10^{23}$
Zn	0,704	0,79	$6,00 \cdot 10^{22}$
Ti	2,4	1,81	$2,4 \cdot 10^{24}$
Hg	5,65	4,22	$3,12 \cdot 10^{24}$
In	3,26	3,37	$5,94 \cdot 10^{24}$
Th	1,45	1,32	$5,2 \cdot 10^{23}$

Для протон-антипротонного вакуума

$$T_c(p^+ p^-) \approx 10^5 \text{ К.}$$

Следовательно, оба ФВ всегда находятся в сверхтекучем состоянии. При возбуждении ЭЧВ это состояние становится и сверхпроводящим.

Изложенная в этом разделе информация была опубликована [14] в конце февраля 1987 г., т. е. до первых публикаций об открытии высокотемпературной сверхпроводимости при температуре до 100 градусов Кельвина. В последние годы было проведено большое количество экспериментов, из которых следовало, что порог 100 К действительно наблюдается. Таким образом, предсказанный в [14] первый максимум допустимой температуры сверхпроводимости оказался предсказанием, которое подтверждено экспериментом.

Итак, наблюдаемая сейчас высокотемпературная сверхпроводимость есть проводимость тока по электрон-позитронному ФВ. Материал, который сейчас именуют сверхпроводящим, фактически таковым не является. Его роль сводится к тому, чтобы на многочисленных элементах разветвленной поверхности ("сверхпроводящая" керамика — объект, содержащий много микропор) возбудить ЭЧВ электрон-позитронного вакуума до сверхпроводящего состояния. В этом, и только в этом, роль молекул в керамике, обеспечивающей высокотемпературную сверхпроводимость.

Для того, чтобы вызвать сверхпроводимость при температурах, превышающих 100 К, надо возбудить уже не электрон-позитронный вакуум, а протон-антипротонный вакуум, у которого максимальный порог сверхпроводимости 10^5 К . Таковой должна быть стратегия поиска материалов, вызывающих высокотемпературную сверхпроводимость в физическом вакууме.

Это предсказание сделано на основе ТФП.

23 НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ТЕОРИИ

АКТИВАЦИИ РАЗЛИЧНЫХ СРЕД. ОБЛАСТИ И СПОСОБЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭТОГО ЯВЛЕНИЯ

23.1. Известны различные способы активации водных растворов: механический, термический, акустический, магнитный, электрический, известна активация электрогидравлическим ударом и др. [129–132]. Имеются разрозненные сведения об активации и других сред, в основном жидкостей, но в отдельных случаях — газов и твердых тел.

Теоретического истолкования этих фактов, полностью объясняющего все аспекты этих явлений, нет, что неоднократно отмечалось в печати. Более того, сложность истолкования этих явлений на основе обще-

принятых представлений побудила некоторых ученых объявить эти явления несуществующими, "незаконными".

Физические основы теории активации сред удалось сформулировать на основе новой физической теории — ТФП. Эти основы опираются на два важных следствия ТФП:

а) окружающее нас пространство не является пустым, физический вакуум состоит из материальных физических объектов — элементарных частиц вакуума; эти частицы и ответственны за большую часть процессов активации;

б) силовые взаимодействия между атомами в молекуле, между молекулами в кристаллах, в кристаллах твердых тел имеют не сферическую, а осевую симметрию и меняются во времени с очень большой частотой, порядка 10^{18} Гц; эта особенность силовых взаимодействий тоже вносит свой существенный вклад в активацию сред.

В рамках излагаемых здесь представлений явление активации сред может быть определено следующим образом: нарушение равновесия между атомами и возбужденными ЭЧВ, а также установившихся связей с учетом анизотропии силовых взаимодействий приводит к метастабильному состоянию, которое может быть названо *структурным активированным состоянием данной среды*.

Термин активация используется в химической кинетике и характеризует переход молекулы, атома в активное состояние с повышенной энергией, которой достаточно для осуществления химической реакции. Процесс активации в химической кинетике, таким образом, характеризует передачу молекуле так называемой *энергии активации*.

Активация, о которой здесь идет речь, — это другое явление по своей физической сущности, его мы назвали *структурной активацией*, поскольку явление сводится к изменению структуры объекта активации. При этом энергия молекулы может и не измениться, а активные свойства молекулы определяются только изменением ее внутренней структуры.

23.2. Согласно ТФП, только в ядерной материи и, быть может, в нейтронных звездах нет ЭЧВ — они вытеснены. В атоме между ядром и электронами оболочки имеется большое число частиц вакуума. Причем, если в свободном вакууме спонтанно возбужденных ЭЧВ порядка одной частицы на 800, то в атоме, благодаря влиянию ядра, возбужденных частиц много больше. В атоме водорода, например, около 10^7 ЭЧВ. Они, конечно, играют в атоме огромную роль. В частности, непрерывный процесс взаимодействия электронов атомных орбит с ЭЧВ приводит к основным квантовым свойствам электрона в атоме, например, лишая его классической траектории (см. разд. 7 и 8).

Между атомами в молекуле и внутри кристаллов тоже большое число ЭЧВ. Это связано с тем, что концентрация ЭЧВ электрон-позитронного вакуума имеет порядок 10^{29} частиц в 1 см^3 , а концентрация частиц протон-антипротонного вакуума — порядка 10^{39} частиц в 1 см^3 . Это,

конечно, концентрация, а не плотность. ЭЧВ в атоме, молекулах и кристаллах почти не увеличивают плотности вещества. Это происходит потому, что невозбужденные ЭЧВ не имеют массы. ЭЧВ возникают в результате взаимодействия частиц и античастиц, например позитрона и электрона. При этом дефект массы равен суммарной массе исходных частиц. Поэтому после взаимодействия между частицами вся масса уходит в энергию связи и образовавшаяся при этой реакции ЭЧВ массы не имеет. До ТФП эту реакцию называли *аннигиляцией* и считали, что частицы исчезли, вызвав в пустоте два фотона. Согласно ТФП, они образовали ЭЧВ и вызвали возмущение в окружающем вакууме, которое и распространяется в вакууме в виде фотонов.

Понятно, что без учета ЭЧВ нельзя было понять многие свойства элементарных частиц и образованной ими материи. Многие свойства физического вакуума были гениально угаданы Эйнштейном, Шредингером, Дираком и другими основоположниками современной физики. Но угаданных свойств оказалось недостаточно для решения всех накопившихся вопросов. Необходимо было понять механизм, приводящий к основным законам квантовых и релятивистских теорий. Это и сделала ТФП, в основном, благодаря введению двух новых понятий — о структурированном физическом вакууме и структуре ЭЧВ. Последнее порождает анизотропию свойств силового поля, посредством которого все ЭЧВ взаимодействуют между собой.

23.3. ТФП является теорией двух физических объектов — ЭЧВ и ЭЧ. Однако роль этой теории не исчерпывается возможностями применения ее только к теории поля и элементарных частиц, так как ЭЧ и ЭЧВ проявляют свои индивидуальные свойства не только в свободном состоянии — они сохраняют большую часть своих свойств и в связанном состоянии. Так, анизотропия силового поля элементарных частиц проявляется не только в ядре атома и в самом атоме, но и в молекулах, кристаллах и конденсированных средах — жидкостях и твердых телах. Показано, например [87, 88], что анизотропия силового поля электрона ответственна за сам факт образования кристаллов и что эта же анизотропия и особые свойства ЭЧВ оказываются ответственными за многие свойства твердых тел [7] и разд. 24.

Таким образом, впервые открытое в рамках ТФП свойство основных "кирпичиков" нашего мироздания ЭЧ и ЭЧВ сохраняют и проявляют многие свойства в системах, состоящих из огромного числа этих частиц, поставило на повестку дня возможность непосредственного использования результатов ТФП при изучении ядер атомов, атомов, молекул, кристаллов, твердых и жидких тел. Такая возможность существует даже и в том случае, когда формирование теории рассматриваемого явления еще не закончено. К такому случаю и относится явление активации сред. Использование найденных в ТФП новых свойств ЭЧ и ЭЧВ в формировании физических основ теории активации сред является

важным и актуальным несмотря на то, что физико-химическая теория этого явления еще очень далека от завершения.

23.4. Поскольку все атомные оболочки состоят из электронов, то силовые поля последних при участии возбужденных ЭЧВ и создают гамму рассматриваемых в химии и физхимии сил: сил химического сродства, межатомных сил в молекулах, сил, образующих и укрепляющих кристаллы, адгезионных сил и т. д.

Неудивительно поэтому, что структурная активация, на которую случайно наткнулись многие исследователи, до сих пор была непонятна по своей физической природе.

Далее для краткости мы будем употреблять термины активация и активированное состояние, везде подразумевая только структурную активацию, а не обычную, рассматриваемую в химической кинетике.

В отличие от ранее известных метастабильных состояний, рассматриваемых в молекулярной физике, физической химии и физике твердого тела, активированное состояние связано с установлением равновесия в таком большом количестве связей и при такой малой степени вероятности их образования в случайных самопроизвольных процессах, что время релаксации, время снятия активации, оказывается большим в сравнении с ранее рассматриваемыми процессами образования и ликвидации метастабильных состояний. Так, типичным временем возбуждения и снятия возбуждения у атомных систем является время порядка 10^{-9} — 10^{-17} с. В то же время релаксации для рассматриваемых процессов активации измеряются временами, лежащими в интервале от единиц до многих тысяч секунд. Существенной особенностью процессов активации является и такое свойство. Восстановление активированной системы часто сопровождается серией так называемых *туннельных эффектов*. Это чисто квантовое явление состоит в том, что физическая система имеет отличную от нуля вероятность преодолеть потенциальный барьер или покинуть потенциальную яму, в которой она находится, даже в том случае, если энергия возбуждения меньше величины потенциального барьера или глубины потенциальной ямы. Однако на осуществление такого процесса требуется подчас очень большое время.

Физический вакуум в ТФП — основной квантовый объект природы. Все квантовые свойства микромира и даже макромира (а есть и такие) определяются характером связи данного физического объекта с физическим вакуумом. До ТФП это обстоятельство не было известно. Поэтому без ФВ и анизотропии силовых взаимодействий нельзя понять многие явления, в том числе и явление активации сред.

Изложение общей теории активации выходит за рамки работы. Здесь мы ограничимся изложением основ активации жидких сред электрическим полем и делаем это на примере активации чистой воды*)

*) В приложении (С. 394) рассматривается проблема активации углеводородов, в частности жидкого топлива.

23.5. Известно, что вода является слабым электролитом и поэтому в малой степени подвергается самопроизвольной, спонтанной диссоциации. В водных растворах имеет место как диссоциация молекул самой воды, так и диссоциация примесей, растворенных в ней. На последний процесс оказывает заметное влияние взаимодействие примесей с дипольными молекулами воды. Это явление гидратации играет существенную роль при образовании водных растворов и должно быть рассмотрено отдельно. В данном разделе будет рассмотрен процесс диссоциации чистой воды, не содержащей растворенных в ней веществ.

Роль примесей и механизм их участия в структурной активации — отдельный и большой вопрос, он выходит за рамки данной работы, носящей еще предварительный характер. До рассмотрения вопроса об активации чистой воды мы укажем только самые общие принципы влияния примесей на процесс структурной активации жидкостей. Во-первых, они активируются сами, и это может усилить или ослабить общую активацию раствора. Во-вторых, будучи связанными с основными атомами, молекулами, ионами основной среды, например воды, примеси существенно влияют на процесс активации, как правило, замедляя его. Одновременно примеси могут оказывать влияние на процесс релаксации структурной активации, в основном замедляя и этот процесс, в ряде случаев весьма существенно. Механизм обоих этих процессов требует, как мы уже говорили, отдельного обстоятельного рассмотрения.

Качественно явление активации чистой жидкости, в частности воды, представляет собой явление следующего типа (рис. 23.1). В воде наряду с молекулами самой воды находится, как уже было отмечено выше, большое число ЭЧВ. Из этих частиц в среднем в самопроизвольном свободном возбужденном состоянии находится следующее количество ЭЧВ:

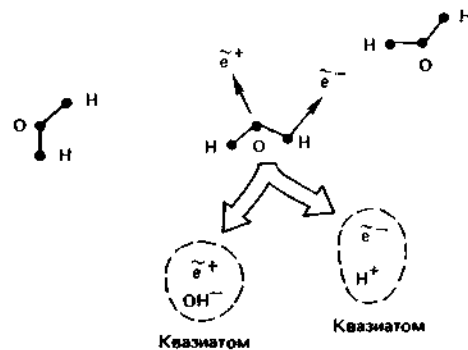


Рис. 23.1. Схема диссоциации воды

$$n_a = \frac{\alpha}{\pi} n_w, \quad (23.1)$$

где n_w — общее число ЭЧВ в единице объема; α — безразмерная постоянная, называемая постоянной тонкой структуры, численно равная $7,29735 \cdot 10^{-3}$.

Среднее возбуждение ЭЧВ, которые представляют собой виртуальные электрон-позитронные пары, составляет следующая часть от энергии аннигиляции электрон-позитронной пары при образовании ЭЧВ:

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{\alpha}{\pi} m_e c^2, \quad (23.2)$$

где \mathcal{E}_{cp} — энергия возбуждения; m_e — масса электрона; c — скорость света.

Для того чтобы понять, откуда берется множитель α/π , выведем его для одного случая. Вычислим вакуумную поправку к массе электронов методами квантовой электродинамики (КЭД) с учетом уточнений, которые вносит в нее ТФП [85].

Согласно ТФП, энергия нулевых колебаний вакуума электромагнитного поля (ЭМП) не может превышать $2mc^2$ — энергии аннигиляции пары частица-античастица. Для оценки порядка определяемых величин будем рассматривать нулевые колебания ЭМП как набор собственных колебаний в объеме v с энергией каждого из таких колебаний, равной $\hbar\omega$. Ограничения на энергию автоматически приводят и к ограничению на импульс таких колебаний

$$\hbar k \leq mc, \quad (23.3)$$

где \hbar — постоянная Планка; k — волновой вектор, и, соответственно, — к ограничению на число нулевых колебаний свободного квантования ЭМП в объеме v

$$n_0 = \int_0^{\omega_0} \rho(\omega) d\omega = \frac{v \omega_0^3}{3\pi^2 c^3},$$

где n_0 — число колебаний; ω — частота; ρ — плотность,

$$\omega_0 = \frac{mc^2}{\hbar}.$$

Поправку к собственной массе электрона оценим как энергию взаимодействия свободного электрона с нулевыми колебаниями ЭМП. Дополнительной энергией, которую приобретает заряженная частица с инертной массой m в переменном электрическом поле с частотой ω и амплитудой E_0 , будет

$$E(\omega) = \frac{m}{2} \dot{x}^2(\omega) = \frac{e^2 E_0^2}{4\omega^2 m}.$$

Полная энергия взаимодействия с нулевыми колебаниями определяется интегрированием по всем частотам

$$E = \int_0^{\omega_0} E(\omega) \rho(\omega) d\omega = \frac{\alpha}{\pi} mc^2, \quad (23.4)$$

откуда

$$\Delta m = \frac{E}{c^2} = \frac{\alpha}{\pi} m. \quad (23.5)$$

Аналогичным образом может быть вычислен и коэффициент вакуумной поправки на заряд. Он имеет такой же множитель к заряду электрона, т. е.

$$\Delta q = \frac{\alpha}{\pi} e, \quad (23.6)$$

где e — заряд электрона.

Средняя длина дипольного плеча между виртуальными электроном и позитроном в возбужденной частице электрон-позитронного вакуума определяется из равенства

$$a_{e^+e^-} = \frac{\lambda_e^2}{a_{ЭЧВ}}, \quad (23.7)$$

где $a_{e^+e^-}$ — длина дипольного плеча между виртуальными электроном и позитроном, см; $\lambda_e = \frac{\hbar}{m_e c}$ — так называемая комptonовская длина волны электрона; $a_{ЭЧВ}$ — дипольное плечо возбужденной ЭЧВ под сферой Шварцшильда.

Из расчета методами КЭД, аналогично приведенному, получим, что

$$a_{ЭЧВ} = \frac{\alpha}{\pi} \lambda_e. \quad (23.8)$$

Из выражений (23.7) и (23.8) имеем

$$a_{e^+e^-} = \frac{\pi}{\alpha} \lambda_e. \quad (23.9)$$

Подставляя численное значение и учитывая, что ТФП вносит в формулу для расчета комptonовской длины волны коэффициент порядка 1,0808, получим для $a_{e^+e^-}$ численное значение

$$a_{\tilde{e}^+ \tilde{e}^-} = 1,79 \cdot 10^{-8} \text{ см} = 1,79 \text{ \AA}. \quad (23.10)$$

Это среднее, т. е. наиболее часто встречающееся значение дипольного плеча. Интересно, что расстояния между атомами в большинстве веществ имеют не только близкое значение, но и в ряде случаев точно совпадающее с (23.10), что никак нельзя назвать случайным совпадением.

Теперь, выяснив, сколько возбужденных ЭЧВ и каковы их свойства, можно указать, как они будут взаимодействовать с молекулой воды. Понятно (см. рис. 23.1), что виртуальная пара $\tilde{e}^+ \tilde{e}^-$, находясь в среднем на расстоянии большем, чем расстояние между атомами в молекуле воды, равном $0,96 \text{ \AA}$ между О и Н и $1,53 \text{ \AA}$ — между Н и Н, будет стремиться разорвать молекулу воды на ионы. Это легко сделать еще и потому, что сила, действующая со стороны возбужденной ЭЧВ, постоянна во времени, а сила связи в молекуле, как уже упоминалось, носит импульсный характер и меняется во времени.

Наиболее сильному воздействию со стороны диполя ЭЧВ подвергнется связь между двумя разноименно заряженными атомами Н и О, поэтому молекула воды H_2O разорвется возбужденной ЭЧВ на два иона: OH^- и H^+ .

Ионы, естественно, присоединяются к виртуальным электрону и позитрону, образуя квазимолекулы $\text{H}^+ \tilde{e}^-$ и $\text{OH}^- \tilde{e}^+$. Эти квазимолекулы должны обладать кислотными $\text{H}^+ \tilde{e}^-$ и щелочными $\text{OH}^- \tilde{e}^+$ свойствами, не являясь в то же время кислотой и щелочью по своему химическому составу. Если пренебречь существованием возбужденных ЭЧВ, то диссоциированная вода остается обычной водой H_2O , но частично распавшейся на ионы.

Как видим, описанный механизм диссоциации воды существенно отличается от распространенного представления об электролитической диссоциации, как процессе разрыва связей в результате взаимодействия диссоциирующего вещества с молекулами среды. В химии процесс диссоциации чистых сред обычно называют процессом самопроизвольного, спонтанного распада вещества на ионы под действием сил сольватации (взаимодействия со средой), как правило, без учета сил, влияющих на этот процесс. По крайней мере, для воды мы не встретили в литературе данных по изучению механизма ее диссоциации.

Кислотные и щелочные квазимолекулы находятся в одинаковом количестве в единице объема диссоциированной воды и соответствующих свойств не проявляют. Однако картина изменится, если на диссоциированную воду наложить электрическое поле (рис. 23.2). В этом случае квазимолекулы будут соответственно перемещаться: квазимолекула с ионом OH^- — к аноду, а квазимолекула с ионом H^+ —

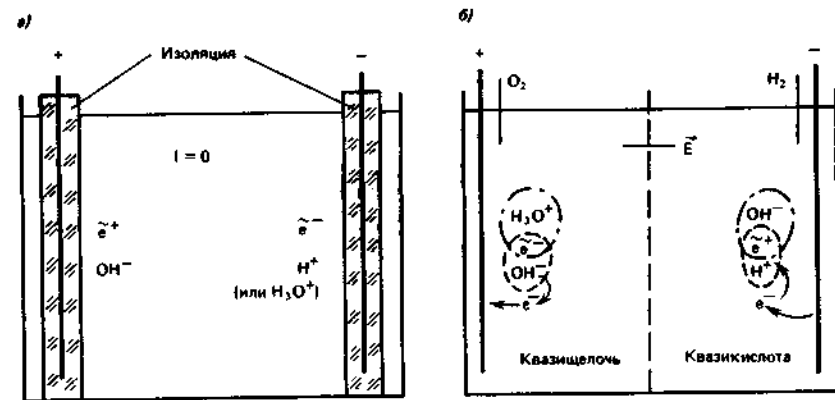


Рис. 23.2. Схема бестоковой (а) и токовой (б) активации воды

к катоду. Таким образом, в достаточно большом электрическом поле произойдет разделение квазимолекул — около катода образуется кислотная фракция, а около анода — щелочная. При этом если электроды изолированы от воды, то ток в цепи не идет и разделение фракций происходит без затраты энергии.

23.6. Такой способ активации воды (назовем его бестоковым) ранее не наблюдался и не описывался. Он является предсказанием излагаемой здесь теории явления активации воды.

Процесс диссоциации и бестоковой активации воды трудно до конца понять без выяснения вопроса о заряде ионов и квазимолекул. Квазиэлектрон и квазипозитрон, которые вместе с соответствующими ионами образуют квазимолекулы, — это отображения на наше пространство составных элементов ЭЧВ, чем ближе античастицы под сферой Шварцшильда друг к другу, тем дальше отображения их на наш мир. Расстояния между античастицами под сферой Шварцшильда r^* и квази-частицами в нашем подпространстве над ней r связаны таким простым равенством:

$$r = \frac{R^2}{r^*} \left(R = \frac{\hbar}{mc} \right), \quad (23.11)$$

где m — масса электрона в электрон-позитронном вакууме или масса протона в протон-антипротонном вакууме.

Когда ЭЧВ не возбуждены, $r^* = 0$ и $r = \infty$. Таким образом, уменьшая возбуждение ЭЧВ, можно раздвинуть квазичастицы, входящие в квазимолекулы, на сколь угодно большие расстояния, лишь бы они не ушли за пределы данной среды. Практически при огромном числе возбужденных частиц имеют место их коллективные взаимодействия и далеко

не всегда можно и нужно определять, "половинку" какой ЭЧВ составляет та, которая входит в квазимолекулу. В этом смысле при анализе свойств квазичастиц их можно рассчитывать, используя известную методику расчета частиц, рассматриваемых как коллективные возбуждения. Такой аппарат давно разработан в квантовой теории твердого тела и может успешно здесь использоваться.

Вышесказанное о свойствах квазичастиц, входящих в квазимолекулу, позволяет ответить на вопрос о заряде квазимолекулы и ее составляющих. Для всех наблюдателей, внешних по отношению к активированной жидкости, квазимолекула заряда не имеет и может рассматриваться как диполь с плечом, равным расстоянию между ионом и квазичастицей. Это есть ответ на давно волнующий физхимиков вопрос о том, почему даже разделенные полем ионы жидкости не создают объемного заряда. Для электродов, находящихся в непосредственном соприкосновении с электролитом, ионы имеют заряд, который и позволяет им передвигаться под влиянием внешнего поля. Хотя ионы, входящие в квазимолекулы, не образуют наблюдаемого вне электролита объемного заряда, внешнее поле (электрическое или магнитное) будет действовать на квазимолекулу так, как если бы она состояла только из одного иона. Поэтому в электролите будет наблюдаться изменение расположения ионов внешним полем и эффект Холла, несмотря на то, что ионы входят в состав квазимолекул. Кстати, эффект Холла очень перспективен для использования при анализе свойств активированных электролитов.

Мы надеемся, что сказанное позволит лучше понять существо бестоковой активации воды и ее растворов.

Существенно отметить, что модификация способа бестоковой активации, при которой один электрод изолируется от воды, а другой — нет, существенно меняет ход процесса активации, хотя и в этом случае ток не идет и процесс является бестоковым. В этом случае воздействие электрода, непосредственно соприкасающегося с водой, на процесс активации и степень активации воды у *голого* электрода будет значительно большей. В этом случае вся вода будет на некоторое время сильно активирована одним свойством — она станет *квазикислотой* при *голом* отрицательном электроде и *квазищелочью* при *голом* положительном электроде. Однако если одновременно не удалить воду, прилегающую к *голому* электроду, то диффузия приведет к тому, что за сравнительно короткое время активация исчезнет.

Этот процесс бестоковой активации является тоже предсказанием и подлежит экспериментальной проверке.

Если с электродов, расположенных в сосуде с водой, снять изоляцию и допустить электролиз, то на вышеописанный процесс бестоковой активации воды наложится новый процесс (см. рис. 23.2, б), как правило, более сильный, связанный с тем, что ион OH^- , пришедший к аноду, отдает, а ион, пришедший к катоду, получает электрон от электродов. В результате, отрицательно заряженные ионы OH^- практически исчезают

у поверхности анода, а положительно заряженные ионы H^+ — у поверхности катода. Это явление, связанное с электролизом и сопровождающее его, приводит к тому, что у анода начинают доминировать положительные ионы H^+ , а у катода — отрицательные ионы OH^- . Ассоциируя с соответствующими квазичастицами, составляющими ЭЧВ, они будут образовывать щелочную фракцию OH^-e^+ у катода и кислотную H^+e^- — у анода, обратно тому, что имеет место при бестоковой активации воды.

Это явление наблюдалось экспериментально рядом исследователей. Поскольку возможности возникновения кислотной фракции у катода и щелочной у анода были известны, то некоторые ученые называют щелочную фракцию *каталитом*, а кислотную — *аналитом*. Поскольку это, как здесь показано, не однозначно, то следует, по-видимому, от этих терминов отказаться и именовать фракции по их свойствам — *кислотная* и *щелочная*.

Токовый и бестоковый процессы активации, как видно, — сугубо разные явления.

Роль полупроницаемой перегородки сводится к торможению процесса диффузии образованных фракций. Эту роль с успехом могут выполнять электроды, тщательно изолированные, но находящиеся под большим потенциалом, своеобразные *сетки*, играющие роль, аналогичную сеткам в ламповых триодах.

Легко видеть, что процесс приэлектродной активации в случае токовой активации будет резко нарастать в начальный момент, когда происходит быстрая нейтрализация приходящих к электроду ионов, а диффузия возникших квазиатомов от электродов не успеет еще их удалить. Через некоторое время процессы удаления и образования квазимолекул уравниваются друг друга и число квазимолекул перестанет расти — активация воды прекратится.

При обоих видах активации — токовом и бестоковом — наибольшая концентрация активированной воды возникает у самой поверхности электродов со стороны, ближайшей к другому электроду. Это определяет требования к конструкции электрода и способам отсоса активированной жидкости. При непрерывном процессе активации, сопровождающемся притоком неактивированной воды и оттоком активированной, можно обойтись и без полупроницаемой перегородки.

Представляет большой интерес опробование при непрерывном процессе активации электростатического сепаратора ионов у входящей еще неактивированной воды. При этом надо вводить непроницаемую диэлектрическую перегородку при бестоковой активации и, вероятно, металлическую — при токовой.

Мы рассмотрели здесь некоторые вопросы физической природы структурной активации воды на примере электрохимической активации воды.

23.7. Упомянем некоторые особенности физической природы структурной активации воды под воздействием магнитного поля. Под влия-

нием постоянного магнитного поля электроны, движущиеся около ядра в атомной оболочке, начнут совершать около направления этого поля прецессионное движение. Это движение давно известно в физике и получило название ларморовой прецессии. Частота ларморовой прецессии определяется по такой простой формуле:

$$\omega_l = \frac{eH}{2mc}, \quad (23.12)$$

где m и e — соответственно масса и заряд электрона; c — скорость света; H — напряженность магнитного поля.

Мы видим, таким образом, что кроме обычного установившегося движения под действием постоянного магнитного поля электрон в атоме начинает совершать дополнительное движение с частотой, прямо пропорциональной напряженности магнитного поля.

Если бы все силы, в создании которых участвует электрон, образовывались сферически симметричным полем, каким, например, является электростатическое поле, то участие электрона в ларморовой прецессии не имело бы последствий.

Однако, согласно ТФП, силы химического сродства и другие силы, проявляющиеся в атомах и молекулах, образуются силовым полем, имеющим не сферическую, а осевую симметрию с осью симметрии, совпадающей с направлением спина электрона (подробнее см. [7] и разд. 16). В этом последнем случае появление ларморовой прецессии не может не сказаться на связях, которые установились у электрона после того, как система, в которой находится электрон, пришла к термодинамическому равновесию.

Последствия этого факта могут быть различными. Во-первых, должны измениться силы химического сродства, в которых участвует прецессирующий электрон, во-вторых, должны измениться некоторые физические свойства всего "облученного" постоянным магнитным полем тела. Так возникает "омагниченная" жидкость. После снятия постоянного магнитного поля должно пройти время, за которое система, выведенная магнитным полем из условий равновесия, будет восстановлена.

23.8. Рассмотрим вопрос о времени течения процесса активации, а плавное — времени сохранения метастабильного состояния, которое возникает при активации.

Как указано в работе [7], в ТФП элементарные частицы обладают анизотропией, смысл которой заключается в следующем. Поле, создаваемое элементарной частицей, максимально на мгновенной оси вращения частицы и минимально в плоскости ее вращения. Форма поля имеет вид тонкой иглы, проходящей через центр частицы и перпендикулярной плоскости вращения. Расчет, приведенный в данной работе, показывает, что на анизотропию поля частицы влияет прецессия частицы. За каждый оборот прецессии частицы напряженность поля меняется от минимальной до максимальной.

Наличие сильной анизотропии частиц и их прецессии приводит к импульсному характеру их взаимодействия. Силы, действующие между частицами, все время резко меняются. Однако вследствие очень большой частоты этих изменений, при обычных условиях, т. е. в отсутствие определенного рода внешних воздействий, это не приводит к каким-либо наблюдаемым эффектам. Число частиц в основном состоянии можно записать в виде

$$N_1(t) = N_0 - N_2(t). \quad (23.13)$$

Действие активатора будем считать импульсным, частоту его воздействия (число импульсов на единицу времени) обозначим ν . Вероятности перехода в единицу времени из метастабильного состояния в основное и из основного в метастабильное будут тогда соответственно $w_1\nu$ и $w_2\nu$.

Чтобы найти изменение числа частиц в метастабильном состоянии за единицу времени, следует учесть, что число переходов в метастабильное состояние прямо пропорционально числу частиц в основном состоянии N_1 , а число переходов в основное состояние из метастабильного прямо пропорционально числу частиц в метастабильном состоянии N_2 . Таким образом, изменение числа частиц N_2 можно записать в виде

$$\frac{dN_2}{dt} = w_2\nu N_1 - w_1\nu N_2. \quad (23.14)$$

Подставим сюда значение N_1 из (23.13) и получим

$$\frac{dN_2}{dt} = -(w_1 + w_2)\nu N_2 + w_2\nu N_0. \quad (23.15)$$

Решение этого уравнения с учетом начального условия

$$N_2 = \frac{N_0 w_2}{w_1 + w_2} (1 - e^{-(w_1 + w_2)\nu t}). \quad (23.16)$$

Отметим, что $w_1 + w_2 = 1$, так как импульс может и не сопровождаться переходом из одного состояния в другое. Число $\frac{N_0 w_2}{w_1 + w_2} = N_2^{\max}$ соответствует насыщению. Через промежуток времени $\tau = 3/\nu(w_1 + w_2)$ может быть заменена некоторым усредненным значением.

Ситуация существенно меняется, когда имеется внешнее воздействие, приводящее к уменьшению частоты изменения. В этом случае время, в течение которого отсутствуют силы, действующие между частицами, оказывается достаточным для того, чтобы этот эффект обнаружился на опыте.

Применим указанные соображения к случаю, когда частица находится первоначально в некотором стабильном связанном состоянии. Это значит, что частица находится в потенциальной яме, причем указанное состояние отделено от менее устойчивого (метастабильного) состояния потенциальным барьером.

Под влиянием внешнего воздействия барьер внезапно исчезает и по прошествии некоторого времени вновь возвращается так же мгновенно. В результате частица с определенной вероятностью, которую легко рассчитать в любой требуемой конкретной постановке задачи модели, переходит в метастабильное состояние. После снятия воздействия переход из метастабильного состояния в основное возможен лишь путем туннельного эффекта, т. е. проникновения через потенциальный барьер.

Пусть имеется система, состоящая из N_0 -частиц, каждая из которых может находиться в двух состояниях — основном и метастабильном. Процесс активации данной системы заключается в том, что под действием некоторого фактора частица переходит из основного состояния в метастабильное и обратно. В начальный момент времени ($t = 0$) система не активирована, т. е. число частиц в метастабильном состоянии равно нулю. В дальнейшем, когда в метастабильном состоянии будет некоторое число частиц $N_2(t)$, активатор будет переводить частицы не только из основного состояния в метастабильное, но и из метастабильного в основное. Обозначим вероятность перехода под воздействием активатора из метастабильного состояния в основное w_1 , а из основного в метастабильное — w_2 . Вероятностью спонтанных переходов второй член в скобке будет менее 0,05, так что практически за это время насыщение будет достигнуто.

Для расчета времени деактивации требуются несколько более специальные предположения о поле, в котором находится частица активируемой среды. Пусть основное и метастабильное состояния разделены прямоугольным барьером. В каждом из этих состояний частица находится в потенциальной яме прямоугольной формы, но метастабильному состоянию соответствует яма меньшей глубины. Будем предполагать, что барьер достаточно велик, т. е. обладает значительной высотой и глубиной, чтобы вероятность проникновения через него можно было считать квазиклассической, а уровни энергии частицы в ямах можно было считать, не принимая во внимание проникновение через барьер.

Зависимость потенциальной энергии от координаты указана на рис. 23.3. В области $0 < x < a$ потенциальная энергия имеет значение $U_1 > 0$. В области $a < x < b$ она имеет значение $U_0 \gg U_1$, а в области $b < x < c$ $U = 0$. При $x < 0$ и $x > c$ $U = \infty$. Уравнение Шредингера имеет вид

$$-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2\psi}{dx^2} + U_1\psi = E_1\psi \text{ при } 0 < x < a; \quad (23.17)$$

$$-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2\psi}{dx^2} + U_0\psi = E_1\psi \text{ при } a < x < b; \quad (23.18)$$

$$-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2\psi}{dx^2} = E_2\psi \text{ при } b < x < c. \quad (23.19)$$

Так как вероятность прохождения через барьер предполагается весьма малой, волновые функции в первом приближении считаются равными нулю при $x = a$ и $x = b$. Кроме того, очевидно, $\psi = 0$ при $x = 0$ и $x = c$. Используя эти условия, находим уровни энергии и волновые функции частиц в обеих ямах.

Для левой ямы

$$\psi_{1n} = -\sqrt{\frac{2}{a}} \sin \frac{n\pi}{a} x, \quad E_{1n} = \frac{\pi^2 \hbar^2 n^2}{2ma^2} + U_1. \quad (23.20)$$

Для правой ямы

$$\psi_{2n} = \sqrt{\frac{2}{c-b}} \sin \frac{n\pi}{c-b} (x-b), \quad E_{2n} = \frac{\pi^2 \hbar^2 n^2}{2m(c-b)^2}. \quad (23.21)$$

Если барьер исчезает, получается яма шириной c , для которой решение уравнения Шредингера имеет вид

$$\psi_n = \sqrt{\frac{2}{c}} \sin \frac{n\pi}{c} x; \quad E_n = \frac{\pi^2 \hbar^2 n^2}{2mc^2}. \quad (23.22)$$

В приведенных выше формулах m — масса частицы; \hbar — квантовая постоянная ($\hbar = h/2\pi$); n — целое число: $n = 1, 2, 3, \dots$

Для того, чтобы рассмотреть туннельный эффект, предположим, что первый уровень левой ямы совпадает со вторым уровнем правой

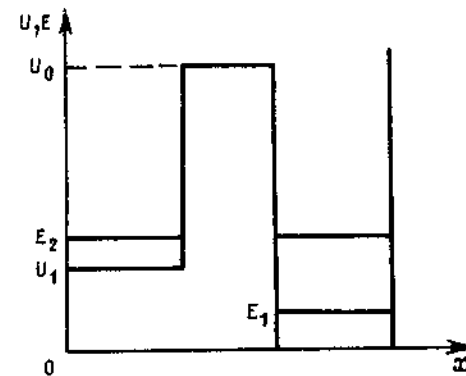


Рис. 23.3. Зависимость потенциальной энергии от координаты

$$E_{11} = E_{22} = \frac{4\pi^2 \hbar^2}{2m(c-b)^2} \quad (23.23)$$

Это условие определяет потенциал левой ямы

$$U_1 = \frac{\pi^2 \hbar^2}{2m} \left(\frac{4}{(c-b)^2} - \frac{1}{d^2} \right)$$

При внезапном удалении барьера частицы, первоначально находившиеся на стабильном уровне E_{21} , переходят на уровень широкой безбарьерной ямы E_1 . При восстановлении барьера возможен переход с этого уровня на уровень левой ямы, т. е. в метастабильное состояние. Вероятность этого перехода можно рассчитать по формуле

$$w = 1 \int_0^a \psi_{11} \psi_1 dx \quad (23.24)$$

Подставляя сюда волновые функции ψ_{11} и ψ_1 , получим

$$\int_0^a \psi_{11} \psi_1 dx = \frac{\sqrt{ac}}{\pi} \left[\frac{\sin \pi(c-a)/c}{c-a} - \frac{\sin \pi(c+a)/c}{c+a} \right] \quad (23.25)$$

Если положить $b-a = c-b = a$, то получим вероятность около 0,1. Эта вероятность определяет число частиц в метастабильном состоянии, но не время его установления. Время перехода частицы в метастабильное состояние определяется временем отсутствия барьера и является очень малой величиной.

Вероятность прохождения через потенциальный барьер можно оценить при помощи квазиклассического выражения для коэффициента прозрачности

$$D = \exp \left\{ -\frac{2}{\hbar} \sqrt{2m(U_0 - E_{11})} b \right\} \quad (23.26)$$

Чтобы определить время существования метастабильного состояния τ , следует воспользоваться соотношением

$$\tau = \frac{2a}{vD} \quad (23.27)$$

где v — скорость частицы в левой яме. Тогда для τ получим выражение

$$\tau = \frac{2ma^2}{\pi \hbar} \exp \left\{ \frac{2}{\hbar} \sqrt{2m(U_0 - E_{11})} b \right\} \quad (23.28)$$

При определении времени по формуле (23.28) надо для каждого частного случая найти численные значения параметров ямы и частицы.

Приведенный расчет выполнен, в общем, на основе традиционных квантовых методов с использованием только следующего из ТФП пред-

ставления о наличии асимметрии в процессах активации и деактивации вещества.

Формула (23.28) справедлива для достаточно больших времен жизни метастабильного состояния τ , т. е. при больших показателях степени в (23.26). Если масса частицы мала и барьер не слишком высок, квазиклассическое приближение неприменимо и следует пользоваться точными квантовомеханическими формулами.

Исходя из представлений ТФП было показано, что большую роль в конденсированных средах играют возбужденные ЭЧВ как ассоциированные с электронами, так и без них. Эти состояния названы *крэзонами*. Было выяснено, что в конденсированном состоянии (твердое тело, жидкость) крэзоны имеют эффективную массу, которая на 10 порядков меньше их массы в свободном состоянии. А масса в свободном состоянии и есть наблюдаемая на опыте масса короткоживущих частиц, называемых *резонансами*.

Расчет времени жизни ЭЧ-резонансов в свободном состоянии получен в рамках ТФП [134] и выражается формулой

$$\tau_{\text{кл}} = \frac{U_0 T (1 - \beta_2^2)^{1/2}}{E_0 \left(1 - \frac{m_{N+1}}{m_N} \right) \left(1 - \beta_2^2 \right)^{1/2} p s_{\text{opt}}} \quad (23.29)$$

где U_0 — глубина потенциальной ямы; E_0 — энергия возбуждения; T — период внутренних осцилляций данной ЭЧ; β_2 — линейная скорость осцилляции в единицах скорости света; m_N , m_{N+1} — массы ЭЧ и "соседей" ЭЧ в периодическом законе микрочастиц (ПЗМ); s — механический момент оптимальной частицы в ряду ПЗМ, к которому относится ЭЧ.

Формула (23.29) справедлива для короткоживущих резонансов, у которых $\tau_{\text{кл}}$ не превышает 10^{-20} с. Для частиц, которые живут дольше, время жизни вычисляется по формуле

$$\tau_{\text{кв}} = \frac{T}{D} \quad (23.30)$$

$$D = \begin{cases} \left(1 + \left(\left(\frac{\kappa_1}{\kappa_2} + \frac{\kappa_2}{\kappa_1} \right) \frac{\text{sh} a \kappa_2}{2} \right)^2 \right)^{-1}, & \text{если } E_0 < U_0, \\ \left(1 + \left(\left(\frac{\kappa_1}{\kappa_2} + \frac{\kappa_2}{\kappa_1} \right) \frac{\sin 4 \kappa_2}{2} \right)^2 \right)^{-1}, & \text{если } E_0 \geq U_0, \end{cases} \quad (23.31)$$

и

$$\kappa_1 = \frac{\sqrt{2m_n E_0}}{\hbar}; \quad \kappa_2 = \frac{\sqrt{2m_n (U_0 - E_0)}}{\hbar}, \quad (23.32)$$

$a \approx \frac{\pi}{4\kappa_1}$ — ширина потенциальной ямы. Критерий перехода от формулы (23.29) к (23.30) найден.

Исследования показали, что в конденсированных средах крезоны живут существенно дольше и их время полураспада определяется формулой (для частиц, у которых τ_0 определяется по формуле (23.29)):

$$\tau = \tau_0 \left(\frac{2\pi m_n}{Am_e} \right)^2. \quad (23.33)$$

Для крезонов; у которых τ_0 определяется по формуле (23.30), время сохранения активированного состояния находится по формуле

$$\tau = \tau_0 \frac{2\pi m_n}{Am_e}. \quad (23.34)$$

(Коэффициент при τ_0 — в первой степени), где τ_0 — время жизни свободного крезона ($\tau_{кл}$ или $\tau_{кв}$); m_e — масса электрона; $A \cong 1,66 \cdot 10^{-10}$ — константа, найденная в теории крезонов.

Кроме того, было выяснено, что безразмерная масса крезона в массах электрона $\frac{m_n}{m_e}$ численно равна абсолютной температуре агрегатного перехода данного вещества — плавления $T_{пл}$ или кипения T_k . Поэтому (23.33) приобретает такой простой вид:

$$\tau \approx \tau_{0кл} \left(\frac{2\pi T_{пл}(\kappa)}{A} \right) \quad (23.35)$$

или

$$\tau = \tau_{0кв} \frac{2\pi T_{пл}}{A}. \quad (23.36)$$

Поскольку τ_0 в ГФП однозначно определяется $\frac{m_n}{m_e}$ и, следовательно, $T_{пл}(T_k)$, то τ является тем самым однозначной функцией $T_{пл}(T_k)$ активируемого вещества. Например, для воды $\frac{m_n}{m_e} = T_k = 273 \text{ К}$ получаем $\tau_0 = 2,6 \cdot 10^{-8}$. Тогда, согласно (23.36), $\tau = 2,7 \cdot 10^5 \text{ с} = 75 \text{ ч} = 3,1 \text{ сут.}$

Таким образом, для чистой воды время снижения уровня активации в e раз будет происходить за трое суток. Формулы (23.34) и (23.35)

позволяют определить время сохранения активации различных водных растворов и любых других веществ.

Время сохранения активированного состояния у неконденсированных сред (газов, например) по указанным формулам определять нельзя. Формулы для расчета времени сохранения активации у газов еще не получены, так как теория активации газовых сред находится еще в состоянии формирования представлений о физической сущности процесса активации газов.

23.9. Сейчас можно дать предварительные рекомендации по определению оптимальных режимов токовой активации водных растворов.

Предварительный теоретический анализ токовой активации водных растворов показал, что в основе этого явления лежит взаимодействие молекул воды со спонтанно возбужденными элементарными частицами вакуума. Образование относительно устойчивых во времени электрически нейтральных квазимолекул *квазикислоты* и *квазищелочи* происходит присоединением виртуальных электрона и позитрона соответственно к ионам H^+ , H_3O^+ и OH^- , приобретающих при этом принципиально новые физические свойства. Существенно подчеркнуть, что этот процесс происходит практически без затрат энергии извне. Это положение, как отмечалось ранее, является принципиальным для всей теории структурной активации жидкостей, и воды в том числе.

В настоящее время начаты работы по теоретическому рассмотрению активации, связанной с изменением изомерных свойств атомов, молекул и кристаллов при активации. Далее планируются экспериментальная проверка и исследование этого процесса. Тем не менее, необходимо иметь в виду, что токовая активация сопровождается электрохимическими процессами, связанными с электролизом, которые зависят от затрачиваемой энергии, проходящей через объем активируемой воды.

Заряд, получаемый электролитом, используется как для электролиза, так и для активации. Поэтому инженерные расчеты устройств для токовой активации воды должны учитывать эту особенность процесса активации. Сама токовая активация зависит от количества электричества, полученного водой. Поэтому мера активации — ее критерий при токовой активации воды есть некая величина, пропорциональная количеству электричества Q , выделившемуся за время активации t и проходящего через единицу объема v .

Обозначим величину этого критерия A .

Тогда

$$A = \kappa \frac{Q}{v}, \quad (23.37)$$

где κ — некий размерный коэффициент пропорциональности, зависящий от качества мембраны и электродов, а также от особенностей активируемой жидкости.

Если мощность, потребляемая активатором, W , то коэффициент максимального использования этой энергии можно выразить так:

$$\eta_{\text{и}} = \frac{A}{W} = \kappa \frac{Q}{v W t} \quad (23.38)$$

Если весь электрический заряд участвует как в процессе электролиза, так и в процессе активации, то

$$Q = It, \quad (23.39)$$

где I – рабочий ток.

Тогда для $\eta_{\text{и}}$ имеем окончательно, учитывая, что $W = IU$,

$$\eta_{\text{и}} = \frac{\kappa}{v U}, \quad (23.40)$$

где U – рабочее напряжение.

Таким образом, коэффициент полезного действия (использования) определяется коэффициентом κ , зависящим от качества электродов и мембраны, он тем больше, чем меньше рабочее напряжение и рабочий объем активатора.

Отсюда прямо следует вывод, что выгодно проектировать активаторы малого рабочего объема и включать их последовательно в цепь. При этом желательно максимально уменьшить напряжение, что достигается минимальным расстоянием между электродами. Кроме того, есть еще одна возможность увеличить η . Для этого надо искусственно увеличить время нахождения активируемого вещества в активаторе.

Анализ количественных оценок коэффициентов κ и η должен стать темой специального экспериментального и теоретического исследования и не входит в рамки данной работы. Но уже элементарный анализ зависимости коэффициента полезного действия от основных параметров ячейки и условий активации позволяет сделать ряд конкретных выводов для проектирования и эксплуатации активаторов.

Если в формулу (23.38) подставить значение напряжения U , выраженное через ток и сопротивление, определяемое геометрией ячейки, то в простейшем случае для ячейки прямоугольной геометрии выражение (23.38) примет вид

$$\eta_{\text{и}} = \frac{\kappa a}{Il^2}, \quad (23.41)$$

где σ – величина электропроводности в установившемся режиме; I – рабочий ток; l – расстояние между электродами.

Таким образом, если выбран режим с постоянным напряжением и постоянным рабочим объемом, то, как следует из выражения (23.38), наименьший расход мощности при активации данного объема жидкости достигается при наименьшем рабочем напряжении. Если же активатор

работает в режиме постоянного тока, то для получения минимального расхода энергии надо уменьшить расстояние между электродами и увеличить электропроводность жидкости. Еще раз подчеркнем целесообразность использования активаторов, состоящих из максимального количества ячеек, включаемых последовательно. Уменьшение расстояния между электродами и рабочего тока выгодно для сокращения расходуемой энергии, но может сказаться на производительности активатора. Для получения максимального количества активированной жидкости полезно увеличить рабочий ток. Поэтому в каждом конкретном случае надо выбирать оптимальный режим, при котором получается наибольшая производительность активатора при наименьшей затрате энергии.

Для экономии энергии выгодно работать с жидкостью, обладающей максимальной электропроводностью σ . Однако повышенная электропроводность может сказаться на коэффициенте κ в формулах (23.37–23.41). К настоящему времени рекомендации по выбору оптимальных значений σ еще сделать нельзя – требуется провести специальные исследования этого вопроса.

Электропроводность водных растворов и других жидкостей часто определяется составом растворенных в них веществ. Последние, в свою очередь, определяют время сохранения активации.

23.10. Наиболее широко и давно известен и используется метод *катализа*, который, по нашему глубокому убеждению, является одним из частных случаев структурной активации. С этой точки зрения катализ является способом структурной активации полями, образованными молекулами активатора (катализатора), молекул химического реагента, который участвует в реакции. Такой подход к природе катализа объясняет все его особенности. Становится понятным, почему молекулы активатора должны участвовать в реакции и почему активатор не должен тратить энергию на процесс активации.

Сейчас уже известно много методов структурной активации:

1. Электрическим и магнитным постоянным, переменным и импульсным полями;
2. Механическим дроблением, центрифугированием или обработкой дезинтегратором;
3. Электрогидравлическим ударом;
4. Ультразвуком;
5. Лазером;
6. Ядерным магнитным резонансом;
7. Электронным парамагнитным резонансом;
8. Электрохимическим воздействием.

В катализе реализуются 1, 6, 7-й методы структурной активации, как правило, одновременно. Кроме того, катализ отличается от макроскопических методов тем, что при нем – самые минимальные расстояния от истоков полей активатора до активируемых молекул. И, наконец, при катализе возможно активное участие силовых полей, создаваемых

ядрами атомов и существенно более активное участие возбужденных ЭЧВ. Поэтому катализ — наиболее сильный метод структурной активации, подробное изложение которого выходит за рамки этой работы, здесь мы его только аннотируем.

Изложенное в настоящем разделе показывает, что только часть вопросов рассматриваемой проблемы имеет ту или иную степень завершенности, остальные следует рассматривать как постановку проблемы.

24 НОВОЕ В ТЕОРИИ ТВЕРДОГО ТЕЛА. ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НА ПРАКТИКЕ

24.1. Современная физика твердого тела (ТТ) добилась больших успехов, опираясь на модель, в которой используются следующие физические объекты: кристаллическая ячейка, свободные электроны — электроны проводимости, "дырки" — не занятые электронами квантовые состояния, обладающие положительным зарядом, фононы — квазичастицы, рассматриваемые как кванты колебаний остовов атомов в кристаллической решетке, экситоны — квазичастицы, образующие из электронов и дырок нечто похожее на позитроний, поляроны — самосогласованное состояние электрона с ближайшей к нему областью локальной поляризации и ряд других квазичастиц, рассматриваемых как кванты колебаний: плазмоны, магноны и др.

Не перечисляя здесь общеизвестные успехи физики ТТ, отметим одну из нерешенных проблем, а именно — строгую фиксированность температуры плавления кристаллических твердых и жидких тел. За это явление должен быть ответственен некий острый резонанс. Пока не удалось полностью установить объекты и условия этого резонанса в процессе плавления. Поэтому теоретический расчет температур плавления в рамках существующей теории ТТ невозможен. Неясен также механизм лавинообразного разрушения твердых тел при достаточно сильном механическом нагружении.

Существование строго фиксированных температуры и теплоты плавления логично объяснить наличием в твердом теле одного вида частиц, ответственных за связь между кристаллами и имеющих одну резонансную частоту, однозначно связанную с температурой плавления. Распад или преобразование этих частиц переводит вещество из твердого состояния в жидкое. Можно показать, что ни один из перечисленных объектов существующей модели твердого тела не подходит для этой цели.

В уточненную модель твердого тела предлагается ввести новый физический объект — критические резонансы (крезоны). Согласно ТФП, существуют ЭЧВ. Они возникают при аннигиляции частиц и анти-

частиц, например электронов и позитронов. Невозбужденные ЭЧВ в макромире ненаблюдаемы. Физический вакуум, состоящий из ЭЧВ, при отсутствии его возбуждения или при очень малом возбуждении обладает сверхтекучестью. Периодическое возбуждение ЭЧВ внешним полем приводит к образованию фотонов. При возбуждении ЭЧВ сильным постоянным или аperiodически меняющимся полем возникают новые физические объекты. Происхождение наименования *крезоны* связано с тем, что хорошо известные элементарные частицы — резонансы, с точки зрения излагаемой здесь гипотезы, суть крезоны, "выбитые" из твердого или жидкого тела или образующиеся в вакууме при ядерных реакциях. В свободном состоянии крезоны (частицы-резонансы) живут очень малое время аналогично свободному нейтрону, покинувшему ядро. В связанном состоянии крезон по атомным масштабам живет значительное время.

При ассоциации с электронами или "дырками" крезоны приобретают заряд. Крезоны размещаются в узлах симметрии кристалла, например в октаэдрических и тетраэдрических пустотах. Причиной преимущественного расположения крезонов в строго определенных точках кристалла является пространственная анизотропия силового поля элементарных частиц. При размещении крезонов в межатомных пустотах кристаллов достигается максимум энергии связи крезонов с остовами атомов кристаллической решетки. Понятно, что даже в поликристаллических телах крезоны будут играть определяющую роль в межкристаллических связях, а следовательно, определять прочностные свойства твердого тела.

Согласно уточненной модели твердого тела, плавление происходит в результате того, что крезоны выходят за пределы узлов симметрии, в которых они находятся, тем самым разрушая основные связи между кристаллами, а следовательно, разрушая твердое тело и переводя его в жидкое состояние.

Основное уравнение, характеризующее этот процесс, должно иметь такой вид:

$$h\nu_k f_1(g) = kT_k, \quad (24.1)$$

где h — постоянная Планка; ν_k — резонансная частота колебаний крезона; k — постоянная Больцмана, T_k — критическая абсолютная температура агрегатного перехода, в кельвинах; $f_1(g)$ — функция метрического тензора физического вакуума в области нахождения крезона, величина порядка единицы.

Уравнение (24.1) отличается от устоявшейся в современной теории твердого тела связи между ν и T только коэффициентом, отличающимся от единицы в третьем знаке и определяющим в ТФП влияние возбужденного вакуума на рассматриваемый процесс.

Для облегчения дальнейших расчетов введем такое обозначение:

$$A_K = \frac{h \nu_K}{m_K c^2}, \quad (24.2)$$

где m_K — масса крезона в свободном состоянии; A_K — некоторая безразмерная константа, определяющая, какую часть полной энергии крезона составляет квант энергии колебаний этого крезона; c — скорость света.

Массу крезона m_K можно выразить через массу электрона очевидным образом:

$$m_K = \tilde{m}_K m_e, \quad (24.3)$$

где $\tilde{m}_K = \frac{m_K}{m_e}$ — безразмерная масса свободного крезона в массах электрона.

Тогда (24.2) примет вид

$$h \nu_K = A_K \tilde{m}_K m_e c^2. \quad (24.4)$$

Собственная частота электрона, как известно,

$$\nu_e = m_e c^2 / \hbar. \quad (24.5)$$

В поле атомного ядра и окружающих электронов с учетом релятивистских поправок, требуемых ТФП, максимальная частота собственных колебаний электрона равна (см. [7], С. 81):

$$\nu_{e \max} = \sqrt{\frac{9}{8}} 2s_e (1 - \beta_e^2)^{1/2} \nu_e, \quad (24.6)$$

где $\sqrt{\frac{9}{8}} 2s_e \equiv \frac{3}{\sqrt{2}} s_e$ — метрический коэффициент, учитывающий

кривизну пространства в атоме; $2s_e = \frac{M}{J}$ — отношение механического момента электрона к его проекции на ось прецессии — спин; $\beta_e = v_e/c$ — линейная скорость субчастиц в структуре электрона по ТФП [7, 34], определяющая масштаб пространственно-временных связей.

Собственная частота резонанса, сопряженного с электроном, — частота крезона без полного учета его релятивистских эффектов, предсказываемых ТФП, очевидно, равна:

$$\nu_{K \max} = \frac{m_K}{m_e} \nu_{e \max} = \tilde{m}_K \nu_{e \max}. \quad (24.7)$$

Релятивистская поправка для резонанса в кристалле, согласно ТФП, требует еще введения коэффициента:

$$(1 - \beta_e^2)^{1/2} \frac{\sqrt{2}}{\pi} f_1(g_{00}) = \frac{\sqrt{2}}{\pi} \sqrt{\frac{8}{9}} 2s_e (1 - \beta_e^2)^{1/2}. \quad (24.8)$$

Из (24.7) с учетом (24.8) получаем окончательно

$$\nu_K = (1 - \beta_e^2)_e \tilde{m}_K \frac{m_e c^2}{\hbar} \frac{\sqrt{2}}{\pi} 4s_e^2. \quad (24.9)$$

Сравнивая (24.9) и (24.4), имеем

$$A_K = \frac{2\sqrt{2}}{\pi} s_e^2 (1 - \beta_e^2)_e. \quad (24.10)$$

Для электрона, согласно ТФП ([7], С. 73), определены численные значения нужных для расчета безразмерных величин:

$$2s_e = 1/\cos \alpha_e = 0,92717269^{-1}; \quad f_1(g_{00}) = \frac{2s_e}{\sqrt{9/8}} = 1,0168646;$$

$$(1 - \beta_e^2)_e = 6,33378 \cdot 10^{-10} \quad ([7], \text{С. 112}).$$

Подставляя численные значения в (24.10), получаем $A_K = 1,6583535 \cdot 10^{-10}$. Таким образом, получаем, что A_K — универсальная константа, которая не зависит от массы крезона и одинакова для всех кресонов.

В уравнения (24.1) и (24.2) входят следующие независимые от m_K и T_K величины: m_e , c , κ и $f_1(g)$. Из них можно получить единственную комбинацию для константы A_K

$$A_K = \frac{k}{m_e c^2 f_1(g)} [1 \text{ К}]. \quad (24.11)$$

Так как из (24.1) и (24.4) непосредственной подстановкой получаем

$$A_K = \frac{k T_K}{m_e c^2 f_1(g) \tilde{m}_K},$$

а от T_K и \tilde{m}_K эта постоянная не должна зависеть, то, подставляя в (24.11) численные значения m_e и k из табличных данных и указанное значение для $f_1(g)$, получим $A_K = 1,658388 \cdot 10^{-10}$. Это значение отличается от полученного из (24.10) всего на множитель 1,00002, т. е. на две единицы шестого знака, что лежит в пределах точности теоретических и экспериментальных данных, использованных в расчете констант. Поэтому можно констатировать полную сходимость уравнений (24.10) и (24.11) для константы A_K .

Из (24.10) и (24.11) можно выразить постоянную Больцмана k через массу электрона, скорость света и безразмерные константы ТФП

$$k_{\text{пл}} = \frac{16\pi^3 (1 - \beta_2^2) e m_e c^2}{3\pi} = 1,380631 \cdot 10^{-16} \text{ эрг/град.} \quad (24.12)$$

Опытное значение $k = 1,380662(44) \cdot 10^{-16}$, т.е. в пределах (от 1,380618 до 1,380706) $\cdot 10^{-16}$. Получающееся полное совпадение значения k с экспериментальными данными, наряду с полным согласованием (24.10) и (24.11), свидетельствует об истинности формул.

Из уравнений (24.1) и (24.4) имеем для температуры плавления тел следующую формулу:

$$T_K = \frac{A_K \tilde{m}_K m_e c^2}{k} f_1(g). \quad (24.13)$$

Подставляя значение коэффициента A_K из (24.11), получим

$$T_K = \tilde{m} [1 \text{ K}]. \quad (24.14)$$

Таблица 24.1

Вещество	$T_{\text{пл}}, \text{K}$ (эксп.)	$T_{\text{пл}}, \text{K}$ (теор.)	№ резонанса в ПЗМ [7]
Ag	1233,95	1233,16	1.30.9
AlSb	1353	1353,23	1.29.11
Au	1336	1335,20	2.109.6
B	2300	2299,66	2.63.1
BaCl ₂	2233	1233,0	1.30.3
Be	1556	1556,5	2.99.3
BiNa ₃	1048	1048,92	2.147.3
Cd	1120	1119,89	1.33.9
CaCl ₂	1055	1055,02	2.138.9
CaSiO ₂	1785	1784,61	1.22.11
D ₂ O	276,89	276,601	1.113.5
FeF ₂	1370	1371,02	2.106.2
FeS	1468	1468,01	2.105.9
ClO ₂	1388	1388,45	2.111.3
Li ₂ O	2000	1996,09	2.77.8
MnO	2053	2053,69	1.17.5
Nb ₂ O ₅	1785	1784,61	1.22.11
Pt	2042	2040,80	2.71.6
PuF ₃	1442	1441,96	2.107.8
TaC	4150	4152	2.37.8
V	2000	1996,09	2.77.7
W	3653	3657,67	2.42.3
ZnS	2100	2099,90	2.69.6
TiO	2293	2293,65	2.67.3

Таким образом, температура плавления всех тел (любого состава) численно равна безразмерной массе соответствующего крезона, выраженной в массах электрона. Следует подчеркнуть, что $m_{\text{в}}$ и $m_{\text{к}}$ массы не виртуальных крезонов, которые находятся в составе твердых тел, а реальных резонансов, т.е. свободных крезонов. Безразмерные значения масс таких частиц, как открытых экспериментально, так и предсказанных теорией, приведены в таблицах в [2, 3]. Экспериментально частицы-резонансы (их известно более 500) существуют в свободном состоянии ничтожно малое время.

При сопоставлении численных значений безразмерных масс, найденных теоретически, с известными из экспериментов температурами плавления твердых тел обнаруживается хорошее совпадение (табл. 24.1).

На основании материалов, изложенных в данном разделе, можно сделать следующие выводы:

1. Уточненная модель ТТ впервые объясняет, в каких процессах участвуют частицы-резонансы, уже открытые в количестве многих сотен и обнаружение которых продолжается.
2. Новая модель позволяет объяснить причину того, что твердые тела плавятся при строго определенных температурах.
3. Модель позволила впервые найти способ теоретического расчета температуры плавления всех твердых тел. Сравнение теоретических и экспериментальных значений обнаруживает совпадение в пределах точности эксперимента и теории.
4. Модель позволяет теоретическое определение резонансных частот, соответствующих температуре плавления любого тела.

25 О ВЫДЕЛЕНИИ ГРАВИТАЦИОННО-ВАКУУМНОЙ ЭНЕРГИИ (ГВЭ) В НЕДРАХ ЗВЕЗД И ПЛАНЕТ И ВОЗМОЖНОСТИ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЕЕ НА ЗЕМЛЕ

Обосновывается существование энергии совершенно новой физической природы — гравитационно-вакуумной энергии; рассматриваются условия ее выделения на примерах звезд и планет.

Расчет выполняется в следующем приближении:

1. Форма звезды (планеты) принимается за шар.
2. Звезда (планета) является однородной, т.е. имеет одинаковую плотность по всему своему объему.
3. В создании экранирующего эффекта участвуют только нуклоны (протоны, нейтроны).
4. Нуклоны, создающие экранирующий эффект, содержатся только в ядрах атомов, составляющих вещество звезды (планеты).
5. Учтена возможность перекрытия одного нуклона другим.

25.1. Радиус полного экранирования

При рассмотрении условий выделения ГВЭ важное место занимает нахождение так называемого радиуса полного экранирования $R_{пз}$, величина которого определяет момент, когда масса звезды (планеты) станет экраном для ее центра O .

Согласно [49], один нуклон представляет собой экран с угловым размером θ_p , который определяется по формуле

$$\theta_p = \frac{(R'_1 - R'_2)_p^2}{r^2} a_g \frac{m_1 m_2}{m_w^2}, \quad (25.1)$$

где $(R'_1 - R'_2)_p$ — размеры протона во втором подпространстве, отображенном на первое; r — расстояние между взаимодействующими нуклонами; m_1, m_2 — массы взаимодействующих частиц; m_w — суммарная масса двух античастиц; a_g — метрический коэффициент протон-антипротонного вакуума. При условии $m_1 = m_2 = m_w$ и $m_w = 2m_p$ формула (25.1) примет вид

$$\theta_p = \frac{(R'_1 - R'_2)_p^2}{r^2} a_g \frac{1}{4} \approx \frac{1}{4} \frac{(R'_1 - R'_2)_p^2}{r^2}. \quad (25.2)$$

Элемент объема звезды (планеты) в сферических координатах можно представить как

$$dv = r^2 \sin \vartheta dr d\vartheta d\varphi. \quad (25.3)$$

Число нуклонов в элементарном объеме dv определяется по формуле

$$N_n(dv) = \frac{\rho_{зв}}{M_{ат}} Adv, \quad (25.4)$$

где $\rho_{зв}$ — плотность вещества звезды (планеты); $M_{ат}$ — масса одного атома, равная A атомным единицам массы;

$$M_{ат} = A \cdot 1,66 \cdot 10^{-24}; \quad A — массовое число ядра. \quad (25.5)$$

Окончательно (25.4) примет вид

$$N_n(dv) = \frac{\rho_{зв}}{1,66 \cdot 10^{-24}} dv. \quad (25.6)$$

Общий (суммарный) экран, созданный единицей элементарного объема dv , может быть вычислен по формуле

$$\theta_{dv} = N_n(dv) \theta_p K_{пз}, \quad (25.7)$$

где $K_{пз}$ — коэффициент перекрытия, учитывающий степень экранирования каждым нуклоном; $K_{пз} = 1$, если нуклоны не перекрывают друг друга. С учетом (25.2) и (25.6) формула (25.7) примет вид

$$\theta_{dv} = \frac{1}{4} \frac{\rho_{зв} dv}{1,66 \cdot 10^{-24}} \frac{(R'_1 - R'_2)_p^2}{r^2} K_{пз}. \quad (25.8)$$

Выбирая области сферических координат как

$$\begin{aligned} 0 \leq \varphi \leq \pi/2; \\ 0 \leq \vartheta \leq \pi/2; \\ 0 \leq r \leq R_{зв}, \end{aligned} \quad (25.9)$$

можно вычислить суммарную величину экрана звезды (планеты) в целом.

$$\theta_{\Sigma} = \frac{2\rho_{зв} (R'_1 - R'_2)_p^2}{1,66 \cdot 10^{-24}} K_{пз} \int_0^{\pi/2} \int_0^{\pi/2} \int_0^{R_{зв}} \sin \vartheta dr d\vartheta d\varphi. \quad (25.10)$$

Учитывая (25.9) и решая (25.10), получим

$$\frac{2\rho_{зв} (R'_1 - R'_2)_p^2}{1,66 \cdot 10^{-24}} \frac{\pi R_{зв}}{2} K_{пз}, \quad (25.11)$$

но, с другой стороны, θ_{Σ} , при условии полного экранирования центра звезды ее массой, должно быть равно полному телесному углу, т.е.

$$\theta_{\Sigma} = 4\pi. \quad (25.12)$$

Приравнявая (25.11) и (25.12), получим выражение для определения радиуса полного экранирования

$$R_{пз} = \frac{4 \cdot 1,66 \cdot 10^{-24}}{\rho_{зв} (R'_1 - R'_2)_p^2 K_{пз}}, \quad (25.13)$$

но так как всегда $(R'_1 - R'_2)_p^2 = 2,0 \cdot 10^{-36}$, то (25.13) можно записать в виде

$$R_{пз} = \frac{3,30 \cdot 10^{11}}{\rho_{зв} K_{пз}}. \quad (25.14)$$

Результаты расчета радиуса для различных звезд при $\rho_{зв} = \text{const}$ приведены в табл. 25.1.

Так как $\lg \left(\frac{M_{зв}}{M_{с}} \right) = 1,0$ и $\lg \left(\frac{R_{зв}}{R_{с}} \right) = 2,7$, где $M_{с}$ и $R_{с}$ — масса и радиус Солнца, то $M_{зв} = 10M_{с}$ и $R_{зв} = 100R_{с}$.

Отсюда

Если $\rho_{с} = 1,4 \text{ г/см}^3$ и $K_{пз} = 1$, из (25.14) имеем

$$R_{пз}^{GO} = \frac{3,30 \cdot 10^{11}}{1,4 \cdot 10^{-5}} = 2,4 \cdot 10^{16} \text{ см.}$$

Таблица 25.1

Название звезды (планеты)	$R_{зв}$, см	$R_{пз}$, см	$R_{зв}/R_{пз}$
Солнце	$0,7 \cdot 10^{11}$	$2,4 \cdot 10^{11}$	0,29
Сверхгигант GO	$100R_c =$ $= 0,7 \cdot 10^{13}$	$10R_{пз}^c =$ $= 2,4 \cdot 10^{16}$	$0,29 \cdot 10^{-3}$
Цефеиды	$100R_c =$ $= 0,7 \cdot 10^{13}$	$0,5 \cdot 10^5 R_{пз}^c =$ $= 1,2 \cdot 10^{16}$	$0,58 \cdot 10^{-3}$
Белые карлики	$10^{-2} R_c =$ $= 0,7 \cdot 10^9$	$0,2 \cdot 10^{-6} R_{пз}^c =$ $= 0,5 \cdot 10^5$	$1,4 \cdot 10^4$

Если же при решении данной задачи плотность вещества звезды изменяется по закону

$$\rho = \rho_0 e^{-A \frac{r}{R}}, \quad (23.15)$$

где r — радиус текущий; R — радиус звезды, то (25.10) примет вид

$$\theta_{\Sigma} = \frac{2\rho_0 (R_1' - R_2')^2}{1,66 \cdot 10^{-24}} K_{\Pi} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \int_0^R e^{-A \frac{r}{R}} \sin \vartheta dr d\vartheta d\varphi. \quad (25.16)$$

Решив (25.16), получим

$$\theta_{\Sigma} = \frac{\rho_0 (R_1' - R_2')^2}{1,66 \cdot 10^{-24}} K_{\Pi} \pi \frac{R}{4} (1 - e^{-4}), \quad (25.17)$$

а при $R = R_{пз}$, т. е. $\theta_{\Sigma} = 4\pi$, будем иметь

$$R_{пз} = \frac{16 \cdot 1,66 \cdot 10^{-24}}{\rho_0 (R_1' - R_2')^2 K_{\Pi} (1 - e^{-4})}, \quad (25.18)$$

и вообще, если

$$\rho = \rho_0 e^{-A \frac{r}{R}}, \quad (25.19)$$

где A — любое x^1 число, можно показать, что

$$R_{пз} = \frac{A \cdot 3,30 \cdot 10^{11}}{\rho_0 K_{\Pi} (1 - e^{-A})}, \quad (25.20)$$

$$R_{пз}^c = \frac{7,24 \cdot 3,30 \cdot 10^{11}}{90(1 - e^{-7,24})} = 2,65 \cdot 10^{10} \text{ см.}$$

^{x1} Для Солнца $A = 7,24$ при $\rho_0 = 90 \text{ г/см}^3$ и $\bar{\rho} = 1,4 \text{ г/см}^3$.

25.2. Радиус области полного экранирования

Решение данной задачи сводится к нахождению радиуса области полного экранирования, при котором вся эта область окажется заэкранированной

массой звезды (планеты), расположенной в объеме $V_{зв} = \frac{4}{3}\pi R_{зв}^3$ (рис. 25.1).

Начальные условия (см. подразд. 25.1) остаются в силе, рассматриваются два случая:

$$\rho_{зв} = \text{const} \text{ и } \rho_{зв} = \rho_0 e^{-A \frac{r}{R}}$$

$$\rho_{зв} = \text{const}.$$

В соответствии с (25.10) величину суммарного экрана, который образует область $R_{зв} - R_{опз}$ (см. рис. 25.1), можно получить, выбрав область изменения параметра r как $r_{опз} \leq r \leq R_{зв}$. При этом (25.10) примет вид

$$\frac{2\rho_{зв} (R_1' - R_2')^2}{1,66 \cdot 10^{-24}} K_{\Pi} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \int_{r_{опз}}^{R_{зв}} \sin \vartheta dr d\vartheta d\varphi. \quad (25.21)$$

Решая и приравнявая (25.21) к 4π , будем иметь

$$r_{опз} = R_{зв} = \frac{4,166 \cdot 10^{-24}}{\rho_{зв} (R_1' - R_2')^2 K_{\Pi}} \quad (25.22)$$

Учитывая (25.13), (25.22) примет вид

$$r_{опз} = R_{зв} - R_{пз} = R_{зв} - \frac{3,30 \cdot 10^{11}}{\rho_{зв} K_{\Pi}}. \quad (25.23)$$

$$\rho_{зв} = \rho_0 e^{-A \frac{r}{R}}$$

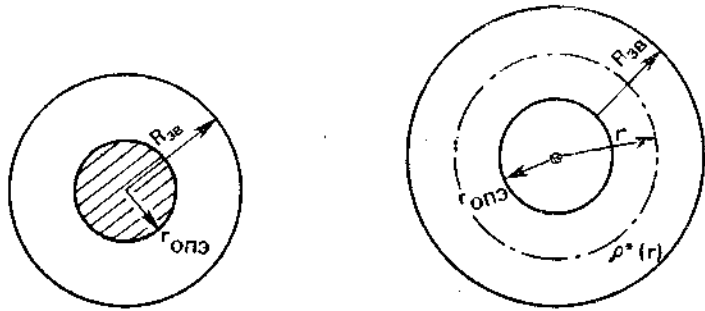


Рис. 25.1. Область полного экранирования

Рис. 25.2. Схема экранирования

Учитывая область изменения параметра $r_{\text{опз}} \leq r \leq R_{\text{зв}}$, получим

$$\frac{2\rho_0 (R_1' - R_2')^2}{1,66 \cdot 10^{-24}} K_{\text{п}} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \int_{r_{\text{опз}}}^{R_{\text{зв}}} e^{-A \frac{r}{R}} \sin \vartheta dr d\vartheta d\varphi. \quad (25.24)$$

Решив (25.24), будем иметь

$$\theta_{\Sigma} = \frac{\rho_0 (R_1' - R_2')^2}{A \cdot 1,66 \cdot 10^{-24}} K_{\text{п}} \pi R \left(e^{-A \frac{r_{\text{опз}}}{R_{\text{зв}}} - e^{-A}} \right). \quad (25.25)$$

Приравнявая (25.25) к 4π , найдем искомый радиус области полного экранирования

$$r_{\text{опз}} = -\frac{R_{\text{зв}}}{A} \ln \left[\frac{4A \cdot 1,66 \cdot 10^{-24}}{R_{\text{зв}} \rho_0 (R_1' - R_2')^2 K_{\text{п}}} + e^{-A} \right]. \quad (25.26)$$

Учитывая (25.26), окончательно будем иметь

$$r_{\text{опз}} = -\frac{R_{\text{зв}}}{A} \ln \left[\frac{R_{\text{опз}} (1 - e^{-A})}{R_{\text{зв}}} + e^{-A} \right]. \quad (25.27)$$

25.3. Условная потеря массы при рассмотрении звезды (планеты) как экрана для своей области в центре

Решение данной задачи выполняется при принятых ранее допущениях. Схема для расчета приведена на рис. 25.2. Схема экранирования:

$R_{\text{зв}}$ — радиус звезды; $r_{\text{опз}}$ — радиус области полного экранирования; r — текущее значение радиуса; $\rho^*(r)$ — условная плотность, учитывающая эффект экранирования.

Из рис. 25.2 следует, что при $r = R_{\text{зв}}$ $\rho^*(r) \equiv \rho_{\text{зв}}$, так как для поверхности звезды нет экрана; при $0 \leq r \leq r_{\text{опз}}$ $\rho^*(r) \equiv 0$, так как указанная область заэкранирована полностью.

Рассмотрим шаровой слой радиуса r , где $r_{\text{опз}} < r \leq R_{\text{зв}}$. Очевидно, он будет заэкранирован объемом звезды, находящимся в области $[r, R_{\text{зв}}]$. Угловой размер этого экрана по аналогии с (25.21) определится так:

$$\theta_r = \frac{2\rho_{\text{зв}} (R_1' - R_2')^2}{1,66 \cdot 10^{-24}} K_{\text{п}} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \int_r^{R_{\text{зв}}} \sin \vartheta dr d\vartheta d\varphi, \quad (25.28)$$

$\theta_r = 4\pi$, когда искомый шаровой слой заэкранирован полностью; $\theta_r = 0$ при $r = R_{\text{зв}}$.

Полагаем, что эффект экранирования вносит поправку в величину плотности звезды $\rho_{\text{зв}}$, а именно, уменьшает ее пропорционально угловому размеру экрана. Пусть эта поправка имеет вид

$$\Delta = \frac{\theta_r}{4\pi} \rho_{\text{зв}}, \quad (25.29)$$

тогда:

$$\rho^*(r) = \rho_{\text{зв}} - \Delta = \rho_{\text{зв}} \left(1 - \frac{\theta_r}{4\pi} \right) \quad (25.30)$$

или

$$\rho^*(r) = \begin{cases} = 0 & \text{при } r \leq r_{\text{опз}}, \\ = \rho_{\text{зв}} & \text{при } r = R_{\text{зв}}. \end{cases} \quad (25.31)$$

При $\rho_{\text{зв}} = \text{const}$ (25.28) примет вид

$$\theta_r = \frac{2\rho_{\text{зв}} (R_1' - R_2')^2}{1,66 \cdot 10^{-24}} K_{\text{п}} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \int_r^{R_{\text{зв}}} \sin \vartheta dr d\vartheta d\varphi. \quad (25.32)$$

По аналогии с (25.11) будем иметь

$$\theta_r = \frac{\rho_{\text{зв}} (R_1' - R_2')^2 K_{\text{п}}}{1,66 \cdot 10^{-24}} \pi (R_{\text{зв}} - r). \quad (25.33)$$

Подставив (25.33) в (25.30) и учитывая (25.13), получим

$$\rho^*(r) = \begin{cases} \rho_{\text{зв}} \left[1 - \frac{R_{\text{зв}} - r}{R_{\text{опз}}} \right] & \text{при } r_{\text{опз}} < r \leq R_{\text{зв}}, \\ 0; & \text{при } r \leq r_{\text{опз}}. \end{cases} \quad (25.34)$$

Зависимость массы звезды с учетом эффекта экранирования будет иметь вид

$$M_{\text{зв}}^* = \int_v \rho^*(r) dv. \quad (25.35)$$

Тогда, переходя к сферическим координатам, получим

$$M_{\text{зв}}^* = \varepsilon \int_0^{\frac{\pi}{2}} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \int_r^{R_{\text{зв}}} \rho^*(r) r^2 \sin \vartheta dr d\vartheta d\varphi, \quad (25.36)$$

и с учетом (25.34)

$$M_{\text{зв}}^* = 8\rho_{\text{зв}} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \int_{r_{\text{опз}}}^{R_{\text{зв}}} \left[1 - \frac{R_{\text{зв}}}{R_{\text{опз}}} + \frac{r}{R_{\text{опз}}} \right] r^2 \sin \vartheta dr d\vartheta d\varphi. \quad (25.37)$$

Представляя (25.37) как сумму интегралов и решая каждый из них, получим

$$M_{зв}^* = \pi \rho_{зв} R_{зв}^3 \frac{4}{3} \left[\left(1 - \frac{R_{зв}}{R_{пз}}\right) \left(1 - \frac{r_{опз}^3}{R_{зв}^3}\right) + \frac{R_{зв}}{R_{пз}} \left(1 - \frac{r_{опз}^4}{R_{зв}^4}\right) \right]. \quad (25.38)$$

При $\rho_{зв} = \rho_0 e^{-A \frac{r}{R}}$, учитывая (25.24), будем иметь

$$\theta_r = \frac{2\rho_0 (R_1' - R_2')^2 K_{п}}{1,66 \cdot 10^{-24}} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \int_r^{R_{зв}} e^{-A \frac{r}{R}} \sin \vartheta dr d\vartheta d\varphi \quad (25.39)$$

или

$$\theta_r = \frac{\rho_0 (R_1' - R_2')^2 K_{п}}{4,166 \cdot 10^{-24}} \pi R_{зв} (e^{-A \frac{r}{R_{зв}}} - e^{-A}). \quad (25.40)$$

Подставив (25.40) в (25.30), найдем

$$\rho^*(r) = \rho_{зв} \left[1 - \frac{\rho_0 (R_1' - R_2')^2 K_{п}}{4A \cdot 1,66 \cdot 10^{-24}} R_{зв} (e^{-A \frac{r}{R_{зв}}} - e^{-A}) \right]. \quad (25.41)$$

С учетом (25.13) и (25.34) получим

$$\rho^*(r) = \begin{cases} \rho_0 e^{-A \frac{r}{R_{зв}}} \left[1 - \frac{R_{зв}}{R_{пз} (1 - e^{-A})} (e^{-A \frac{r}{R_{зв}}} - e^{-A}) \right] & \text{при } r_{опз} < r \leq R_{зв}, \\ 0; & \text{при } 0 < r \leq r_{опз} \end{cases} \quad (25.42)$$

Условная масса звезды с учетом коэффициента экранирования определится зависимостью

$$M_{зв}^* = 8 \int_0^{\frac{\pi}{2}} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \int_{r_{опз}}^{R_{зв}} \rho_0 e^{-A \frac{r}{R}} \left[1 - \frac{R_{зв}}{R_{пз} (1 - e^{-A})} (e^{-A \frac{r}{R_{зв}}} - e^{-A}) + \frac{R_{зв} e^{-A}}{R_{пз} (1 - e^{-A})} \right] r^2 \sin \vartheta dr d\vartheta d\varphi \quad (25.43)$$

или

$$M_{зв}^* = 4\pi \rho_0 \int_{r_{опз}}^{R_{зв}} e^{-A \frac{r}{R}} \left[1 - \frac{R_{зв}}{R_{пз} (1 - e^{-A})} (e^{-A \frac{r}{R_{зв}}} - e^{-A}) + \frac{R_{зв} e^{-A}}{R_{пз} (1 - e^{-A})} \right] r^2 dr. \quad (25.44)$$

Определяемый параметр	Результаты расчетов параметров звезд (планет) и Солнца при $\rho_{зв} = \text{const}$	
	Звезды (планеты)	Солнце
$R_{пз}$	$\frac{4 \cdot 1,66 \cdot 10^{-24}}{\rho_{зв} (R_1' - R_2')^2 K_{п}} = \frac{3,30 \cdot 10^{11}}{\rho_{зв} K_{п}}$	$2,4 \cdot 10^{11}$ см
$r_{опз}$	$\begin{cases} R_{зв} - R_{пз} & \text{при } R_{зв} \leq R_{пз}, \\ 0 & \text{при } R_{пз} > R_{зв} \end{cases}$	0
$\rho_{зв}^*$	$\begin{cases} \rho_{зв} \left[1 - \frac{R_{зв} - r}{R_{пз}} \right] & \text{при } r_{опз} < r \leq R_{зв}, \\ 0 & \text{при } 0 < r \leq r_{опз} \end{cases}$	$\bar{\rho}_c \left(1 - \frac{R_c - r}{R_{пз}^c} \right)$
$M_{зв}^*$	$\pi \rho_{зв} R_{зв}^3 \left[\frac{4}{3} \left(1 - \frac{R_{зв}}{R_{пз}} \right) \left(1 - \frac{r_{опз}^3}{R_{зв}^3} \right) + \frac{R_{зв}}{R_{пз}} \left(1 - \frac{r_{опз}^4}{R_{зв}^4} \right) \right]$	$1,84 \cdot 10^{33}$ г

*) Плотность и масса условные.

Решая (25.44), получим выражение для определения условной массы звезды

$$M_{зв}^* = 4\pi \rho_0 R_{зв}^3 \left\{ \left[1 + \frac{R_{зв} e^{-A}}{R_{пз} (1 - e^{-A})} \right] \left[-e^{-A} \left(\frac{1}{A} + \frac{2}{A^2} + \frac{2}{A^3} \right) + e^{-A \frac{r_{опз}}{R_{зв}}} \left(\frac{1}{A} \frac{r_{опз}^2}{R_{зв}^2} + \frac{2}{A^2} \frac{r_{опз}}{R_{зв}} + \frac{2}{A^3} \right) \right] - \frac{R_{зв}}{R_{пз} (1 - e^{-A})} \times \right. \\ \left. \times \left[-e^{-2A} \left(\frac{1}{2A} + \frac{1}{2A^2} + \frac{1}{4A^3} \right) + e^{-2A \frac{r_{опз}}{R_{зв}}} \left(\frac{1}{2A} \frac{r_{опз}^2}{R_{зв}^2} + \frac{1}{2A^2} \frac{r_{опз}}{R_{зв}} + \frac{1}{4A^3} \right) \right] \right\}. \quad (25.45)$$

Таблица 25.3

Определяемый параметр	Результаты расчетов параметров звезд (планет) и Солнца при $\rho_{зв} = \rho_0 e^{-A \frac{r}{R}}$	
	Звезды (планеты)	Солнце
$R_{пз}$	$\frac{4A \cdot 1,66 \cdot 10^{-24}}{\rho_0 (R_1' - R_2')^2 K_{п} (1 - e^{-A})} = \frac{A \cdot 3,30 \cdot 10^{11}}{\rho_0 K_{п} (1 - e^{-A})}$	$2,65 \cdot 10^{10}$ см
$r_{опз}$	$\frac{R_{зв}}{A} \ln \left[\frac{R_{пз} (1 - e^{-A})}{R_{зв}} + e^{-A} \right]$ при $R_{пз} \leq R_{зв}$ 0 при $R_{зв} < R_{пз}$	$0,93 \cdot 10^{10}$ см
$\rho_{зв}^*$	$\rho_0 e^{-A \frac{r}{R_{зв}}} \left[1 - \frac{R_{зв}}{R_{пз} (1 - e^{-A})} \right] \times$ $\times \left(e^{-A \frac{r}{R_{зв}}} - e^{-A} \right)$ при $r_{опз} < r \leq R_{зв}$ 0 при $0 \leq r \leq r_{опз}$	-
$M_{зв}^*$	$4\pi \rho_0 R_{зв}^3 \left\{ \left[1 + \frac{R_{зв} e^{-A}}{R_{пз} (1 - e^{-A})} \right] \left[-e^{-A} \left(\frac{1}{A} + \frac{2}{A^2} + \frac{2}{A^3} \right) + e^{-A \frac{r}{R_{зв}}} \left(\frac{1}{A} \frac{r_{опз}^2}{R_{зв}^2} + \frac{2}{A^2} \frac{r_{опз}}{R_{зв}} + \frac{8}{4A^3} \right) \right] - \frac{R_{зв}}{R_{пз} (1 - e^{-A})} \left[-e^{-2A} \left(\frac{1}{2A} + \frac{1}{2A^2} + \frac{1}{4A^3} \right) + e^{-2A \frac{r_{опз}}{R_{зв}}} \times \left(\frac{1}{2A} \frac{r_{опз}^2}{R_{зв}^2} + \frac{1}{2A^2} \frac{r_{опз}}{R_{зв}} + \frac{1}{4A^3} \right) \right] \right\}$	$1,43 \cdot 10^{33}$ г

*) Плотность и масса условные.

Окончательно получим

$$M_{зв}^* = 4\pi \rho_0 \frac{R_{зв}^3}{A^3} \left\{ \left[1 + \frac{R_{зв} e^{-A}}{R_{пз} (1 - e^{-A})} \right] \times \right. \\ \times \left[e^{-A \frac{r_{опз}}{R_{зв}}} \left(A^2 \frac{r_{опз}^2}{R_{зв}^2} + 2A \frac{r_{опз}}{R_{зв}} + 2 \right) - e^{-A} (A^2 + 2A + 2) \right] - \\ - \frac{R_{зв}}{4R_{пз} (1 - e^{-A})} \left[e^{-2A \frac{r_{опз}}{R_{зв}}} \left(2A^2 \frac{r_{опз}^2}{R_{зв}^2} + 2A \frac{r_{опз}}{R_{зв}} + 1 \right) - \right. \\ \left. \left. - e^{-2A} (2A^2 + 2A + 1) \right] \right\}. \quad (25.46)$$

Результаты расчетов для $R_{пз}$, $r_{опз}$, $\rho_{зв}^*$, $M_{зв}^*$ при условии $\rho_{зв} = \text{const}$ и при изменении плотности звезды по закону $\rho_{зв} = \rho_0 e^{-A \frac{r}{R}}$ сведены в табл. 25.2 и 25.3.

ВЫВОДЫ

Гравитационно-вакуумная энергия должна вносить существенный вклад в энергетику звезд и явно определяет вклад в энергетику планет.

Во внутренних слоях всех планет, в том числе и Земли, непрерывно выделяется ГВЭ, причем энергия эта выделяется не только в центре планет.

Процесс выделения ГВЭ начинается на сравнительно небольших глубинах. На Земле уже на глубинах порядка 8–12 км следует ожидать заметное выделение энергии.

Речь идет, конечно, не только об энергии, которая приходит из центральных участков Земли, где она, конечно, выделяется интенсивнее, а об энергии, которая выделяется непосредственно в данном месте. Эту энергию, непосредственно выделяющуюся в Земле, можно и должно использовать.

Большое количество землетрясений свидетельствует о том, что если и в дальнейшем человечество не будет пользоваться этой энергией, то вместо пользы она будет продолжать наносить вред.

26 ЯВЛЕНИЕ АНИЗОТРОПИИ ГРАВИТАЦИИ, ПРЕДСКАЗАННОЕ НА ОСНОВЕ ТФП. ВОЗМОЖНОСТИ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ (КРАТКАЯ ИНФОРМАЦИЯ)

Из вакуумной теории гравитации, созданной на основе ТФП, следует такая особенность механизма гравитационного взаимодействия тел. Гравитационный экран, имеющийся у каждой элементарной частицы, имеет не сферическую, а осевую симметрию. В результате эффективная величина этого экрана зависит от ориентации ЭЧ. Эта ориентация связана с направлением спина частицы. В направлении вектора спина эффективный размер экрана больше, чем в ортогональной к нему плоскости. (Экран максимален вдоль оси вращения субструктуры у ЭЧ).

Следовательно, если спины у ЭЧ, входящих в состав атома (в основном ядер, ибо они определяют основную массу), ориентированы в одну сторону, то в направлении ориентации спина ЭЧ гравитационная сила будет максимальной, а в перпендикулярной плоскости — минимальной. Принципиально такой эффект легко наблюдать в ускорителях ЭЧ, однако его экспериментальная проверка представляет большие технические трудности.

Анизотропией гравитационных свойств обладают и намагниченные тела, однако опытная проверка этой анизотропии находится за пределами возможностей точности современного эксперимента. Действительно, у намагниченного тела сориентирована только часть электронов атомной оболочки. *Масса* этих частиц с ориентированными спинами составляет не более нескольких единиц стотысячной части общей массы магнитного материала. *Потеря массы* этими частицами в плоскости, перпендикулярной спину, будет порядка 20–50%. Таким образом, при современном уровне даже прецизионных методов измерений гравитации этот эффект зафиксировать нельзя.

Можно вызвать ориентацию атомов в газовой плазме или в лазере и измерять гравитационный эффект между газом и каким-либо другим телом. Такой эксперимент мыслим технически, но нуждается в очень тонкой проработке и, по-видимому, встретит в своей реализации большие трудности, связанные с тем, что на фоне других взаимодействий (давление световых и стоячих электромагнитных волн и особенно давление струны фундаментального поля у ЭЧ) зафиксировать изменение гравитационных сил, видимо, будет трудно. Это особенно существенно в связи с тем, что давление, сконцентрированное в струну ФП, нельзя компенсировать и легко спутать с гравитационным взаимодействием, хотя последнее должно быть во много раз меньше. Правда, возможно воздействие перечисленных полевых эффектов на ориентацию ядер, но это надо проверить экспериментально.

Наиболее перспективным, с нашей точки зрения, является такой эксперимент: сориентировать в процессе сильного ядерного магнитного резонанса (ЯМР) ядра атомов в расплаве, а затем вызвать его быстрое затвердевание, с тем чтобы сохранить часть этой ориентации. Особенно сильным может быть этот эффект, если подействовать полями, вызывающими ЯМР, на процесс выращивания монокристалла и получить монокристалл с ориентированными ядрами атомов.

Считаем необходимым обратить внимание на то, что при изготовлении материалов с ориентированными ядрами можно получить материалы с уникальными свойствами, что само по себе представляет большой научный и практический интерес.

27 КРАТКИЙ АНАЛИЗ ОБЛАСТЕЙ ВОЗМОЖНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕОРИИ В БИОФИЗИКЕ

Единая теория поля (ТФП) является замкнутой законченной теорией вещества, т. е., как мы уже говорили, материальной субстанцией, обладающей массой как мерой инерции. Есть все основания считать, что полное описание биологических объектов только с использованием вещества не будет полным, наверняка, при формировании таких сложнейших и важнейших для природы структур, как живая природа и ее элементы, используются и другие формы материи, которые нами еще не изучены, поэтому рассчитывать на завершенные результаты в биологии, биофизике на основе теорий, которые опираются только на вещество, нельзя.

ТФП является завершенной теорией вещества и содержит много нового: это полное понимание того, что такое физический вакуум, структура элементарных частиц вакуума, взаимодействие макротел с физическим вакуумом, особенности структуры элементарных частиц. Все это новое в теории вещества практически еще не использовано в современной биофизике и очень перспективно для использования. В этом разделе излагаются предварительные соображения автора о том, в каких областях и для решения каких задач новая информация может быть в ближайшее время использована. Первое, на что хотелось бы обратить внимание, это поддержать идею, которую еще в 1965 г. сформулировал один из виднейших наших генетиков И. А. Раппопорт [166]. Основная мысль в монографии Раппопорта "Микрогенетика" сформулирована им так: "Более последовательно было бы искать под эндогенным сгустком, производящим впечатление нераскрываемого, вечно внутреннего в предмете, контрматерии, которая сейчас не укладывается в известные науке рамки, но является тем более ценным для познания, ибо именно отсюда следует ожидать открытия фундаментальных новых

закономерностей". Это высказывание Раппопорта можно рассматривать как предсказание тех результатов, которые к настоящему времени получены в ТФП, и даже более того, тех результатов, которые еще не получены в ней и нуждаются в дальнейшем развитии.

Один из важнейших вопросов, который надлежит решить современной биологической науке, это вопрос о том, где природа хранит информацию. Есть все основания полагать, что природа хранит информацию на структуре физического вакуума и в формировании этой сложнейшей и важнейшей в природе информационной системы участвует не только вещество, однако, анализируя вещество, мы можем многое понять из того, что делает эта основная система информации в природе. Таким образом, последние результаты в области теории вещества, изложенные в этой монографии, следует использовать для дальнейшего продвижения в нашем понимании природы генетической памяти, природы памяти живых существ, и в частности человека.

В этой части хотелось бы напомнить читателю, что проблема памяти и мышления человека далеко не решена и те вопросы, которые еще в 1971 г. поставил в своей монографии Н. И. Кобозев [145], далеко еще не решены до сих пор. Действительно, если полагать, что память как генетическая, так и оперативная у живых существ записывается и хранится на атомной структурной материи, то факт этого хранения в течение многих лет просто прямо противоречит второму началу термодинамики, т. е. на атомных молекулярных структурах память храниться долго не может, она будет стираться температурными колебаниями и другими флуктуациями. Но она на самом-то деле хранится, хранится долго, значит, должны быть материальные объекты, на которых эта память хранится. Кобозев показал, что эти объекты, если мы хотим сохранить наше современное представление о термодинамике (а оснований их не сохранять у нас сегодня нет), должны находиться при абсолютном нуле. Но что это за объекты, Кобозев Н. И. указать не мог. В ТФП показывается, что такой объект есть. Этим объектом является физический вакуум, который пронизывает всю окружающую нас материю или, точнее, все окружающее нас вещество и в то же время не вступает с ним в тривиальный тепловой обмен, иначе — не нагревается в обычном термодинамическом понимании тепла и находится, с точки зрения понятия термодинамики, в состоянии абсолютного нуля. Между элементами самого физического вакуума, его структурными элементами и окружающей атомной материей существует информационный, а не энергетический обмен, который позволяет структурам атомной материи записывать информацию на структурах физического вакуума и хранить там неопределенно долгое время. Запись эта может воспроизводиться, использоваться. Механизм этих процедур, записи, хранения, воспроизведения, использования должен быть обстоятельно исследован, и первые шаги в этом направлении можно сделать на основе ТФП, но только первые шаги. Полностью всю проблему науке удастся решить,

когда будут найдены и изучены другие материальные формы, однако продвижение в этом направлении на основе ТФП должно подвести нас к тому, что мы сумеем найти такие формы и изучить их.

Вторая проблема, для решения которой можно использовать результаты, полученные в ТФП, — это проблема существования живых существ, не состоящих из клеток. Долгое время биологи считали, а некоторые считают до сих пор, что атомом живого существа (мельчайшей частицей живого существа) является клетка, а бесклеточные образования существовать не могут. Впервые такая точка зрения была поставлена под сомнение в работах О. П. Лепецинской и ее коллег. Эти работы большинством ученых сейчас не признаются, однако начиная с 70-х гг. все больше и больше появляется экспериментальных данных, свидетельствующих о том, что такие объекты есть. К этим экспериментальным данным в первую очередь надо отнести сведения об открытии в 70-х гг. учеными Калифорнийского университета неких объектов, которые не содержат ДНК и РНК [167]. Эти микроорганизмы были названы прионами.

Есть очень интересные экспериментальные исследования, выполненные Л. А. Сысоевой [168]. Л. А. Сысоева показала, что существуют некие живые существа, которые ведут себя совершенно нестандартным образом, они, например, активно размножаются в условиях, в которых микроорганизмы не должны размножаться вообще, причем делают это при отсутствии выявленного притока извне энергии, которая необходима на все эти процессы. Исследования Л. А. Сысоевой трудно публикуются и тоже пока что большинством ученых не признаются, но долгое время не признавать факты, как показывает история науки, трудно, поэтому автор выражает надежду, что они получат не только признание, но развитие и использование. Во всяком случае, есть основания полагать, что эти исследования подтверждают гипотезу, которая достаточно непосредственно следует из теории фундаментального поля о том, что природа хранит информацию не только на живых существах. Ведь не будем же мы называть живыми существами внутреннюю структуру элементарных частиц, а там явно есть информация, поэтому вопрос, является ли обмен информацией прерогативой только существ, которых мы называем живыми, требует серьезного рассмотрения. Есть достаточно оснований полагать, что природа имеет общие законы для так называемой живой и неживой природы и что граница между живой и неживой природой не такая уж резкая, как мы это сейчас понимаем. Нельзя не согласиться с Л. А. Сысоевой, что раскрытие этих вопросов, полное понимание их существа будет играть очень большую роль в понимании природы рака. Для человечества это крайне важный вопрос.

Нам представляется, что и в этом направлении, в направлении обоснования и истолкования экспериментов, связанных с открытием бесклеточных живых существ, с экспериментальными исследованиями, связанными с особым развитием объектов, порождающих рак, опреде-

ленный вклад должны внести и внесут работы по ТФП. Конечно, как здесь уже не раз упоминалось, — только на первых порах, так как и для этой проблемы, наверное, законов вещества окажется недостаточно, нужно будет усилить поиски других материальных форм и открыть законы, которые этими формами управляют.

Третья проблема, которая стоит перед современной биологией и в решение которой может определенный вклад внести ТФП, — это проблема об источнике энергии, потребляемой живыми организмами. Сейчас общепринято считать, что живые организмы извлекают энергию из того, что называется пищей, однако есть основания полагать, что пища — не основной источник энергии, а резервный, а основным источником энергии живого является физический вакуум (см. подробнее С. 306 монографии). Эта гипотеза требует обстоятельного исследования, и если удастся ее доказать или даже опровергнуть, и то и другое будет очень важно для нашей цивилизации. Вопрос, является ли пища источником энергии, имеем ли мы моральное право оценивать ее по калорийности, является одним из важнейших для существования человеческой цивилизации и игнорирование его может дорого обойтись человечеству. Вопросы эти требуют очень серьезного исследования, и здесь, опять-таки в начальный период, существенный вклад должна внести единая теория фундаментального поля — ТФП.

Мы здесь перечислили далеко не все области применения ТФП в биологии и биофизике, но приведенные в этом небольшом разделе примеры, как нам представляется, достаточно убедительно показывают, что есть много важнейших проблем, при решении которых использование ТФП представляется не только уместным, но и необходимым. В этом разделе мы преследовали цель — только показать перспективы использования ТФП для указанных проблем, естественно, не затрагивая существа исследования, так как это выходит далеко за рамки книги.

28 БАЗОВЫЕ ПРОГРАММЫ НА ЭВМ ДЛЯ КОРРЕКТИРОВКИ СОВРЕМЕННЫХ ФЕНОМЕНОЛОГИЧЕСКИХ ТЕОРИЙ

В монографии уже упоминалось, что все существующие ныне физические, химические, биологические и другие естественнонаучные теории, без исключения, строятся в настоящее время по феноменологическому принципу: выбирается часто произвольный феномен, он кладется в основу, ему приписываются свойства, большей частью придуманные, и на этих феноменах строятся теории, которые не могут решить всех вопросов. Во многих случаях это приводит к положительным результатам, но очень часто результат получается или ошибочный, или неточный. Пожалуй, самое главное, что подчеркивается в настоящей монографии, состоит в том, что мы недооценивали влияния самого микромира,

непосредственно, а не опосредованно, на макроскопические процессы, не учли того, что струны фундаментального поля — это физические объекты и микро- и макромира одновременно, а без учета этих фундаментальных объектов природы практически все теории, которыми мы руководствуемся, оказываются неполными, или, как говорят математики, они большей частью состоят из необходимых, но недостаточных условий. Для достаточности большинства этих теорий необходимо учесть непосредственное участие в изучаемых процессах объектов микро- и макромира, дополнить этим соответствующие теории и сделать их существенно более результативными. Работа эта колоссальная, и если вести ее по обычной схеме (несколько лет пропаганды необходимости, потом формирование соответствующих коллективов каждой специальности, разработка гипотезы, теории и пр.), то пройдут десятки лет, а их у человечества уже нет — цивилизация на Земле гибнет, и только титанические усилия всех творчески мыслящих людей на Земле могут предотвратить эту катастрофу.

Нам представляется, что серьезным практическим шагом в решении этой, с нашей точки зрения, важнейшей проблемы могло бы быть создание базовых программ для ЭВМ.

В настоящее время существуют разработки, которые именуются базой данных, они широко используются в кибернетических расчетах. В последнее время делаются попытки сделать следующий качественный шаг и создать базы знаний, т. е. предполагается, что в память ЭВМ закладывается такое количество сведений и дается такой метод отбора этих сведений, которые позволяют быстрее выбрать нужное из огромного изобилия накопленных в науке знаний, чтобы практически их применять. Это направление, безусловно, перспективно и интересно, но оно не может решить ту проблему, которую мы назвали базовыми программами, кроме того, базы знаний еще не существуют. Определим, что мы понимаем под названием "базовые программы" (см. С. 363 книги). Базовые программы — это исчерпывающие сведения о микромире, об объектах, которые являются объектами одновременно микро- и макромира (т. е. струнами фундаментального поля). Кроме этого, что особенно важно, базовая программа содержит информацию, где и в каком виде объекты, о которых мы говорим, могут проявиться. Таким образом, речь идет об учете во всех существующих теориях новых объектов ТФП: фундаментона, струн фундаментального поля, структурированного физического вакуума, анизотропии поля у элементарных частиц. Способ учета влияния этих новых объектов в тех или иных процессах, которые изучает данная теория, и есть базовая программа.

Таким образом, если в распоряжении ученого имеется базовая программа, то он может, соответствующим образом формализовав задачи, которые не удастся решить с помощью существующей теории (скажем, проблема, как познать кавитацию, над которой бьются специалисты уже многие десятки лет), существенно продвинуться вперед.

Решение задачи с помощью базовой программы (БП) производится так. ЭВМ анализирует формализованную сущность задачи и задает БП вопрос, в чем и как надо бы учесть не учтенный ранее микрообъект? Машина или укажет, что надо учесть (влияние ФП, или его анизотропию, или что-то другое из перечисленных новых особенностей взаимодействия микро- и макромира) и даст конкретный ответ или ответит, что его нет. И даже если ЭВМ не может помочь исследователю конкретными рекомендациями, то это уже большая положительная информация, потому что это будет означать — сейчас не видно, как можно использовать все известные свойства новых объектов для решения данной проблемы. И это ставит перед исследователем задачу поиска иных путей, потому что, естественно, нельзя считать, что все трудности, все проблемы, которые существуют в естественных и технических науках, будут решены, если мы учтем новые физические объекты. Многие проблемы будут решены, но, конечно, не все, а знания о том, что есть проблемы и трудности, в решении которых не может помочь представление о новых свойствах микромира и общих свойствах микро- и макромира, — тоже важная информация.

Мы сформулировали в общем виде постановку задачи о БП, но в настоящее время конкретизация этой постановки затруднительна, поскольку данное направление исследований еще не развито. В связи с этим автору представляется, что некоторые предварительные соображения о детализовке задачи по формированию базовых программ, которые в настоящее время уже известны, еще не созрели для публикации.

Нам представляется, что этот важный раздел можно закончить на сформулировании в нем общей постановки задачи и еще раз подчеркнуть, что постановка задачи о базовых программах — есть одно из важнейших, если не важнейшее направление практического использования Парадигмы для жизнеспособных и развивающихся систем и ТФП, потому что ПЖиРС сама по себе содержит немало дополнительной информации, использование которой при формировании тех или иных теорий, при корректировке уже существующих теорий может сыграть очень большую, а подчас и определяющую роль, но это вопрос самостоятельный, потому мы о нем и говорим отдельно.

Контуры теории практического использования ПЖиРС сейчас определились. В монографии изложено содержание парадигмы, даны некоторые предварительные примеры ее использования вне ТФП. Все содержание монографии очень ярко, как нам думается, показывает, как используется парадигма при формировании теории. Вся теория ТФП пронизана существом парадигмы ПЖиРС. Как правило, в тексте монографии это не указывалось и не комментировалось, предполагалось, что это должно быть понятно читателю и без комментариев. Теории практического использования парадигмы должна быть посвящена отдельная обстоятельная работа, которую автор хотел бы надеяться с помощью своих коллег подготовить в скором будущем к опубликованию.

1. Кратко изложено несколько направлений практического использования ПЖиРС и ТФП.

2. Приведенные примеры, по-видимому, не нуждаются в подробных комментариях, однако некоторые общего характера замечания следует сделать:

ПЖиРС и ТФП могут послужить основой создания новых летательных аппаратов в воздухе и космосе, новых источников энергии, новых материалов, новых технологий. Это позволит решить большую часть возникающих на нашей Земле экологических проблем и решить, в отличие от существующих ныне направлений их решения, без непроизводительных затрат материальных ресурсов. Так, например, новые технологии, о которых здесь идет речь, направлены на создание таких способов производства, при которых удовлетворяется требование экологической чистоты и тем самым отпадает необходимость затрат огромных ресурсов на ликвидацию последствий экологически грязных технологий.

3. Изложенные в этой части книги примеры практического использования ПЖиРС и ТФП, конечно, далеко не исчерпывают всех возможностей, которые содержат в себе эти новые научные подходы, но изложение этих направлений должно быть предметом отдельных работ, которые бы специально посвящались этим важнейшим вопросам.

Автор надеется, что в ближайшее время ему и его коллегам и последователям удастся подготовить и опубликовать такие работы, которые должны сыграть, по мнению автора, важную, если не определяющую роль в тех неотложных мероприятиях, которые должны выполнить сообщество, населяющее Землю, для того, чтобы спасти цивилизацию от неминуемой гибели при сохранении существующей направленности развития того, что мы называем научно-технической революцией. Иначе говоря, речь идет не только о новом скачке в ЦТР, но о таком повороте развития научно-технической революции, при котором будет обеспечено развитие науки и техники, следствием чего будет польза для Природы и Человека. И только польза.

VI ЧАСТЬ

ОБЛАСТИ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПАРАДИГМЫ

29 МОЖНО ЛИ ПРЕДОТВРАТИТЬ ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ КАТАСТРОФУ?

Автор настоящей монографии ранее не имел возможности открыто опубликовать свои научные представления об энергии физического вакуума и поэтому изложил их еще в 1970 г. в фантастическом повествовании "Письмо землянам" [101] как бы от имени представителя иной, более совершенной цивилизации. Поскольку читателям, по всей вероятности, эта публикация неизвестна, некоторые места из нее целесообразно процитировать здесь.

Так, в "Письме землянам" указывается, что существует главная энергия, которая и должна быть основой энергетики нашей цивилизации, и далее говорится: "Термоядерная энергия — не главная энергия. Некоторые цивилизации проходят все этапы развития и ничего о ней не знают. Это не мешает им нормально развиваться, ибо они вовремя овладевают главной энергией. Использование внутриядерной энергии через цепные реакции считается аморальным. Мировой закон это запрещает. Вы нарушаете законы мировой морали. Ядерные взрывы на солнце и других звездах никому не приносят вреда, ядерные взрывы или вообще искусственное расщепление атомного ядра в тех местах, где осколки этой реакции могут войти в соприкосновение с живым организмом, ни в коем случае недопустимы."

Но материя во Вселенной имеет не только массу, как вы наивно думаете, она обладает еще информацией. Эта информация накапливается во внутриатомных областях, вами еще не познанных, накапливается многими годами эволюции в масштабе всей Вселенной. Нельзя стирать эту запись, стирать ее — значит уничтожить самое большое богатство, которым обладает материя и которое приобретено ею в процессе эволюции, за время, которое в масштабах ваших представлений о времени, — Вечность.

Главной энергией называется неизвестная еще вам, но легко доступная энергия."

Естественно, что в повествовании, которое мы цитируем, не было указано, какая энергия является "главной." В настоящей монографии

мы смело можем сказать, что главной энергией, которой в основном должно пользоваться человечество, является энергия физического вакуума — она сконцентрирована во всем окружающем нас пространстве и даже внутри атомов и молекул.

Существует несколько способов получения энергии физического вакуума. Наиболее радикальный способ — это непосредственное использование энергии, которая непрерывно выделяется или просто существует во всем пространстве физического вакуума. Этой энергией пользуется живая природа. Известно экспериментальное доказательство этой гипотезы. Эксперимент был проведен с растениями — розами. Согласно гипотезе, способность использовать энергию физического вакуума присуща всей живой природе, а следовательно и растениям, питание которых сейчас осуществляется в процессе фотосинтеза; до того как растения перешли на питание энергией излучения в процессе эволюции, они имели возможность пользоваться энергией физического вакуума, и в памяти их структур должна сохраниться эта способность.

Эксперимент начали выполнять в тот момент, когда розы образовали бутоны и нужно было время, чтобы они распустились.

Некоторое количество роз в качестве контрольных оставили на участке, а остальные использовали для второго контроля и эксперимента. Одну партию, контрольную, поместили в металлический сосуд с водой, выполненный так, чтобы исключалась возможность проникновения внутрь не только света, но и электромагнитных волн. Экспериментальную партию роз поместили во второй сосуд, точно такой же, тоже заполненный водой. На эти розы, помещенные в воду, периодически действовали импульсами, которые вызывали ядерный магнитный резонанс у ядер атомов водорода, потому что водород является одним из основных элементов в составе растительной структуры. Предполагалось, что импульсы, вызывающие ядерно-магнитный резонанс у водорода, заставят молекулы, входящие в состав молекулярной структуры розы, "вспомнить" о том, как можно использовать энергию физического вакуума, и, оказавшись в ситуации, когда внешнего доступа энергии для фотосинтеза не будет, молекулы начнут использовать эту энергию.

Эксперимент продолжался два дня; в результате произошло следующее: розы, оставшиеся на участке, так и продолжали расти, и бутоны не распустились, поскольку еще не пришло время. Розы второй контрольной партии, не подвергшиеся никаким воздействиям, начали не только вянуть, но и гнить. Экспериментальные же розы через два дня увеличили биологическую массу, бутоны распустились, т. е. они не только продолжали жить, но развивались значительно более интенсивно, нежели их аналоги, оставшиеся в естественных условиях, в земле.

Автор описанного эксперимента инженер Прибышкин, к сожалению, впечатленный полученным положительным результатом, решил, что развитие и реализация этого интересного эффекта может осуществляться методами инженерной изобретательской деятельности, и перестал

пользоваться теоретическими проработками. На основе этих проработок можно было бы развить полученный результат применительно к другим растениям, найти оптимальный метод, с помощью которого можно было бы заставить растения "вспомнить" способ получения энергии в физическом вакууме, а следовательно, интенсивнее развиваться и скорее созревать. Это очень актуально сейчас, так как в связи с изменением ситуации на Земле фотосинтез перестал быть оптимальным для многих растений, а сами растения за короткий срок (нужны тысячелетия!) не могут перейти на другой способ энергоснабжения.

Кроме непосредственного использования энергии физического вакуума, можно воспользоваться энергией, которая выделяется в процессе использования энергии физического вакуума материальными структурами. Таким процессом является, например, очень медленный во времени, но непрерывно текущий процесс взаимориентации атомов и молекул, входящих в состав земных недр, при котором уменьшается гравитационное взаимодействие между ними, вследствие чего непрерывно выделяется энергия в виде тепла. Эта энергия является основной, она и поддерживает высокие температуры в недрах планет, и в частности Земли. В работе [49] было указано, что такая энергия выделяется в недрах планет и звезд и является основной энергией, ибо энергия, которая выделяется в процессе ядерных реакций, не является определяющей в звездах и планетах. Гравитационная энергия, которая непрерывно выделяется в недрах нашей Земли, особенно интенсивно начиная с глубин 5 км и более, может быть хорошим источником энергии. Причем, когда мы говорим об энергии, непрерывно выделяющейся, то она не должна быть связана с водяными потоками, несущими тепло, она не является геотермальной энергией. Сейчас считается, что в недрах планет, в недрах Земли имеется только геотермальная энергия, которую можно использовать. В отличие от геотермальной, гравитационная энергия, которая выделяется в недрах Земли, может быть использована независимо от того, есть ли теплые водные источники, нет ли этих теплых источников. Практически в любом месте Земли (хотя и существует заметная разница в количестве энергии, выделяющейся в тех или иных местах) можно пробурить соответствующие две скважины, которые на некоей глубине между собой должны соединиться. В одну из скважин надо подавать воду, а из другой — забирать водяной пар, который образуется в результате испарения воды при высокой температуре на соответствующей глубине. Подобный способ использования энергии земных недр известен, но поскольку энергия, которая выделяется в недрах Земли, все время интерпретировалась как геотермальная, то запасы этой энергии, там где она находится, определялись неправильно, и поэтому использование гравитационной энергии, выделяющейся внутри планет, нельзя отождествлять с геотермальной энергией, и следовательно, вопрос об использовании этой энергии надо рассматривать по-другому.

Мы говорим здесь о возможности использования энергии физического вакуума (в частности, через гравитационную энергию) потому, что это генеральное направление решения очень многих экологических проблем: основным источником загрязнения воздуха, рек, океанов, земной поверхности являются сейчас нефть, уголь и продукты сгорания. Переход на использование энергии физического вакуума, в частности через гравитационную энергию, является одним из важнейших шагов предотвращения экологической катастрофы. Положение с экологией на Земле катастрофическое, и поэтому развитие работ по использованию энергии физического вакуума как альтернативной энергии надо форсировать очень большими темпами. Все человечество должно мобилизоваться для решения этой проблемы, пожалуй, проблемы номер один, без решения которой мы не сумеем помириться с природой и предотвратить экологическую катастрофу.

К сожалению, не только неправильное использование угля и нефти (не как промышленных материалов, а как источников энергии) породило экологическую катастрофу. Не меньшую роль в проблеме спасения цивилизации играет проблема замкнутых чистых экологических технологий. Эту проблему нельзя решить без радикального изменения принципиальных подходов к анализу сущности всех тех процессов, которые мы используем в разных производствах.

Нет сомнения в том, что кардинальный переход от неразумных грязных технологий к чистым замкнутым процессам невозможен без правильного теоретического понимания всех основных процессов, которые используются в этих технологиях.

В то же время в теоретическом истолковании всех технологий — да, всех, а не отдельных — существует большая недоработка, на которую мы считаем своим долгом здесь обратить самое серьезное внимание. Теории, на основе которых изучаются, исследуются и развиваются существующие технологии, практически во всех отраслях народного хозяйства, основываются на феноменологических теориях, таких как гидродинамика, газодинамика, термодинамика, электродинамика и т. д. Эти феноменологические теории имеют различную степень разработки, различную степень законченности и совершенствования как феноменологические теории, но все они имеют огромный недостаток, в результате которого мы упускаем целый ряд свойств, которые проявляются в процессах, используемых в тех или иных технологиях. Речь идет вот о чем: феноменологические теории в основе своей содержат гипотезу о том, что основной феномен является не главным, а целиком определяющим все процессы. Рассмотрим это на примере гидродинамики. Гидродинамика — наука о жидкостях, но жидкость в гидродинамике лишена молекул и рассматривается как непрерывная материальная субстанция, не имеющая структуры, а имеющая только общие феноменологические свойства. В связи с этим, если микромир — это элементарные частицы, атомы, молекулы, кристаллы, а они всегда есть

в жидкости, оказывают влияние на течение процессов, то гидродинамика их учесть не может, ибо в гидродинамике есть один феномен — жидкость, которая непрерывна и ни из чего не состоит. Это и привело к тому, что современная гидродинамика не может справиться с целым рядом задач, связанных с турбулентным движением, или до конца разобраться с таким очень важным явлением, как кавитация. Не может потому, что и в турбулентных потоках, и явлениях кавитации большую роль играют непосредственно силы, которые создаются и молекулярной и атомной структурой жидкости, а на эти структуры непосредственно влияет фундаментальное поле. Как ясно из всего изложенного в монографии, фундаментальное поле — это струна, которая может влиять на очень больших расстояниях на другие объекты. Это и не учитывается. Только средние поля уменьшаются обратно пропорционально r^2 или еще сильнее (как средние ядерные поля, которые еще быстрее уменьшаются с расстоянием), но это средние поля. А мгновенные поля сконцентрированы в струне фундаментального поля. Вдоль этой струны они мало меняются. Струна имеет большую протяженность, и поэтому все процессы, в которых непосредственно участвует фундаментальное поле, сконцентрированное в струне, могут влиять и на больших расстояниях, но это никак не учитывается ни одной из феноменологических теорий, ибо феномены, которые содержатся в основе этих теорий (тепло в термодинамике, газ — в газодинамике, жидкость — в гидродинамике, средние электромагнитные поля — в электродинамике и так далее) — эти феномены не содержат фундаментального поля в чистом виде, не содержат его свойств при мгновенных для нашей практики, т. е. при очень быстрых взаимодействиях.

Итак, абстрагирование от непосредственного влияния микромира на некоторые макроскопические процессы приводит к трудностям.

Как видим, пренебрежение тем фактом, что микромир проявляет свои свойства и в макропроцессах, лишает нас возможности изучить или даже просто обнаружить отдельные процессы, мы ими пренебрегаем и поэтому встречаемся либо с трудностями, либо не можем использовать многие возможности. Нам представляется, что для предотвращения экологической катастрофы нужно поставить вторую задачу — задачу углубления и расширения всех феноменологических теорий с привлечением в них свойств микромира, которые проявляются в макропроцессах и которые феноменом данной теории не учитывались. Это тоже очень большая задача.

Решение этой второй проблемы за короткие сроки, по-видимому, невозможно без немедленного формирования соответствующих базовых программ для современных электронно-вычислительных машин. Под базовыми программами мы подразумеваем следующее: в базовой программе должна содержаться вся известная на данный момент информация о микромире, в частности большая часть того, что изложено в данной монографии. Кроме того, в базовой программе должна содер-

жаться информация о том, в каких классах макроскопических процессов может участвовать микромир (конечно, далеко не во всех процессах надо учитывать влияние микромира). Есть очень много процессов, которые определяются усредненными полями и теми феноменами, которые лежат в основе феноменологических теорий, поэтому нужно найти соответствующий класс процессов, на который непосредственно влияет микромир. Найти, изучить и исследовать, а результат этого изучения и должен содержаться в базовых программах. Тогда по завершении этой задачи мы можем приобрести возможность с помощью ЭВМ достаточно оперативно и сравнительно быстро решать многие практические задачи для тех или иных процессов и технологий, в которых эти процессы используются. Проиллюстрируем это на примере. Скажем, при изучении турбулентного движения мы встретились с теми или иными трудностями, объяснение которых на базе феноменологической гидродинамики оказалось невозможным или затруднительным. Мы формализуем вопросы, вводим в ЭВМ и задаем ей вопрос, какие свойства микромира надо учесть, чтобы решить задачу. Машина, опираясь на вышеупомянутые сведения, указывает на соответствующий процесс. Если машина не найдет ответа, указывается, что она ответа не знает. При любом ответе, — позитивном, с конкретным указанием, какие явления микромира надо использовать, или даже при негативном, — решение проблемы будет ускорено.

Таким образом, основное, что должна сделать наука и техника для предотвращения экологической катастрофы на Земле, по нашему мнению, сводится к решению трех проблем: 1-я проблема — это быстрая замена всех экологически грязных видов энергии энергией физического вакуума; 2-я проблема — уточнение всех феноменологических теорий с включением в них ранее без основания выброшенных свойств микромира, которые проявляются в макропроцессах, и 3-я проблема — срочная разработка базовых программ, которые с использованием современных ЭВМ позволили бы ускорить решение двух названных проблем и других, здесь не упомянутых.

30 КАКИЕ СИСТЕМЫ ЖИЗНЕСПОСОБНЫ И СПОСОБНЫ К РАЗВИТИЮ?

Единая теория поля — ТФП — охватывает вещество, т. е. материальную субстанцию, которая обладает массой как мерой инерции. Окружающий нас мир полон других форм материи, для которых масса как мера инерции не является основным признаком. Сейчас мы об этих формах материи знаем очень мало, если не сказать больше — ничего не знаем. Означает ли это, что у нас сейчас нет оснований судить хотя бы о некоторых общих свойствах этих пока еще неизвестных нам форм

материи? Парадигма для жизнеспособных и развивающихся систем, по-видимому, охватывает не только вещество, но и часть тех форм материи, которые не обладают массой как мерой инерции, какую часть — покажет будущее. Но, тем не менее, сейчас, опираясь на ПЖиРС, мы можем многое сказать о тех формах материи, которые выходят за рамки ТФП.

Может возникнуть вопрос, а правомерно ли нам говорить о новых формах материи, не достаточно ли нам вещества, не исчерпали ли мы все возможности теории вещества для объяснения явлений окружающего нас мира? На этот вопрос сейчас можно совершенно твердо сказать — безусловно, нет. Мы непрерывно встречаемся с большим числом фактов, объяснить которые не можем, и на том основании, что они не объясняются современной наукой, пытаемся их отрицать.

К этим фактам относятся не только неопознанные летающие объекты (НЛО), которые, по-видимому, в основном могут и должны быть объяснены с помощью вещественных форм материи, но целый ряд явлений, которые определенно наблюдаются, но о которых современная наука, опирающаяся только на вещество, очень мало что может сказать. Это, например, факты, связанные с так называемым лозонкательством; факты, связанные с телепатией, телекинезом, предсказаниями; влиянием на живые организмы неизученных полей и свойств, которые создает человек (феномен Кашпировского, например). Несерьезно отрицать эти факты. Надо искать пути к их обстоятельному изучению и объяснению.

Определенные сведения мы можем извлечь, рассматривая перечисленные явления и факты как проявления неких, пока нами до конца не изученных систем, но систем, которые жизнеспособны и способны к развитию. Если мы будем рассматривать не понятия эти факты как проявления систем, жизнеспособных и способных к развитию, то мы тем самым приобретаем возможность характеризовать некоторые общие свойства этих систем и, в связи с этим, приблизимся к пониманию природы этих явлений. Мы уже говорили, что системы, жизнеспособные и способные к развитию, обязательно обладают пространственным метаморфозом. Это означает, что они в то же самое время находятся не только в нашем лабораторном пространстве (трехмерном, евклидовом), но и обязательно одновременно обладают определенными характеристиками в других слоях нашего расслоенного пространства. В этих слоях у них другие характеристики и другие свойства. Более того, мы уже знаем, что существуют материальные объекты, которые непосредственно вообще не проявляются в лабораторном пространстве. К этим объектам, в частности, относятся виртуальные состояния, состояния, которые являются промежуточными между состояниями, относящимися к веществу, и состояниями, которые представляют собой другие невещественные формы материи. Виртуальное состояние — это состояние, которое существует в слоях нашего объемлющего пространства и не проявляется непосредственно в нашем первом

лабораторном пространстве. В первую очередь, к ним относятся голые элементарные частицы (ГЭЧ). Мы уже знаем, что некоторые голые элементарные частицы, объединяясь с элементарными частицами вакуума, образуют кварковые структуры или псевдокварковые структуры, которые уже проявляются в нашем лабораторном пространстве и которые мы назвали "элементарными частицами". К настоящему времени удалось выяснить большую часть свойств, которыми должны обладать ГЭЧ для того, чтобы они, объединяясь с ЭЧВ, создали кварковые структуры, т. е. элементарные частицы. Частицы третьего ряда не создают, как мы уже говорили, в чистом виде кварковых структур, но создают псевдокварковые структуры, которые наблюдаются. Лептоны — это частицы третьего ряда периодического закона микрочастиц. Мы говорим сейчас о лептонах, потому что явление образования псевдокварковых структур — очень характерное свойство частиц третьего ряда.

Всего в третьем ряду голых элементарных частиц находится почти 800 тыс. Расчет показывает, что из этого огромного числа всего 10 частиц могут образовать кварковые структуры и наблюдаться. Из этих 10 частиц часть уже найдена и обнаружена: это электрон, мюон, тау-частица и частица, которую сейчас называют "дыркой Дирака", но которая фактически является неким аналогом позитрона, у которого время жизни порядка 10^{-9} с, в отличие от позитрона — античастицы электрона, — время жизни которого практически бесконечно велико.

Если наше представление о механике образования псевдокварковых структур правильно, то мы можем наблюдать и еще небольшое количество лептонов, указанных в табл. 19.1. Однако остальные почти 800 тыс. голых элементарных частиц, входящих в третий ряд, живут в другом подпространстве, — в слое по отношению к нашему лабораторному пространству и, совершенно естественно, не могут существовать, не проявляя каких-то своих свойств и в нашем мире, т. е. не отображая часть этих свойств в наш мир, не передавая в него соответствующей информации.

В приложении к монографии помещена статья под названием "Фундаментальный код", опубликованная давно, но не претендовавшая на научную значимость, так как автор ее считал, что время для признания научной значимости этого вопроса еще не созрело. Сейчас мы подошли к пониманию того, что в окружающем нас мире содержится не только материя в виде элементов, обладающих, скажем, массой, не только определенной структурой, так или иначе проявляющей свои свойства, но определенное сочетание структур, которые содержат то, что мы сейчас называем информацией. Информация — это одно из важнейших свойств окружающей нас материи, свойство, которое мы только начинаем познавать и которое по-настоящему нами совсем не изучено. Мы только на пороге понимания того, что такое информация, которую хранит окружающая нас материя, нам предстоит понять, какая это

формация. Мы должны узнать, где природа хранит информацию, как эта информация формируется, записывается и передается, более того — как эта информация воспринимается текущими процессами и используется и для управления ими, и для контроля хода этих процессов. Эти законы информации, которые открыл Винер своей кибернетикой, еще ждут своего открывателя. Мы не можем сегодня сказать, что эти законы мы хоть как-то представляем. Мы очень мало о них знаем, по сути дела — только то, что они есть, что они играют колоссальную роль в эволюции материи во Вселенной, что они определяют эту эволюцию, что это фундаментальнейшее свойство материи, знаем кое-что об этих законах, связанных с этой информацией, но только кое-что. И было бы очень большой ошибкой думать, что те ничтожные сведения, которые мы получили со времени открытия Винером кибернетики, дают нам основание говорить о том, что мы понимаем и владеем существом этого важнейшего свойства материального мира. Надо прямо и смело сказать, что мы только открыли занавес, а что скрывается за этим занавесом, мы еще почти совсем не знаем.

В этом разделе мы делаем попытку на основе ПЖИРС сформулировать некоторые наши представления о том, что окружающая нас материя обладает памятью, информацией, которыми умеет распоряжаться. Будем исходить из гипотезы, согласно которой в окружающем нас мире существует некий фундаментальный код генетического характера, на котором записаны основные программы эволюции материи во Вселенной. Более того, существуют элементы записи всех процессов без исключения, которые протекают во Вселенной. Мы еще не знаем, как они записываются и где, как хранится эта запись, сколько времени она хранится, как она воспроизводится и как используется. Все это нам предстоит узнать, но время поставить эти вопросы как научные и начать их изучение, а впоследствии и освоение — наступило.

Сейчас мы можем перечислить те уже известные процессы и явления, которые должны быть и могут быть объяснены на этом пути. Конечно, мы еще не можем ни объяснить, ни раскрыть, ни создать теорию этих явлений, это нам еще предстоит сделать, но качественно сформулировать их природу, направление, в котором надо искать их основные законы, мы уже можем. Так, например, обладают ведь отдельные люди даром предсказания будущего и прочтения того, что было? Это явление совершенно до сих пор необъяснимое. Что это такое? Сейчас мы можем утверждать, что это прямое свидетельство существования фундаментального кода в слоях нашего расслоенного пространства. Надо изучать механизм явления, которое состоит в том, что природа дает возможность отдельным своим представителям прочесть эту запись и воспроизвести, именно изучать, а не объявлять эти явления вне науки.

Целый ряд непонятных явлений мы адресуем так называемому "биополю" или, что, с нашей точки зрения, терминологически неправомерно, так называемому "спинорному полю" — все это искусственные

названия огромного комплекса явлений, которые мы уже фиксируем и которые связаны с новыми не познанными еще нами формами материи. Будем осторожно пользоваться этими обобщающими, далеко не точными и часто неправомерными терминами. По-видимому, ближе к истине будет утверждение о том, что существуют некие "информационные поля", но опять-таки термин этот спорный, и мы будем применять его с осторожностью до тех пор, пока его не сменит более обоснованный, более правомерный, основанный на лучшем понимании нами существа явления. Но сейчас будем говорить о "фундаментальном коде" и "информационных полях".

Мы можем сейчас многое сказать о других, тоже загадочных, но явно существующих явлениях. Начнем с того, что именуют телепатией. Что такое телепатия? Это способность одного человека воспринимать то, что думает, понимает, а иногда и знает другой человек. Это тоже проявление обмена информацией, хранящейся в фундаментальном коде. Важно изучить те условия, обстоятельства, причины, которые позволяют тому или иному человеку быть генератором телепатической информации или приемником ее. Мы должны сейчас констатировать, что это одно из проявлений свойства человеческого организма — читать, использовать и передавать то, что связано с фундаментальным кодом и с колоссальной памятью, которая присуща этому фундаментальному коду. Какая часть этой памяти хранится постоянно, какая временно, в какой степени подробности — все это предстоит узнать. Об этом мы пока еще ничего не знаем, но такая память есть, она используется, о чем свидетельствует телепатия.

Известны факты, согласно которым определенные геометрические формы влекут за собой проявления тех или иных процессов, оказывают влияние на текущие процессы, т. е. существует влияние формы некоторых объектов на процессы, которые протекают рядом с этой формой, внутри этих форм. По некоторым из этих обнаруженных явлений выданы даже патенты. Так, например, в патенте [169], выданном во Франции в 1979 г. на "Оборудование для усиления эмиссии, благодаря форме", прямо указывается, что существует некая многоугольная рамка с 16 сторонами, которая позволяет внутри нее создать, как утверждает автор, высокие электрические поля, по сути дела это далеко не электрические поля. Автор утверждает, что с помощью этой формы может воздействовать на магнитное поле Земли, гравитационное поле Земли, показатель преломления, скорость роста растений и т. п. Даже если считать, что в заявке, в ее описании существует некий элемент рекламы, т. е. гиперболизации фактов, тем не менее, факты эти существуют. Проверка этого патента показывает, что многое реализуется. Возникает вопрос, почему определенные геометрические структуры оказывают влияние на те или иные процессы? В литературе существует немало указаний на то, что египетские пирамиды тоже обладают определенными свойствами, связанными с влияниями геометрических структур

на протекающие процессы. Есть интересные факты, связанные с влиянием структур на процессы, которые открыты и исследуются в Болгарии и в некоторых других странах, в том числе и в Советском Союзе.

Мы сегодня должны констатировать факт: есть некоторые формы, которые влияют на процессы. Что мы можем сегодня сказать по поводу природы этого влияния, почему статические формы влияют на те или иные процессы? Это влияние связано с тем, что любые процессы, явления, протекающие в природе, связаны с жизнеспособными и развивающимися системами, а жизнеспособные и развивающиеся системы опираются почти всегда и главным образом на фундаментальное кардинальное свойство микромира, свойство кирпичиков мироздания, которое так или иначе сказывается на всем, что мы наблюдаем. Огромную роль в природе всех вещественных структур играет струна фундаментального поля, которая сканирует по поверхности конуса. Как мы уже говорили, поля, которые мы наблюдаем и исследуем, — это усредненные поля, а мгновенные поля фундаментального поля содержатся в струне. Конус, по которому сканирует струна фундаментального поля, имеет определенный угол. В монографии [7] эти углы названы углами анизотропии. Существует два основных угла, определяющих анизотропию структур, связанных с фундаментальным полем. Это протонный угол, который равен приблизительно 17° , и электронно-метонный угол, равный примерно 22° . Практически все материальные структуры помнят о том, что в основе их лежит струна фундаментального поля, которая сканирует по поверхности конуса. Эти углы анизотропии, как было показано [7], ответственны за сам факт образования кристаллических структур, за многие свойства твердых тел. Оказывается, что эта память проявляется и в макропроцессах, поэтому когда создаются формы типа конуса, пирамиды с углами, близкими к указанным или как-то с ними связанными, то это вызывает в природе определенные резонансные явления. Эти резонансные явления мы сейчас предсказываем. Они еще требуют изучения, исследования, но, наверняка, существуют. Теорию их надо создавать. Эти резонансные явления возникают в определенных геометрических формах, связанных с углами анизотропии фундаментального поля. Некоторые формы, вызывающие резонансные явления в микромире, оказывают и должны оказывать определенные влияния на процессы, протекающие в макромире, в этом нет ничего ни сказочного, ни сверхъестественного и, естественно, ничего ненаучного, это факты, на которые обратили внимание талантливые люди и которые надлежит изучать, распознавать, и, конечно, использовать. Число фактов, которые выходят за рамки современной системы знаний, можно без труда умножить. Мы здесь не преследуем цель достаточно полно их изложить, это выходит за рамки нашей книги, но мы хотим обратить внимание на те возможности, которые предоставляют парадигма ПЖиРС и теория ТФП для объяснения их природы и изучения.

В настоящее время мы можем не только ограничиться общими соображениями, опирающимися на ПЖиРС и ТФП, для объяснения тех или иных фактов, природа которых явно связана с материальными структурами, не являющимися только веществом. Как сама парадигма, так и характеризующий ее особенности закон триединства пространства-времени-материи дают нам возможность расширить наши знания за пределы вещества. Выпишем еще раз основное уравнение закона триединства:

$$R_{ik}^{(\beta)} - \frac{1}{2} g_{ik}^{(\beta)} (R_{\beta} - 2\Lambda_{\beta}) = \frac{8\pi\gamma_{\beta}}{c^4} T_{ik}^{(\beta)} \quad (30.1)$$

Основные уравнения закона триединства связывают пространство-время в левой части с характеристикой материальной структуры в правой. Когда мы говорим о веществе, то справа — это тензор энергии импульса. Понятие тензора энергии импульса для невещественных форм материи требует уточнения. Более того, мы сегодня не можем утверждать, что понятие об энергии-импульсе правомерно использовать и для материальной субстанции, которая не обладает массой как мерой инерции. Но мы знаем, что уравнение 30.1 правомерно и в том случае, когда правая его часть в принципе равна нулю. В этом случае у нас существует связь между пространством и временем, т. е. пространство и время не могут существовать независимо, не могут независимо формироваться и существовать. Они связаны между собой уравнением единства. Это уравнение заведомо шире, нежели закон, присущий только вещественной форме материи, и мы можем утверждать, что уравнение, связывающее пространство и время,

$$R_{ik}^{(\beta)} - \frac{1}{2} g_{ik}^{(\beta)} R_{\beta} = 0 \quad (30.2)$$

справедливо для многих материальных форм. До тех пор, пока мы не встретимся с материальными формами, для которых это единство несправедливо, мы должны применять этот закон единства пространства-времени.

Из сказанного с неизбежностью следует такой вывод: для большинства материальных форм, даже не обладающих массой как мерой инерции, пространственно-временные характеристики должны быть подчинены закону единства (30.2) и поэтому, рассматривая явление, явно связанное с новыми, неизвестными нам материальными структурами, мы должны при их исследовании требовать, чтобы пространственно-временные характеристики, описывающие эти явления, были подчинены закону (30.2). Это уже не общие соображения, а довольно конкретная связь, которая позволяет нам во многих случаях, как перечисленных в этом разделе, так и близких им по природе, оценить даже количественно особенности, характеристики этих явлений, позволяет уже подойти к какой-то количественной оценке. Пусть она на первых порах будет

недостаточно полной, не всеобъемлющей, но, тем не менее, мы можем не только сказать о том, какова фундаментальная природа тех или иных явлений, или просто отослать к существованию фундаментального кода, фундаментальной памяти, к особенностям этого кода и памяти, — но мы можем уже искать реальные структуры, которые определяют этот процесс, структуры, пространственно-временные характеристики которых подчиняются закону единства пространства-времени, сейчас нами описанному. Для тех объектов исследования, для которых правомерно понятие лямбда-члена, о чем говорилось обстоятельно в данной монографии, мы можем уравнению единства придать такой вид:

$$R_{ik}^{(\lambda)} - \frac{1}{2} g_{ik}^{(\lambda)} R_{\lambda} = g_{ik}^{(\lambda)} - \Lambda_{\lambda} . \quad (30.3)$$

Конечно, можно по-прежнему относить все перечисленные здесь вопросы к разделу "ненаучных" или даже "лженаучных", сохраняя амбиции современных жрецов науки. Автор считает, что такое благодушие уже недопустимо. Человечество использует свой шанс на выживание тогда, и только тогда, когда расстанется с предрассудками, которых современная наука имеет много больше, чем любая религия в современном мире. Наступило время с этими предрассудками расстаться. Пока не поздно!

ПРИЛОЖЕНИЕ

1. ИСПРАВЛЕНИЕ ОДНОЙ ОШИБКИ

В УФН в 1977 г. [124] помещена рецензия на монографию М. М. Протодьяконова и И. Л. Герловины, выпущенную издательством "Наука" [7] в 1975 г. Авторы рецензии приходят к выводу о том, что "... она целиком находится вне науки". Монография [7], как верно пишут рецензенты, претендует на ревизию некоторых фундаментальных представлений современной физики. В последние годы стало очевидным, что вопрос о такой ревизии становится весьма актуальным. Кроме того, опубликовано много работ, существенно коррелирующих с развиваемой в монографии ТФП, созданной И. Л. Герловиным, а вообще работ, коррелирующих с ТФП, сейчас опубликовано более трехсот. Это настоятельно требует возвращения к вопросу, рассмотренному в [124], особенно к правомерности вывода о том, что ТФП находится "вне науки".

В рецензии [124] говорится: "Основу ТФП, реализующей троединство пространства-времени-вещества, составляет представление об элементарных частицах как о трех вложенных друг в друга мирах — "матрешках", корпуса которых являются сферами Шварцшильда. Оспаривать такие конструкции столь же бессмысленно, как и средневековые космологические теории, включающие китов и черепах". Автор настоящей заметки — математик, поэтому эмоциональные образы "матрешки", "киты" и "черепахи" не убедили его в правомерности научной позиции авторов рецензии [124]. Строгий анализ геометрической конструкции модели этих элементарных частиц вакуума, предложенной в работах по ТФП [7, 33, 34], показал, что речь идет об очень интересном и математически совершенно корректном варианте расслоенных пространств. Следует упрекнуть авторов [7], что они вместо общепринятых в математике терминов *слой*, *база расслоения* применяют слишком общий и недостаточно четкий в данном случае термин *подпространство* и делают, на наш взгляд, неправомерные ссылки на не раскрытые в работах по ТФП понятия о *дикомплексном формализме* и *дискретно континуальной геометрии*, но объявлять без доказательств нелепым предлагаемый И. Л. Герловиным вариант конструкции расслоенных пространств нет ни малейших оснований. Действительно, в ТФП предлагается рассмат-

ривать открытую А. Эйнштейном и использованную только для гравитационного поля связь пространства-времени с тензором энергии-импульса

$$R_{ik} - \frac{1}{2} g_{ik} R = \frac{8\pi\gamma}{c^4} T_{ik} \quad (1)$$

как универсальную для всех проявлений единого фундаментального поля

$$R_{ik} - \frac{1}{2} g_{ik} R = \frac{8\pi\gamma_{\mathcal{Z}}}{c^4} T_{ik}, \quad (2)$$

где \mathcal{Z} — индекс подпространства, в котором проявляется один из элементов фундаментального поля, ответственный за соответствующие взаимодействия.

Из всей математической конструкции, рассмотренной в работах по ТФП, ясно, что речь идет о расслоенном пространстве

$$P_{\mathcal{Z}}: B \times G_{\mathcal{Z}} \rightarrow B, \quad (3)$$

в котором *первое* — лабораторное подпространство — есть база расслоения B , а подпространства $G_{\mathcal{Z}}$ в которых проявляется структура частиц и реализуются соответствующие виды взаимодействий — слои этого объемлющего пространства. Можно, конечно, дискутировать о том, в какой степени предлагаемый вид расслоенного пространства перспективен и удобен для изучения элементарных частиц, но объявлять предложенную математически совершенно корректную конструкцию расслоенного пространства "вне науки" — нет оснований.

В рецензии [124] приводятся две формулы из многих сотен приведенных в монографии:

$$\beta \frac{J'_n(n\beta)}{J_n(n\beta)} = m_{\beta} (1 - \beta^2)^{1/2} \quad (\text{форм. (77), [7]}), \quad (4)$$

где

$$m_{\beta}^2 = \frac{\sqrt{1 + 8(1 - \beta^2)} - 1}{2(1 - \beta^2)} \quad (\text{форм. (116), [7]}), \quad (5)$$

и указывается, что они, во-первых, основные, ибо "играют в теории Герловина роль массовых формул", во-вторых, целиком ошибочны. Легко видеть, что оба утверждения авторов рецензии не имеют никаких оснований. В монографии приведены две формулы, используемые для расчета массы элементарных частиц:

$$m = \frac{2q^2 \beta^2}{3R(1 + \beta)^2 c^2} \cos \alpha \quad (\text{форм. (225), [7, С. 56]}) \quad (6)$$

$$m = \frac{2s\hbar \beta_L}{R_1 c e} \quad (\text{форм. (325), [7, С. 68]}), \quad (7)$$

Эти формулы никак не могут следовать из (4) и (5). Более того, в монографии [7, С. 47] указывается, что значение скорости β , найденное из (6) и (7), неточно и в расчете параметров частиц, в том числе и масс, используется другой метод расчета β . Выполненная автором этой заметки проверка показала, что только замена формулы для расчета β изменяет численное значение масс в некоторых случаях до 20–50%. Особенно важно подчеркнуть, что зависимость рассчитываемых в ТФП масс элементарных частиц от параметров, определение которых никак не связано с (4) и (5), такова, что значения вычисленных при варьировании этих параметров масс могут меняться на много порядков. Поэтому невозможно понять, откуда появилось утверждение, что (4) и (5) "играют роль массовых формул".

Еще более удивительным является утверждение авторов [124] о полной ошибочности уравнений (4) и (5) в рамках теории бесселевых функций. Легко видеть, что (4) — есть прямое следствие хрестоматийного соотношения между бесселевыми функциями

$$J'_n(z) = -\frac{n}{z} J_n(z) + J_{n-1}(z), \quad (8)$$

которое И. Л. Герловин записал через введенную им переменную m_{β} .

Найденное в [7] простое выражение для этой функции через β в виде (5), действительно, является нетривиальным и получено впервые. Ирония по этому поводу, по меньшей мере, неуместна. Возможность точного выражения в виде алгебраической формулы отношения двух трансцендентных функций, какими являются бесселева функция вида $J_n(z)$ и ее производная $J'_n(z)$, всегда представляет математический интерес, поскольку, как правило, приходится в таких случаях пользоваться бесконечными рядами или другими асимптотическими выражениями. Авторы рецензии решили, по-видимому, что и в данном случае представление возможно только через асимптотики. Об этом явно свидетельствует неправомерная ссылка в [124] на функции Эйри.

Несложно убедиться в том, что (5) является не приближенным, а совершенно точным выражением, если в бесселевых функциях вида $J_n(n\beta)$ между n и β существует зависимость

$$n = \frac{[1 + \sqrt{1 + 8(1 - \beta^2)}]^{3/2}}{4(1 - \beta^2)^{3/2}}, \quad (9)$$

а именно этот случай и рассматривается в [7]. Более того, как показал расчет, выполненный автором настоящей заметки, известное накопление ошибки при использовании рекуррентных соотношений для бесселевых функций, найденное в [135], в данном частном случае не снимает результата о точном значении связи, даваемой в (4) и (5) при условии выпол-

нения (9). Подробное изложение этого чисто математического вопроса выходит за рамки данной заметки.

Мы рассмотрели здесь только математические аспекты проблемы, затронутой в [124] и [7], но и этого, по нашему глубокому убеждению, достаточно для того, чтобы редакция УФН и авторы [124] признали упомянутые здесь ошибки и принесли на страницах журнала извинение авторам [7] за ничем не обоснованное унижение их человеческого достоинства и научного авторитета. Это важно, кроме того, для защиты приоритета и авторитета советской науки.

В рамках последнего вопроса считаю своим долгом обратить внимание на то, что авторы [124] почему-то не заметили, что ими рассматривается предложенный впервые в мире И. Л. Герловиным в 1969 г. [33] уникальный потенциал

$$\varphi = q \frac{e^{-R/r}}{r} \quad (R - \text{const}), \quad (10)$$

который не имеет расходимостей ни в одной точке пространства. Кроме того, не имеют расходимостей и связанное с этим потенциалом поле

$$\vec{E} = -\text{grad}\varphi = q \frac{e^{-R/r}}{r^2} \left(1 - \frac{R}{r}\right) \frac{\vec{r}}{r}, \quad (11)$$

а также определенная полем \vec{E} плотность заряда

$$\rho = \frac{\text{div} \vec{E}}{4\pi} = \frac{q}{4\pi r^3} \frac{R}{r} e^{-R/r} (2 - R/r). \quad (12)$$

Более того, в трехмерном евклидовом пространстве интегральный заряд, распределенный по всему бесконечному пространству, не только конечен, но точно равен заряду q в (10) (форм. (275), [7, С. 62]). Таких исключительных особенностей не имеет ни один потенциал из рассмотренных до сих пор в научной литературе, однако он не привлек до сих пор должного внимания исследователей и, по нашему мнению, потому, что рецензия [124] призвала физиков мира игнорировать научное значение результатов [7], и этот призыв был услышан.

А. Н. Семенцов

2.

О ВОЗМОЖНОСТИ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ОТНОШЕНИЯ $J'_n(n\beta)$ К $J_n(n\beta)$ АЛГЕБРАИЧЕСКИ В ОДНОМ ЧАСТНОМ СЛУЧАЕ

В теории излучения ультрарелятивистского ротатора (мультиротатора) [7] возникает следующее уравнение:

$$\beta \frac{J'_n(n\beta)}{J_n(n\beta)} + \frac{J_n(n\beta)}{\beta J'_n(n\beta)} = n(1 - \beta^2), \quad (1)$$

где n — номер гармоники, на которую приходится максимум излучения; β — линейная скорость движения заряда, c , ($\beta \leq 1$); $J_n(z)$ — функция Бесселя порядка n . Поскольку n при β , близких к единице, очень велико, а существующие асимптотические зависимости для бесселевых функций (например, формулы Никольсона, Трикоми, Эйри) при $n \rightarrow \infty$ и $\beta < 1$ не удобны, то решение (1) оказывается весьма трудоемким, даже численными методами на ЭВМ.

В [7] для получения явной зависимости $n = n(\beta)$ из (1) использовалось следующее наблюдение:

$$\frac{J'_n(z)}{J_n(z)} - \left(\frac{1}{2} \frac{J'_{n+1}(z)}{J_{n+1}(z)} + \frac{J'_{n-1}(z)}{J_{n-1}(z)} \right) = 0 \left(\frac{1}{n^2} \right), \quad (2)$$

где $z = n\beta$. Для больших n , пренебрегая в (2) членами порядка n^{-2} и подставляя (2) в (1), имеем

$$8(1 - \beta^2)n^{1/3} - 2n^{2/3} + 1 = 0.$$

Из этого соотношения получаем пары (n, β) , являющиеся решениями (1).

Рассмотрим вопрос о корректности допущения и оценим величину погрешности. Остановимся на некоторых свойствах функции $B_n(z) = \frac{J'_n(z)}{J_n(z)}$. Она удовлетворяет следующему уравнению:

$$z^2 y' + z^2 y^2 + zy + (z^2 - n^2) = 0, \quad (3)$$

которое нелинейно и имеет особые точки $z = 0$, $z = \pm n$ и $z = \infty$.

Если уравнение (1) рассматривать относительно переменной $z = n\beta$, то из него можно получить следующее соотношение:

$$B_n(z) = \frac{n^2 - z^2 - \sqrt{(n^2 - z^2)^2 - 4n^2}}{2z}. \quad (4)$$

С другой стороны, легко убедиться, что для $B_n(z)$ выполняется такое рекуррентное соотношение:

$$B_n(z) + \frac{n}{z} = \frac{1}{\frac{n-1}{z} - B_{n-1}(z)}, \quad (5)$$

из которого получаем разложение $B_n(z)$ в непрерывную дробь

$$B_{n+1}(z) = -\frac{n+1}{z} - \frac{1}{-\frac{n}{z} - \frac{1}{-\frac{n-1}{z} - \frac{1}{\frac{1}{z} - B_1(z)}}}} \quad (6)$$

Таким образом, для любого n получаем выражение через $B_n(z)$. Отметим, что, в отличие от трехчленных рекуррентных соотношений для бесселевых функций [136], непрерывная дробь (6) оказывается устойчивой в том смысле, что не происходит накопления погрешностей при вычислении.

Если в (2) отбросим члены порядка n^{-2} , т. е. перейдем к зависимости

$$B_n^*(z) = \frac{1}{2} (B_{n+1}^*(z) + B_{n-1}^*(z)), \quad (7)$$

то получим систему функций $\{B_n(z)\}$, для которых определяющее соотношение (7) можно переписать в виде

$$B_n^*(z) = n(B_{n+1}^*(z) - (n-1)B_{n-1}^*(z)). \quad (8)$$

Конечно, две системы функций $\{B_n(z)\}$ и $\{B_n^*(z)\}$, определяемые соотношениями (5) (или непрерывной дробью (6) и (8) соответственно), совпадают только в первых двух членах. Однако имеют место следующие утверждения:

1. Если пара (n, z) удовлетворяет уравнению (1), то $B_n(z) = B_n^*(z)$. Это оправдывает использованное в [7] допущение о возможности опустить в (2) члены порядка n^{-2} . Для доказательства утверждения можно подставить соответствующие разложения и кропотливо провести сравнение слагаемых.

2. Каждая правильная дробь

$$b_0(z) + \frac{1}{b_1(z)} + \frac{1}{b_2(z)} + \dots, \quad (9)$$

где каждый $b_n(z)$ — полином по степени $1/z$, т. е.

$$b_n(z) = \sum_{k=-N_n}^0 a_{-k}^n z^k, \quad N_0 \geq 0, \quad N_1 \geq 1$$

соответствует однозначно определенному формальному ряду Лорана вида

$$L_0 = \sum_{k=-N_0}^{\infty} a_{-k}^{(n)} z^k.$$

Порядок соответствия n -ой подходящей дроби $f_n(z)$ есть величина

$$\nu_n = 2 \sum_{k=1}^n N_k + N_{n+1},$$

где $n = 0, 1, 2, \dots$

Для доказательства утверждения 1 следует убедиться в равенстве коэффициентов ряда Лорана, соответствующего непрерывной дроби (6), с членами рекуррентной зависимости (7) в силу уравнения (6).

В [7], кроме рассмотренного приближенного метода расчета уравнения (1), показано, что в частном случае, когда между n и β существует связь

$$n = \frac{[1 + \sqrt{1 + 8(1 - \beta^2)}]^{3/2}}{(1 - \beta^2)^{3/2}} \quad (10)$$

(а именно эта связь и реализуется в рассматриваемой в [7] физической задаче), то (1) может быть разрешено в виде алгебраических уравнений совершенно точно. Этот результат связан с тем, что бесселева функция вида $J_n(z)$, осциллируя при изменении z по известному закону, в точках, соответствующих связи (10), дает для отношения производной от функции Бесселя к самой функции точное алгебраическое значение в виде

$$\frac{J'_n(n\beta)}{J_n(n\beta)} = \frac{2(1 - \beta^2)^{1/2}}{\beta(1 - \sqrt{1 + 8(1 - \beta^2)})^{1/2}}. \quad (11)$$

Нам представляется, что данная заметка завершает вопрос [7] о возможности представления отношения производной от бесселевой функции вида $J_n(n\beta)$ к самой функции в виде точной алгебраической формулы (11) в определенном интервале значений n и β . Такое представление действительно существует и является математически корректным.

А. Н. Семенов

3.

КРИСТАЛЛИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЯДРА

По общепринятым представлениям, ядра атомов состоят из Z протонов и N нейтронов, а их сумма равна числу нуклонов в ядре A [4]. В отличие от этого, согласно ТФП [7], в ядре содержится A протонов и N отрицательных мезонов, которые нейтрализуют часть положительного заряда ядра. Метон — метастабильное состояние электрона, находящегося внутри ядра. Метон, как и электрон, является лептоном и кварковой структуры не имеет, т. е. является *голой* элементарной частицей (подразд. 1.4). В свободном состоянии метон не существует, он образуется только при определенном взаимодействии электрона с протоном. При этом взаимодействии электрон как бы *сжимается*. Комптоновская длина волны метона равна трем комптоновским длинам протона $3\lambda_p$. Поэтому, в отличие от электрона, он может входить в со-

став ядра. Нейтрон, таким образом, рассматривается как составная частица, состоящая из положительно заряженного протона (определяющего собою массу частицы) и отрицательно заряженной легкой частицы — метона. Следовательно, в ядрах всех атомов, кроме ядра атома водорода, состоящего из одного протона, есть A протонов и N метонов. Для изотопа бериллия, например, с массовым числом 9 число метонов равно $(9 - 4) = 5$. Это число в символе изотопа мы ставим внизу справа у символа элемента, оставляя прежние обозначения массового числа вверху слева, а заряд — снизу слева. В нашем примере ${}^9_4\text{Be}_5$.

Согласно ТФП, вследствие движения элементов субструктуры у элементарных частиц, в частности протонов и электронов, с ультрарелятивистскими скоростями и прецессией, их фундаментальное поле приобретает резко выраженную анизотропию [7, 34]. Это поле максимально на мгновенной оси вращения субчастиц и минимально в плоскости их вращения. Элементы субструктуры протона и метона прецессируют с частотой порядка 10^{18} Гц, причем их мгновенная ось вращения, как образующая, описывает в пространстве коническую поверхность — конус анизотропии. Тангенс угла между образующей конуса и его осью симметрии равен: для свободного протона $\text{tg}\alpha_p = \frac{2\sqrt{2}}{9} = 0,314270$,

откуда $\alpha_p = 17,44635^\circ$; для свободного электрона и метона $\text{tg}\alpha_e = \frac{2\sqrt{2}}{7} = 0,404061$, $\alpha_e = 22,00171^\circ$.

У протона в связанном состоянии с метоном в ядре угол анизотропии возрастает и становится практически равным α_e .

Согласно кристаллической модели атомного ядра [7], в собственной системе координат, где элементы структуры можно считать неподвижными, все протоны в ядре образуют *протонную*, а все метоны — *метонную* фигуру. Их симметрии самосогласованы. Каждая из этих фигур по отдельности неустойчива, но вместе они образуют устойчивые ядра. Степень анизотропии поля (отношение максимума к минимуму) для протона равна 10^7 , а для метона 10^{27} , т. е. на 20 порядков больше. Поэтому строение ядра в основном зависит от числа и взаимного расположения метонных конусов анизотропии. Максимум поля находится в точках пересечения нескольких конусов анизотропии. Минимум поля находится на оси конуса анизотропии или в перпендикулярной к ней плоскости, проходящей через центр метона. Все протоны, отталкиваясь друг от друга, стремятся расположиться симметрично на элементах симметрии протонной фигуры ядра, где взаимодействие между протонами минимально, и на пересечении метонных конусов анизотропии, где связь с метонами максимальна.

На примере двух изотопов бериллия рассмотрим особенности кристаллической модели ядра. Протонная фигура у ${}^9_4\text{Be}_5$ состоит из 9 протонов, а метонная — из 5 метонов. Поэтому заряд ядра Be равен $9 - 5 =$

$= 4 = z$. Протонная фигура представляет собой тригональную призму с центрированными боковыми гранями, причем центры эти выступают наружу. Протоны в этой фигуре располагаются тремя горизонтальными слоями. Общий заряд протонной фигуры равен $3 + 3 + 3 = +9$. Метонная фигура представляет собой тригональную дипирамиду, заряд равен $-2 - 3 = -5$. Два соосных с противоположно направленными вершинами метонных конуса анизотропии, расположенных на вертикальной тройной оси симметрии, пересекаются между собой по окружности на уровне слоя протонной фигуры. Продолжение этих конусов проходит через три верхних и три нижних протона, находящихся по другую сторону от центра ядра. Относительно вершин метонного конуса оси трех других метонных конусов анизотропии лежат в горизонтальной плоскости симметрии ядра. Эти оси симметрии пересекаются в центре ядра под углом 120° . Поэтому образующие этих конусов при прецессии описывают три конуса анизотропии, проходящих через два крайних протона тригональной призмы (один сверху, а второй снизу ядра). Спин протона или нейтрона в ядре есть проекция момента количества движения движущихся по окружностям субструктуры масс на ось конуса анизотропии. Поэтому спины двух метонов направлены по тройной оси симметрии ядра вертикально в противоположные стороны и, следовательно, уравниваются между собой. Спины остальных метонов направлены по радиусам в горизонтальной плоскости симметрии и поэтому также уравниваются друг друга.

Оси трех протонных конусов среднего слоя протонной фигуры направлены вертикально и параллельны между собой, поэтому их суммарный спин равен $+1/2 + 1/2 + 1/2 = +3/2$. Спины остальных шести протонов направлены к центру ядра симметрично, и поэтому их суммарный спин равен нулю. Таким образом, остаются только спины трех протонов среднего слоя, их суммарный спин равен $3/2$, что соответствует эксперименту.

Протонная фигура несет положительный заряд, а метонная — отрицательный. Следовательно, в основе связи лежит взаимодействие фундаментальных зарядов у ядерных частиц со сложным полем их протонных и метонных конусов анизотропии. Практически фундаментальное поле сконцентрировано вдоль исчезающе тонкой струны, которая скапливается по поверхности конуса анизотропии.

Каждый из трех протонов верхнего и нижнего слоев попадает на пересечение одного вертикального и одного горизонтального метонных конусов анизотропии, а каждый из трех протонов среднего слоя попадает на пересечение двух вертикальных метонных конусов анизотропии. При этом взаимодействующие силы притяжения направлены к центру ядра, т. е. силы взаимодействия частиц удерживают их в ядре, обеспечивают их устойчивость при описании ее в собственной системе координат.

Для остальных точек пересечения метонных конусов равнодействующая

шие силы направлены от центра ядра наружу, поэтому попавшие туда протоны не могут входить в состав устойчивой структуры.

Атомное ядро другого изотопа бериллия ${}^8_4\text{Be}_4$ устроено иначе. Четыре метона, отталкиваясь между собой, стремятся расположиться по углам квадрата. Оси метонных конусов анизотропии при этом идут навстречу друг другу по диагоналям этого квадрата. Тогда метонные конуса анизотропии расположатся в виде двух соосных пар, пересекающихся по двум окружностям, в свою очередь пересекающимися между собой под прямым углом. Протоны располагаются на пересечении метонных конусов анизотропии.

Протонная фигура представляет собой примитивную тетрагональную призму, в углах которой находятся 8 протонов. Размер этой призмы по вертикальному ребру в 2 раза больше, чем по горизонтальному. Заряд этой фигуры равен $+4 + 4 = +8$. Заряд метонной фигуры $-2 - 2 = -4$. Заряд ядра в целом составляет $+8 - 4 = +4$, поскольку 8 протонов удерживаются в ядре только четырьмя метонами вместо шести, которые необходимы для более устойчивого изотопа кубической сингонии, то указанная геометрия является, по-видимому, основной причиной крайней неустойчивости изотопа ${}^8_4\text{Be}_4$, распадающегося всего за 0,067 с [138] на две альфа-частицы: ${}^8_4\text{Be}_4 - 2 \cdot {}^4_2\text{He}_2$.

Спины каждого из четырех протонов расположены по радиусам, проходящим через центр ядра, и поэтому их суммарный спин равен нулю, что отвечает эксперименту.

Итак, для двух важных изотопов бериллия: единственного устойчивого изотопа ${}^9_4\text{Be}_5$ и распадающегося вскоре после образования радиоактивного изотопа ${}^8_4\text{Be}_4$ удается рационально объяснить их массы, заряды, спины, а также причины их устойчивости и распада посредством кристаллической модели ядра.

Мы привели в качестве примера статическую структуру кристаллической модели ядер у двух изотопов бериллия. Эти структуры относительно той или иной оси симметрии в них будут вращаться. Это движение вносит определяющий вклад в оболочечную и (в основном для сферически несимметричных ядер) ротационную модели ядер.

Большую роль в свойствах ядер играет физический вакуум. Пример роли физического вакуума в процессе объединения частиц в ядре дан в подразд. 10.

Протоны и метоны в ядре могут образовать куперовские пары, вызывая в нем явления типа сверхпроводимости и сверхтекучести (см. подразд. 22).

Кристаллическую модель ядра не следует рассматривать как альтернативную известным моделям [139, 4] атомных ядер. Мы полагаем, что эта модель и есть то звено в современной теории ядра, которого не хватало для того, чтобы объединить разные, зачастую априорные и не согласованные между собой, модели в рамках единой теории атомного ядра. Мы уверены в том, что с использованием кристаллической

модели ядра и ТФП можно будет в ближайшие годы создать основы универсальной теории атомного ядра.

М. М. Протодюконов

4.

О РОЛИ ФИЗИЧЕСКОГО ВАКУУМА В РАДИОАКТИВНОМ РАСПАДЕ ЯДЕР

Радиоактивность ядер хорошо исследована. Энергия продуктов распада, время распада и другие параметры этого процесса достаточно точно измерены. Однако теоретический расчет этих параметров затруднителен. Это связано с тем, что далеко не все в физической природе этого явления известно, в частности, до сих пор нет полной ясности о роли физического вакуума в явлении радиоактивного распада ядер. Современное состояние теории фундаментального поля позволяет уточнить этот вопрос.

Согласно ТФП, образование атомных ядер из нуклонов и радиоактивный распад нестабильных ядер атомов определяются взаимодействием протонов и нейтронов* в ядре с элементарными частицами вакуума. Свободные протон и нейтрон, как видно из расчетных формул для теоретического определения их параметров и кварковой структуры элементарных частиц, за счет взаимодействия с ФВ при формировании кварковых структур увеличивают свою массу.

Минимальное увеличение массы нуклона определяется множителями, целиком определяемыми диэлектрической проницаемостью физического вакуума ϵ_w , которая численно равна диэлектрической проницаемости вакуума для кругового тока в структуре протона ϵ_{1p} или внутреннего кругового тока в этой структуре ϵ_{2p} ,

$$\epsilon_{1p}^{-1/2} = 1,00116392; \quad \epsilon_{2p}^{-1/2} = 1,00127990, \quad (1)$$

а максимальное — множителем

$$\frac{a_{gp}}{\epsilon_{2p}^3 \epsilon_{1p}^{1/2}} = 1,00977,$$

где a_{gp} — безразмерная константа, численно равная квадрату отношения релятивистски укороченных радиусов внутренней R_2 и наружной R_1 орбит движения субчастиц у протона (см. разд. 16 и 17):

$$a_{gp}^{1/2} = \frac{R_2 (1 - \beta_2^2)^{3/2}}{R_1 (1 - \beta_1^2)^{3/2}} = \frac{k_y \beta_2}{k_x \beta_1} = 1,00088902. \quad (2)$$

*) О структуре нейтрона, согласно ТФП, см. разд. 7, 16 и приложение 3.

Энергия связи частиц в ядре должна определяться постепенным ослаблением влияния физического вакуума на ядро. У простейших ядер ослабление минимально, а у самых сложных ядер — максимально. Следовательно, энергия связи, приходящаяся на один нуклон в ядре, должна быть не менее

$$m_n c (\epsilon_{1p}^{-1/2} - 1) = 1,088 \text{ МэВ} \quad (3)$$

и не более

$$m_n c \left(\frac{a g p}{\epsilon_{2p}^3 \epsilon_{1p}^{1/2}} - 1 \right) = 9,17 \text{ МэВ}, \quad (4)$$

где c — скорость света; m_n — масса нуклона, принята равной 938, 280 МэВ.

Численные значения минимальной и максимальной энергии связи, приходящейся на один нуклон в ядре, полученные из опыта, полностью согласуются с (3) и (4).

Как показано в настоящей монографии, физический вакуум играет определяющую роль в формировании кварковых структур элементарных частиц. При образовании атомных ядер из нуклонов ФВ продолжает оказывать свое влияние на структуру и свойства ядер. Многие следствия этого описаны выше (см. разд. 7, 10 и 16). В данной заметке мы только рассматриваем конкретные примеры, которые подтверждают структурное единство мира элементарных частиц, ядер атомов, всего вещества и физического вакуума — основы вещественной материи.

Рассмотрим вопрос об энергии, связанной с радиоактивным распадом ядер.

Общая энергия, которую уносят продукты радиоактивного распада ядер, тоже во многом определяется свойствами ФВ, что также позволяет вычислить верхнюю и нижнюю границы этих энергий.

ЭЧВ — виртуальные частицы, нуклоны — частицы наблюдаемые. Каким бы ни был механизм взаимодействия нуклонов с ЭЧВ, в каждом данном ядре атома во всех случаях должно выполняться такое соотношение неопределенности:

$$E \frac{L}{c} \geq \hbar, \quad (5)$$

где E — энергия, уносимая продуктами распада; L — средняя характеристическая длина, на которой происходит взаимодействие ЭЧВ с нуклонами ядра.

Поскольку это взаимодействие должно происходить вдоль геодезических структур ЭЧВ, являющихся окружностями в подпространстве $(2 \rightarrow 1)$, то L должна в 2π раз превышать среднюю длину между ЭЧВ данного вакуума l_w . Эта длина в ТФП для любого вакуума определяется из условия

$$\epsilon_w = \mu_w,$$

а μ_w определяется из равенства (см. стр. 253)

$$\mu_w = \left[1 + \frac{2\pi e^2 n_w l_w^2}{3m_w c^2} \right]^{-1}, \quad (6)$$

где n_w — концентрация ЭЧВ данного вакуума; m_w — сумма абсолютных значений масс частицы и античастицы, входящих в ЭЧВ (масса ЭЧВ в лабораторном подпространстве равна нулю, и в этом подпространстве частица имеет положительную, а античастица — отрицательную массы); e — заряд электрона (протона).

Поскольку в ТФП

$$n_w = (16\pi^2 R_w^3)^{-1}, \quad (7)$$

то для l_w окончательно имеем

$$l_w = \left(\frac{24\pi m_w c^2 R_w^2 (\epsilon_w^{-1} - 1)}{e^2} \right)^{-1/2}. \quad (8)$$

Подставляя численные значения, находим для характеристических длин L электрон-позитронного e^+e^- и протон-антипротонного p^+p^- физических вакуумов

$$L_{e^+e^-} = 1,3438 \cdot 10^{-9} \text{ см}, \quad (9)$$

$$L_{p^+p^-} = 6,9712 \cdot 10^{-13} \text{ см}. \quad (10)$$

Мы видим, таким образом, что характеристическая длина $L_{e^+e^-}$ -вакуума определяет размеры атомных оболочек, а характеристическая длина p^+p^- -вакуума соответствует размерам ядер.

Понятно, что минимальная энергия продуктов ядерного распада будет определяться длиной $L_{e^+e^-}$, а максимальная — длиной $L_{p^+p^-}$, и, следовательно, энергия, уносимая продуктами ядерного распада, будет находиться в пределах

$$\frac{\hbar c}{L_{e^+e^-}} \leq E \leq \frac{\hbar c}{L_{p^+p^-}}. \quad (11)$$

Подставляя численные значения, получим

$$14,68 \text{ КэВ} \leq E \leq 28,30 \text{ МэВ}, \quad (12)$$

что также находится в хорошем соответствии с экспериментальными данными для всех видов ядерного распада.

Е. И. Иванко, И. Л. Герловин, И. Д. Двас

Б. СООБРАЖЕНИЯ О НЕКОТОРЫХ ВОПРОСАХ ТЕОРИИ СИСТЕМ В ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКЕ

Начиная с 1960 г. появилось большое количество работ по так называемой квантовой логике. Нам представляется, что постановка вопроса о специфической, изолированной, чисто квантовой логике неправомерна. Квантовая теория имеет много особенностей, которые требуют отказа от ограничения только методами формальной логики, это бесспорно. Однако такое же право на собственную логику имеет и теория относительности, поскольку уложить ее принципы в прокрустово ложе формальной логики, конечно, нельзя.

Сейчас ведутся работы по созданию некоторой общей логики, в которой квантовая и классическая логики были бы частными случаями. Однако возникает вопрос о том, куда поместить логику теории относительности? Кроме того, формируется специфическая логика в кибернетике, или, как сейчас принято говорить, в теории информационных систем. Неужели для описания природы мы должны пользоваться разными не связанными друг с другом логиками?

Автор этой статьи придерживается точки зрения, согласно которой все явления природы можно описать с помощью расширенной должным образом логики теории систем. А логики квантовой физики, теории относительности и других принятых сейчас физических теорий должны быть частными случаями этой общей логики, если им удастся сохранить самостоятельность.

В данной заметке мы не преследуем цели изложить основы логики теории систем, тем более, что эта логика в законченном виде еще не сформулирована. Мы хотим только на основе некоторых частных примеров использования уже существующих элементов логики теории систем проанализировать некоторые вопросы теории относительности и сделать из этого надлежащие выводы.

В работе [142] нами показано, что если рассматривать релятивистские эффекты как результат отображения информации от движущихся тел в среде, в которой скорость распространения информации равна c , то можно получить непосредственно из этого подхода некоторые результаты, как согласующиеся со специальной теорией относительности, так и не совместимые с ней. Например, в полном соответствии с теорией относительности получается, что полная энергия тела равна mc^2 . В полном соответствии со СТО получается, что отображенный сигнал надо изменить на лоренцов множитель $(1 - \beta^2)^{1/2}$. Однако остается открытым вопрос, надо ли применять этот множитель, например, при ускорении к массе или ускорению. А это приводит к принципиальным отличиям.

В пользу того мнения, что аксиоматику СТО нельзя считать окончательно завершенной, говорит такое противоречие между СТО и экспери-

ментом. Известно, что, согласно СТО, при движении с ультрарелятивистскими скоростями электрическое поле движущегося заряда деформируется, увеличиваясь в плоскости, перпендикулярной скорости, в $\gamma = (1 - \beta^2)^{-1/2}$ раз. Поток ускоренных в ускорителях частиц нельзя считать круговым током, который, как известно, не создает электрического поля, а надо рассматривать как поток ускоренных частиц. Тогда в плоскости, перпендикулярной траектории, должно наблюдаться увеличенное в γ раз электрическое поле. В ускорителе протонов в Серпухове это увеличение должно быть примерно в 80 раз. Такого эффекта, однако, не наблюдается. Возникает вопрос, почему это происходит? Теория систем в данном случае допускает альтернативный СТО поток информации, который или оставляет поле без изменения, или так же, как в круговом токе, подавляет информацию о нем настолько, что электрическое поле не наблюдается.

Конечно, подход к физическим явлениям, основанный только на логике теории информации в теории систем, можно рассматривать либо как возможный, либо как необходимый в математическом смысле, но, конечно, недостаточный.

В этом смысле нам представляются перспективными работы по дальнейшему развитию теории систем, которые могут быть применены в физических теориях с использованием результатов новой единой теории ТФП. По-видимому, это позволит найти не только допустимые или необходимые условия, но и достаточные.

А. А. Денисов

Б. О СООТНОШЕНИИ ИНЕРТНОЙ И ТЯГОТЕЮЩЕЙ МАСС

Известно, что А. Эйнштейн постулировал принцип эквивалентности инертной и гравитационной масс в общей теории относительности [140]. В единой теории фундаментального поля [34] еще в 1973 г. было показано, что принцип эквивалентности в уравнении Эйнштейна не может выполняться, так как это уравнение выражает триединство пространства-времени-материи и не является уравнением поля в общем смысле.

А. А. Логунов с сотрудниками [141] показал, что при определенных условиях в случае геометрии Шварцшильда инертная масса в ОТО, в отличие от гравитационной, зависит от выбора системы координат, а следовательно, принцип эквивалентности нарушается. Нами было изучено, при каких функциях преобразования координат и в какой области их значений указан вывод А. А. Логунова и его коллег строго верен. В данной заметке мы ограничимся только изложением основного результата работы.

Обратим внимание на некоторую неточность, допущенную в работе [141] при вычислениях. Для этого повторим вычисления инертной массы m по формуле, приведенной в [141, С. 33], в новых координатах x_n^α , связанных со старыми x_c^α , преобразованием вида

$$x_c^\alpha = x_n^\alpha [1 + f(r_n)]; \quad r_n = \sqrt{x_n^2 + y_n^2 + z_n^2}.$$

Здесь $f(r_n)$ — некоторая функция r_n , удовлетворяющая условиям, подробно сформулированным в [141].

После простых преобразований для инертной массы m получим следующее выражение:

$$m = \frac{c^2}{2G} \lim_{r \rightarrow \infty} [r_g + r^3 f'^2 + 2r^2 f'(1+f)], \quad (1)$$

где r_g — гравитационный радиус; r — координата длины; G — константа гравитации; c — скорость света.

Это выражение для m отличается от полученного в [14], форм. (4.20), С. 33] наличием третьего члена в фигурных скобках, который в [141] неоправданно опущен.

Как показывает анализ, все допустимые функции преобразования координат зависят от величины $\left(\frac{R}{r}\right)^\beta$, где R — константа размерности

длины, а β — безразмерный параметр. Выбирая, например, функцию преобразования координат z в виде $z_1 \equiv (1+f) = \left[1 + \left(\frac{R}{r}\right)^\beta\right] (1 - e^{-r/R})$ и подставляя значение f' в (1), получим

$$m = \lim (M + C_1 r^{1-2\beta} - C_2 r^{1-\beta}), \quad (2)$$

где $M = \frac{r_g c^2}{2G}$ — гравитационная масса; $C_1 = \frac{c^2 \beta^2 R^{2\beta}}{2G}$, $C_2 = \frac{r^2}{G} \beta R^\beta$ — некоторые константы, в пределе при $r \rightarrow \infty$ зависящие только от параметров выбранной функции преобразования координат. Вид же выражения (2) инвариантен относительно выбора конкретной функции из класса допустимых функций.

Приведем еще пример другой функции $z_2(r)$:

$$z_2 = (1+f) = \frac{1}{(1+(R/r)^\beta)^\beta}; \quad z' = f' = \frac{\beta R^\beta}{[1+(R/r)^\beta]^{2\beta+1}}.$$

Подставляя f' в (1), получим (2) со значением констант

$$C_1 = \frac{\beta^2 R^{2\beta}}{[1+(R/r)^\beta]^4}; \quad C_2 = -\frac{2\beta R^\beta}{[1+(R/r)^\beta]^2}.$$

Такие примеры можно продолжить.

Из (2) следует, что равенство $m = M$ выполняется только в случае, когда в (2)

$$\lim_{r \rightarrow \infty} (C_1 r^{1-2\beta} - C_2 r^{1-\beta}) = 0. \quad (3)$$

Если β лежит в интервале

$$0 \leq \beta \leq 1, \quad (4)$$

то (3) не выполняется и выражение для m расходится. В точке $\beta = 1$ $M = m$, если $R = 0$. Между тем, из работы [141] следует, что равенство (3) не выполняется в другом интервале безразмерного параметра β , а именно, в интервале $0 \leq \beta \leq 1/2$. Это является следствием незаконного отбрасывания в работе [141] третьего слагаемого в формуле (1). Таким образом, если выполняется (4), то $m \neq M$ при любом способе преобразования координат, удовлетворяющем условиям, сформулированным в [141].

Поскольку инертная масса m в ОТО может принимать любые значения, то в формуле (3) можно положить $m = 0$ и тогда имеем

$$M = \frac{c^2}{2G} \lim_{r \rightarrow \infty} (C_1 r^{1-\beta} - C_2) r^{1-\beta}. \quad (5)$$

Так как M есть величина постоянная, то равенство (5) может выполняться только при $\beta = 1$. В этом случае из условия (5) и равенства

$$M = \frac{c^2 r_g}{2G} \quad \text{для любой конкретной функции преобразования координат}$$

(конкретных значениях C_2) можно найти соотношение между константой длины R и гравитационным радиусом r_g , который зависит от вида этой функции. Например, для экспоненциальной функции вида

$$z_3 = (1+f) = e^{-R/r} \quad \text{при } \beta = 1 \quad (6)$$

для R получим простую связь с гравитационным радиусом r_g

$$R = \frac{r_g}{2}. \quad (7)$$

Следует отметить, что константа длины R в ТФП во втором подпространстве у затравочных голых ЭЧ связана с r_g в теории (см. разд. 16) такой же зависимостью (7) и при этом преобразование координат связано с функцией вида (6), и если положить, согласно ТФП,

что безразмерная константа $\beta = \frac{v}{c}$, то (4) выполняется автоматически.

Поскольку в ТФП для инертной массы m справедливо то же выражение, что и в ОТО, то отсюда следует, что в ТФП принцип эквивалентности выполняться не может, что в этой теории и имеет место.

Вывод о нарушении принципа эквивалентности инертной и тяготеющей масс в случае метрики Шварцшильда может быть распространен и на некоторые другие решения уравнения Эйнштейна, например для геометрий Керра и Рейснера-Нордстрема. Метрика Керра есть точное решение уравнения Эйнштейна, описывающее пространство-время вокруг вращающегося центрального тела [46]. При $a = 0$ (a — удельный момент количества движения центрального вращающегося тела) метрика Керра вырождается в метрику Шварцшильда [46]. Из асимптотического поведения метрических коэффициентов видно, что метрика Керра приближается к метрике Шварцшильда при $r \rightarrow \infty$ [46].

Поскольку при вычислении инертной массы приходится вычислять интеграл по бесконечно удаленной поверхности, то отсюда следует, что при $r \rightarrow \infty$ остаются только специфические особенности метрики Шварцшильда и, следовательно, вывод о нарушении равенства $m = M$ при вышеуказанных условиях справедлив также в случае решения Керра.

Метрика Рейснера-Нордстрема соответствует случаю покоящегося или стационарно движущегося заряженного центрального тела и может быть записана так:

$$ds^2 = \left(1 - \frac{r_g}{r} + \frac{Gq^2}{r^2}\right) c^2 dt^2 - \frac{dr^2}{\left(1 - \frac{r_g}{r} - \frac{Gq^2}{r^2}\right)} + r^2 (d\theta^2 + \sin^2\theta d\varphi^2) \quad (8)$$

(см. [12]), где q — полный заряд центрального тела; r, θ, φ — сферические координаты. Из выражения (8) видно, что при $r \rightarrow \infty$ членами, содержащими q , можно пренебречь и эта метрика в этом пределе не отличается от метрики Шварцшильда; следовательно, поведение инертной массы при $r \rightarrow \infty$ будет также определяться метрикой Шварцшильда, т. е. принцип эквивалентности нарушается и в этом случае.

Благодарю И. Л. Герловина и его сотрудников за дискуссию.

Е. В. Гниловской

7.

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЙ КОД*

(Гипотеза о том, где природа хранит основную фундаментальную информацию)

Симбиоз — сейчас чисто биологическое понятие. В толковом словаре русского языка его определяют как "сожительство двух или более организмов, при котором они приносят пользу друг другу".

А нельзя ли расширить это понятие? Не могла ли возникнуть взаимосвязь и взаимообусловленность между другими материальными формами нашего мира? Хочется думать, что бесконечная эволюция материи во Вселенной создала очень много видов "сотрудничества", которое, конечно, не может ограничиться лишь живыми организмами.

Речь пойдет о *фундаментальном симбиозе*, который, по-видимому, проявляется не только на Земле, но и во всей Вселенной.

Если окажется, что такая глубокая и тесная всеобщая взаимосвязь действительно существует, потребуется другое слово для ее обозначения, пока же мы будем пользоваться привычным "симбиоз", понимая его шире обычного.

Когда говорят об эволюции животного мира на Земле, то прежде всего отмечают способность организмов постепенно приспосабливаться к окружающим условиям. А не имеет ли место и обратное? Нет ли случаев "приспособления" окружающей природы к нуждам развивающегося живого?

Конечно, воздух не "приспособился" к животному миру, а, наоборот, животный мир приспособился к нему. Но не во всех случаях такое объяснение возможно.

Чем, например, объяснить тот факт, что многие миллионы лет природа "заготавливала" каменный уголь и нефть, столь необходимые сейчас человечеству? Вряд ли уместно в этом случае рассуждать о том, что человечество в процессе своего развития научилось использовать природное топливо. У нас, кроме того, есть веские основания думать, что уголь и нефть природа приготовила вовсе не для сжигания, а для более целесообразного использования. Если продолжать эту мысль, то мы обнаружим очень многое, что никак нельзя отнести к способности живого приспособляться к окружающей среде.

Приведем еще пример. Темпы увеличения численности живущих на Земле людей стремительно растут. А запасы основных на сегодня видов энергии уменьшаются. Для сохранения нашей цивилизации человечеству придется овладеть новыми видами энергии, скажем термоядерной. Но не станем же мы утверждать, что быстрый рост человечества — признак приспособления его к использованию термоядерной энергии, тем более альтернативной.

Сейчас, в эпоху бурной научно-технической революции, мы все больше и больше убеждаемся в огромном влиянии научно-технического прогресса на судьбу нашей цивилизации. Понятно, что, если человек сам преобразует природу и использует эти преобразования для своих нужд, нельзя ограничить эволюционное развитие человеческого организма только фатальным влиянием внешней среды.

Не менее существенен с этой точки зрения вопрос о происхождении жизни на Земле.

Сейчас нам известна только одна форма жизни — белковая, которая может возникнуть лишь при наличии воды и кислорода, причем в очень

*) Впервые изложенная здесь гипотеза была опубликована в 1969 г. [101].

узком интервале температур. Белковая жизнь невозможна при температурах, превышающих, по крайней мере, 100°C. Она замирает, когда температура становится ниже -80°C. А интервал температур, благоприятный для наиболее совершенных живых организмов, вообще чрезвычайно мал.

В настоящее время твердо установлено, что в иных условиях белковая жизнь не возникает. Конечно, нельзя отрицать возможности существования других форм жизни. Но о них мы еще ничего достоверно не знаем, хотя на практике имеем дело с довольно широким интервалом температур и разными условиями.

Возникает вопрос, можно ли отнести к случайному стечению обстоятельств тот факт, что на Земле возникли такие благоприятные условия для развития белковой жизни? Ведь если бы при возникновении Солнечной системы расстояние от Земли до Солнца было другим, то эти условия существенно изменились бы.

Таких условий нет ни на Марсе, ни на Венере — ближайших к нам планетах Солнечной системы, это уже установлено. Но очень возможно, что эти условия когда-то были на Марсе и будут через многие миллионы лет на Венере. Если это так, то вряд ли подобный комплекс факторов разумно относить к разряду случайных.

Действительно, уж очень много требуется "случайных" совпадений, чтобы условия на поверхности планеты были благоприятны для развития высшей белковой жизни.

Для обеспечения нормального интервала температур, например, надо, чтобы среднее расстояние до Солнца, интенсивность солнечного излучения, температурный режим внутри планеты, скорость ее вращения, тепловые свойства атмосферы и ряд других факторов сочетались вполне определенным образом. Достаточно измениться одному из них, как условия, необходимые для появления теплокровных животных, исчезнут.

Еще пример. Высокоорганизованная белковая жизнь нуждается в кислороде. Простейшие формы живых организмов могут существовать в условиях кислородного голодания, но клетки человека и большинства теплокровных животных требуют определенного кислородного режима. Человек может жить без пищи до трех недель, без воды — несколько дней, а без кислорода — считанные минуты. А ведь какое огромное число совпадений разных условий на Земле потребовалось для того, чтобы клетки высокоорганизованных животных не испытывали кислородного голодания. Конечно, как мы уже говорили, воздух не "приспособился" к животному миру. На эволюцию животного мира огромное влияние оказывала среда. Ну а что, если бы в атмосфере Земли были, скажем, хлор или сероводород или больший процент углекислоты и т. д. и т. п.? Возникла бы тогда высокоорганизованная жизнь на Земле? Ведь можно назвать по крайней мере два-три десятка (если не больше) газов, которые вполне могли бы войти в состав атмосферы, но сравнительно неболь-

шого количества одного из них было бы достаточно, чтобы жизнь оказалась невозможной.

Свойство животных использовать кислород воздуха можно объяснить приспособлением их к атмосфере в процессе эволюции. Гораздо труднее понять, почему мешающие развитию животного мира условия все же не возникли на Земле, ибо к их неожиданному появлению нельзя было заранее "приспособиться". Есть немало явлений, которые могли произойти и породить на нашей планете условия, неприемлемые для высокоорганизованной жизни. Например, совсем небольшое изменение количества озона в верхних слоях атмосферы резко нарушило бы тепловой режим, а количество смертоносного ультрафиолетового излучения Солнца, доходящего до поверхности Земли, возросло бы значительно.

Недавние события с озоновой дырой — яркое тому подтверждение.

Существование человечества сопровождается таким огромным количеством удивительных совпадений, что если они чисто "случайны", то все мы живущие на Земле можем считать себя непрерывно выигрывающими на один билет самую большую сумму в ежегодной лотерее.

Вообще за последние десятилетия человечество, изумленное законами больших чисел в теории вероятностей и триумфальными победами вероятностных идей в квантовой механике, уж очень фетишизирует господство случая в явлениях природы. А правильно ли это?

Рассмотрим такой совершенно банальный пример. Обычное куриное яйцо. С точки зрения физики оно представляет собой двухфазную систему: растров твердых тел в жидкости. Что должно происходить с подобной системой при нагревании? На этот вопрос любой физик ответит, что должен возрасти хаос в системе, поскольку увеличится тепловая скорость движения молекул. Однако мы знаем, что, если нагревать яйцо до определенной температуры и поддерживать ее в течение какого-то времени, возникает самая совершенная форма — живой организм. Никакая статистика случайностей, никакие законы больших чисел не позволяли и не позволяют объяснить это явление. Кроме хорошо нам известной статистики случайностей, должна существовать еще статистика необходимостей, о которой мы до сих пор не знали ровно ничего. ПЖиРС и ТФП позволили продвинуться в понимании существа этой статистики.

Сейчас ни у кого не вызывает сомнений, что развитие живой природы на Земле определялось эволюцией по Дарвину. Но для решения всей проблемы происхождения живой и, наверное, неживой окружающей нас природы одного принципа случайного отбора совершенно недостаточно.

Известно, какую огромную роль играют в развитии живых организмов гены. Сейчас мы знаем также, что основной биологический код "записан" на уровне сложных молекул. Это, так сказать, — код данного биологического вида, код, записанный на очень совершенном

и своеобразном устройстве, явно родственном тому, что мы называем кибернетической машиной.

Но само-то это устройство тоже возникло случайно? А нет ли где-нибудь кода способности создавать такие устройства в процессе эволюционного развития? Если это так, то где же записан этот фундаментальный код?

По-видимому, можно утверждать, что все материальные формы, именно все, обладают не только энергией, но и информацией. А информация должна где-то храниться.

Московский ученый проф. Н. И. Кобозев опубликовал научную работу [145], значение которой трудно переоценить. Он доказал, что наша память, которая сохраняется десятки лет в человеческом мозгу, не может быть "записана" ни на клетках, ни на молекулах, ни даже на атомах. Не может потому, что при температуре человеческого организма тепловые колебания молекул и атомов должны достаточно быстро "стереть все записанное" в мозгу. Но, однако, память не стирается. Почему? Что же является носителем ее?

Продолжая размышлять над подобными вопросами, мы приходим к формулировке и такой серьезной проблемы. Человечество на Земле не может существовать бесконечно. Рано или поздно, пусть даже через многие сотни миллионов лет, его уже не будет на нашей планете. Нет сомнения в том, что подобные нам существа были когда-то на других планетах нашей необъятной Вселенной, будут возникать и впредь и, наверное, существуют одновременно с нами где-то в далеких мирах. Спрашивается, неужели все это случайные, независимые друг от друга, разрозненные явления? Неужели у человечества не было предков и не будет потомков? Неужели природа, создавая мыслящие живые существа, забывается игрой в кости?

Уж очень не хочется примириться с положительными ответами на эти вопросы. Наши размышления затронули только часть подобных вопросов, даже на первый взгляд не имеющих тесной связи между собой. Однако можно высказать носящую пока предварительный характер догадку, которая позволит если не наметить ответы на все перечисленные вопросы, то, по крайней мере, приоткрыть завесу тайны над ними.

На эти вопросы гораздо легче было бы ответить, если обнаружить некие структуры, содержащие фундаментальный код развития материи во Вселенной.

Действительно, представим себе, что существуют некие гипотетические образования, имеющие какую-то внутреннюю структуру и сохраняющие свои свойства, несмотря на все известные нам катаклизмы. Эти фундаментальные частицы должны сохранять структуру при самых бурных процессах, к которым относятся, например, взрывные процессы в звездах, ядерные реакции, протекающие в центре звезд при огромных температурах и давлениях, и т. п.

Особенно важно таким объектам сохраниться при передвижении в "пустоте". Все звезды, планеты и другие тела занимают совершенно ничтожную часть Вселенной. "Пустоту" когда-то называли эфиром, потом от этого термина отказались. А сейчас физики ввели новое понятие "вакуум", который наделяется все новыми и новыми свойствами. Он вмещается, например, в процессы, протекающие в атоме, внося соответствующие "вакуумные поправки" в экспериментальные данные (подробнее см. разд. 1.5., 5.4., ч. II и III). В нем рождаются "из ничего" пары частица — античастица, такие как электрон и позитрон, и при этом вакуум сам по себе не имеет температуры, его температура равна "абсолютному нулю". (Межзвездное пространство имеет отличную от нуля температуру потому, что кроме "вакуума" в нем много разных частиц и тел). Сохраняться очень долго в такой особой среде, видимо, не так легко.

Однако весьма устойчивые объекты в мировом пространстве есть. Ими являются, например, протоны, составляющие большую часть так называемых первичных космических лучей. Эти частицы блуждают по всей Вселенной, сохраняя свои свойства. Ни в каких катаклизмах не происходит разрушения протонов. Но для постановки вопроса о том, что космические лучи, и в частности протоны, несут в себе фундаментальный код эволюции материи во Вселенной, необходимо предположить, что они обладают какой-то внутренней структурой, на которой этот код может быть "записан". Правда, наше представление о механизме "записи" кодовых программ еще очень примитивно (ведь только около 40 лет назад мы вообще узнали о том, что подобные программы могут существовать). Возможно, "запись" программы осуществляется и каким-то другим способом, не требующим внутренней структуры. Но нам думается, апеллировать к чему-то уму непостижимому нет никакого смысла.

В данной монографии мы говорим о единой структуре так называемых элементарных частиц — микрочастиц, согласно которой они состоят из очень большого числа "субчастиц" (например, протон состоит из 6 тыс. "субчастиц"). Правда, предполагается, что эти "субчастицы" не могут существовать самостоятельно и что микрочастицы в этом смысле элементарны — неделимы. Однако устойчивая структура у элементарных частиц может быть, а следовательно, на такой структуре может быть "записан" и фундаментальный код. Причем столь большое количество субчастиц может обеспечить "хранение" не одной, а многих программ, в том числе и предусматривающих эволюционное развитие с учетом "неожиданно" возникающих ситуаций, т. е. "случайных" эволюционных факторов.

Что же из этого предположения может следовать? Как известно, генетическая программа определяет физиологическую жизнедеятельность простейших организмов. Даже такие относительно сложные организмы, как насекомые, по-видимому, целиком управляются заранее

"записанной" программой. Случайные явления вызывают только мутации, а с ними и эволюционное "дописывание" программы.

Нечто похожее может происходить в масштабах всей Вселенной. Если космические лучи несут в себе фундаментальный код, то в нем могут содержаться основы эволюционного развития живой и неживой природы. Сюда могут входить принципы программирования эволюции звездных систем, планетарных систем, планет, а также, конечно, и эволюции флоры и фауны на планетах.

Нетрудно понять, что это позволяет дать ответы на те вопросы, которые здесь высказаны, и им подобные.

Не следует, конечно, думать, что наличие такого фундаментального кода во Вселенной, обеспечивающего гармонию в эволюционных процессах и создающего фундаментальный симбиоз, фатально все предопределяет. В конкретной реализации программы в процессе эволюции огромная роль принадлежит случаю, что блестяще доказал Дарвин и что особенно стало понятно в ходе развития современной генетики. И уж, бесспорно, поведение отдельных людей или целых групп человеческого общества далеко не всегда определяются фундаментальной программой. Здесь многое определяется уже другой программой, которая вырабатывается в процессе исторического развития человечества и является его духовной ценностью.

И. Л. Герловин

8. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГИИ ФИЗИЧЕСКОГО ВАКУУМА ПРИ АКТИВАЦИИ ЖИДКИХ ТОПЛИВ

Исследование явления активации различных сред, и в частности воды и водных систем при воздействии физических факторов, относится к числу проблем, при истолковании которых современная физика и физическая химия сталкиваются с принципиальными затруднениями.

Мы уже упоминали, что накопленный к настоящему времени обширный экспериментальный материал, относящийся к изучению влияния на свойства жидкостей механических воздействий магнитного поля, высоких температур, фазовых переходов, не получил до сих пор полного теоретического истолкования. Открытый относительно недавно метод электрохимической активации воды ставит вопрос о механизме с еще большей остротой.

Выбирая в разд. 23 в качестве начальных объектов исследования активацию водных растворов и органического топлива электрическим полем, мы ставили цель показать возможности и преимущества теории фундаментального поля при объяснении сущности этого явления, а также при решении ряда прикладных задач, связанных с использованием свойств активированных жидкостей.

Здесь мы рассмотрим процесс активации топлива. Если в топливе содержится диссоциируемая жидкость, например вода, в количестве до 5–10%, то доминировать будет процесс активации воды, описанный в разд. 23, если же топливо безводно, то диссоциации нет. Однако топливо может тем не менее активироваться. Процесс активации сводится к следующему: при наложении на топливо электрического или электромагнитного поля возбужденные ЭЧВ электрон-позитронного вакуума внедряются в структурную форму молекул топлива. Эти "внедренные" в атомы и молекулы топлива ЭЧВ всегда имеют отличный от нуля дипольный момент, т. е. они возбуждены и обладают конечной потенциальной энергией. Процесс внедрения ЭЧВ в молекулы топлива начинается под воздействием поля и продолжается некоторое время после этого воздействия. После "облучения" топлива полем через некоторое оптимальное время число внедренных в молекулы ЭЧВ будет максимально. По истечении этого возбужденные внешним полем ЭЧВ будут выходить из молекул и через некоторое время метастабильное состояние возбуждения исчезнет. Если в момент максимального внедрения ЭЧВ в молекулы топлива оно будет сжигаться, то в процессе горения ЭЧВ не только окажутся вне молекул — продуктов горения, — но и при этом у них будет спадать возбуждение — исчезать дипольный момент. При одновременном снятии возбуждения у большого числа ЭЧВ будет выделяться дополнительная энергия. Эта энергия выделяется во втором подпространстве структуры частиц в ТФП (подробнее см. ч. I–IV). Однако в определенных точках — точках бифуркации — эта энергия может перейти в базу расслоенной структуры частиц — лабораторное подпространство.

Таким образом, если сжигать топливо по истечении оптимального времени после активации его полем и создать условия бифуркационного перехода энергии из второго подпространства в первое, то в процессе горения активированного таким образом топлива будет выделяться некоторое количество энергии за счет энергии физического вакуума, которая добавится к стандартной теплотворной способности данного топлива. Это теоретическое предсказание, следующее из ТФП, было проверено экспериментально и подтверждено.

Средством экспериментальных исследований явился стенд, технологическая схема которого представлена на рис. П.1. Стенд обработки предусматривал замеры расхода топлива, силы тока, напряжения, окислительно-восстановительного потенциала eH . Основными элементами стенда являются активатор 1, источник питания 4, тарировочное устройство для замера расхода топлива 2, трансформатор 3, обеспечивающий получение высокого напряжения. Устройство активатора позволяет отбирать топливо из зоны катода и зоны анода.

Объектом испытаний явилось топливо тяжелых сортов: моторное ДТ, ГОСТ 1667–78; газотурбинное, ГОСТ 10433–75; мазут флотский Ф5, ГОСТ 10585–75. Кроме того, ряд экспериментов был проведен

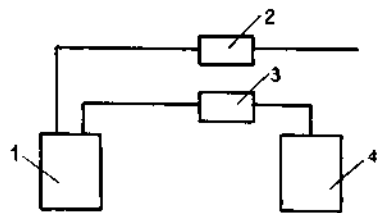


Рис. П. 1. Схема опытного стенда

на легком реактивном топливе ТС-1, ГОСТ 10227-62. Основные характеристики этих топлив представлены в табл. П. 1.

Топлива, на которых проводились экспериментальные исследования, в основном соответствовали предельным показателям ГОСТов, за исключением температуры вспышки (значения по ГОСТам указаны в скобках).

Методика экспериментальных исследований состояла в следующем. Одним из возможных методов контроля воздействия электрического поля на топливо является изменение окислительно-восстановительного потенциала eH обработанного топлива по сравнению с исходным (необработанным). Чем больше разница в значении eH топлив исходного и обработанного, тем сильнее воздействие поля. Поэтому перед началом эксперимента по определению изменений различных характеристик топлив осуществлялась тарировка по выбору оптимального расхода топлива при неизменном напряжении.

Следует отметить, что показатель eH не является определяющим критерием, устанавливающим степень воздействия поля на топливо. Однако его привлекательность состоит прежде всего в том, что это экспресс-анализ, дающий возможность быстро установить наличие или отсутствие активации. В связи со сложностью процесса активации топлива повторяемость результатов эксперимента зачастую зависит от тех

Таблица П. 1

Топливо	Характеристики					
	Вязкость кинематическая при разной температуре (°C), мм ² /с			Плотность при 20 °C, г/см ³	Температура вспышки в закрытом тигле, °C	Теплота сгорания низшая (по ГОСТу), кДж/кг
	20	50	(условная) 50			
ДТ	—	36	5	0,93	88 (65)	—
Ф5	—	—	5	0,94	80 (80)	41454
Газотурбинное ТС-1	7,18	—	1,6	0,935	100,4 (65)	39800
ТС-1	1,25	—	—	0,775	30 (28)	42947

факторов, влияние которых еще не изучено. Поэтому даже качественная оценка активации, которую дает изменение eH , методически оправдана.

Изменение eH в большом количестве проб обработанного топлива позволяет найти оптимальный расход топлива через активатор.

В качестве примера на рис. П. 2 представлены данные по определению оптимального расхода для газотурбинного топлива. По оси абсцисс отложен расход топлива, по оси ординат — значение eH . Пунктиром показано значение eH необработанного топлива, каждая точка — это восемьдесят измерений. Хорошо виден оптимум, приходящийся на определенный расход топлива. Снижение eH при уменьшении расхода можно объяснить тем, что изменяется гидродинамическая обстановка в активаторе и она каким-то образом влияет на процесс активации отрицательно.

Так как с изменением расхода топлива при постоянном напряжении eH меняется, то необходимо было для каждого сорта топлива найти свой оптимальный расход, являющийся основополагающим, на котором и осуществлялись основные измерения для данного сорта топлива. Напряжение электрического поля изменялось в пределах от 6 до 50 кВ.

После обработки топлива определялись следующие его эксплуатационные показатели: испаряемость, температура вспышки, вязкость кинематическая, поверхностное натяжение.

Выбор данных эксплуатационных показателей определялся, с одной стороны, важностью их при работе теплового двигателя (или котла, так как эти параметры влияют на процесс сгорания топлива), с другой стороны, указанные показатели между собой взаимосвязаны (например, с увеличением испаряемости должна падать температура вспышки, вязкость и поверхностное натяжение).

После проведения измерения указанных показателей, дающих возможность установить более достоверно картину воздействия активации на топливо, были осуществлены эксперименты по изучению влияния электрического поля на теплоту сгорания топлива.

Испаряемость определялась взвешиванием проб топлива, исходного и обработанного, по уменьшению массы пробы; температура вспышки определялась в закрытом тигле на приборе ПВМ. Кинематическая вязкость определялась с помощью капиллярного вискозиметра ВПЖ-4. Поверхностное натяжение определялось методом отрыва кольца. Опре-

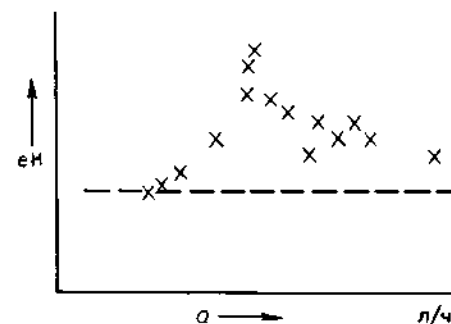


Рис. П. 2. Зависимость eH от расхода топлива Q , пропущенного через активатор

деление теплоты сгорания топлива до и после обработки осуществлялось по ГОСТ 6712-58 на топливе моторном ДТ.

Обратимся к результатам экспериментальных исследований.

Как уже указывалось, изменение метастабильного состояния топлива происходит во времени довольно интенсивно. Об этом можно судить по величине eH . На рис. П.3 показано падение eH у обработанного топлива во времени: за 20 мин значение eH снизилось на ~ 100 мВ (изменение зависит от многих факторов, и в частности от вида топлива).

На рис. П.4 представлены результаты исследований по испаряемости топлива. По оси абсцисс отложено время отсчета, а по оси ординат — изменение массы испаряющегося топлива в процентах. Результаты этих экспериментов показали, что испаряемость обработанного топлива выше, чем необработанного.

Изменение температуры вспышки при обработке топлива показано на рис. П.5. По оси абсцисс отложены номера опытов (опыты проводились на газотурбинном топливе), по оси ординат показано изменение температуры вспышки. Среднее значение составило $t_{всп}^{иск} = 100,4 \pm \pm 1,5$ °C. Это значение было принято в качестве эталона сравнения. Температура вспышки обработанного топлива $t_{всп}$ снижалась. Абсолютное максимальное значение изменения температуры вспышки Δt составило для газотурбинного топлива $6,0$ °C, а для моторного топлива 7 °C.

Последовательное определение температуры вспышки в обработанном топливе во времени показало, что метастабильное состояние с течением времени исчезает и температура вспышки становится равной исходной. Для наших опытов это время составило около часа.

Как следует из серии опытов по определению испаряемости и температуры вспышки, они согласуются друг с другом: с увеличением испаряемости снижается температура вспышки.

Исследование изменения кинематической вязкости осуществлялось на топливе ДТ. Было получено, что изменение вязкости зависит от места отбора топлива. Катодная проба дала повышение вязкости на $2,6\%$, через 30 мин снизилась до отличия от исходной на $0,6\%$ и через 170 мин сравнялась с исходной. Анодная проба дала понижение вязкости на $2,7\%$, затем через 40 мин отличие составило 2% , через час стала отличаться на $0,6\%$ и через 190 мин стала равной исходной.

Результаты исследования влияния электрического поля на поверхностное натяжение топлива (эксперименты проводились на флотском мазуте Ф5) показали, что в топливе, отобранном из зоны катода, поверхностное натяжение снизилось на $4,8\%$. Анодная зона дала снижение величины поверхностного натяжения на 2% .

Таким образом, на основании проведенных исследований была установлена принципиальная возможность улучшения некоторых эксплуатационных характеристик топлива путем воздействия на него электрическим полем. В частности, снижение поверхностного натяжения

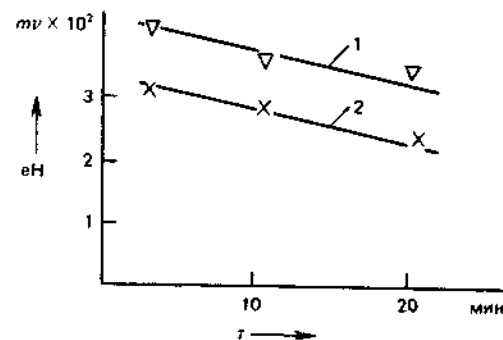


Рис. П. 3. Изменение eH обработанного топлива во времени
1 — отбор из зоны анода; 2 — отбор из зоны катода

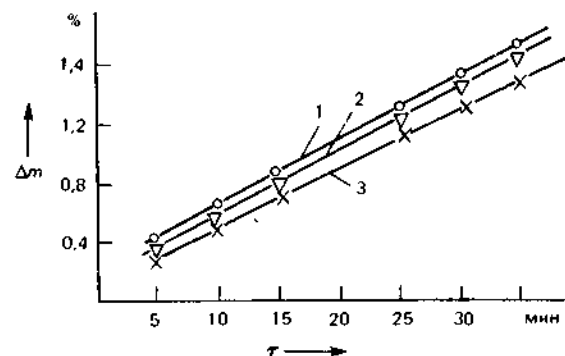


Рис. П. 4. Испаряемость топлива
1 — отбор из зоны анода; 2 — отбор из зоны катода; 3 — необработанное топливо

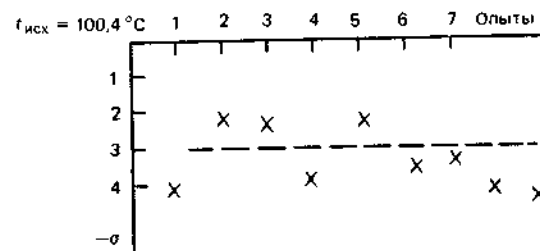


Рис. П. 5. Изменение температуры вспышки топлива при обработке

топлива и повышение испаряемости и некоторое снижение вязкости может оказать положительное влияние на процесс распыливания топлива в цилиндре двигателя и увеличения теплоты сгорания топлива, что в конечном итоге может привести к уменьшению расхода топлива в двигателе. При этом некоторое снижение температуры вспышки не является определяющим отрицательным фактором в противопожарном отношении.

Полученные результаты по влиянию электрообработки на показатели качества топлив явились базой, позволившей перейти к более детальному изучению влияния активации на изменение теплоты сгорания топлив.

Предполагалось, что увеличение теплоты сгорания топлива может вызвать

уменьшение потерь на диссоциацию веществ, которая всегда сопровождает процесс горения и потребляет часть выделившейся при этом энергии;

участие в протекающих реакциях возбужденных элементарных частиц вакуума, отдающих при этом часть накопленной энергии возбуждения.

В связи с этим затраченная энергия должна быть меньше, чем выделившаяся при сгорании. Это предположение подтвердили проведенные эксперименты.

Следует отметить, что время релаксации у топлив может быть небольшим, поэтому активированное топливо необходимо использовать по истечении небольшого времени после активации. Однако наблюдались случаи роста степени активации после окончания воздействия на топливо активируемого поля. Поэтому надо определить оптимальное время использования топлива после активации. При обработке результатов экспериментального определения теплоты сгорания находилось среднее квадратичное отклонение (ГОСТ 8.213-76).

В процессе контрольных замеров действительными принимались только те опыты, в которых результаты определения теплоты сгорания необработанного топлива находились в пределах доверительного интервала калибровки калориметрической системы. Повышение теплоты сгорания считалось доказанным для тех опытов, когда значение теплоты сгорания активированного топлива выходило за утроенные доверительные границы, определенные по необработанному топливу.

В табл. П.2 представлены результаты определения теплоты сгорания необработанного топлива. За исходное среднее значение теплоты сгорания с учетом утроенной доверительной границы принято значение $Q = 42653 \pm 642$ кДж/кг. eH исходного топлива составило 300 мВ.

В табл. П.3 показаны значения величин eH , теплоты сгорания Q , прирост теплоты сгорания ΔQ для топлива ДТ (ГОСТ 1667-78), подвергнутого активации в электрическом поле.

Таблица П.2

Опыт	Теплота сгорания, кДж/кг		
	Q	ΔQ	ΔQ^2
1	41812	-721	67444
2	42487	-146	21506
3	42960	484	234566
4	43052	419	175561
5	43157	524	274318
6	42319	314	98756

Таблица П.3

Опыт	$eH, мВ$	$Q, кДж/кг$	$\Delta Q = Q - \bar{Q}, кДж/кг$
1	-	43978	1445
2	+1150	46710	4177
3	+900	46090	3557
4	+680	55308	13775
5	+550	49023	6490
6	+910	46090	3557
7	+1080	45738	3205

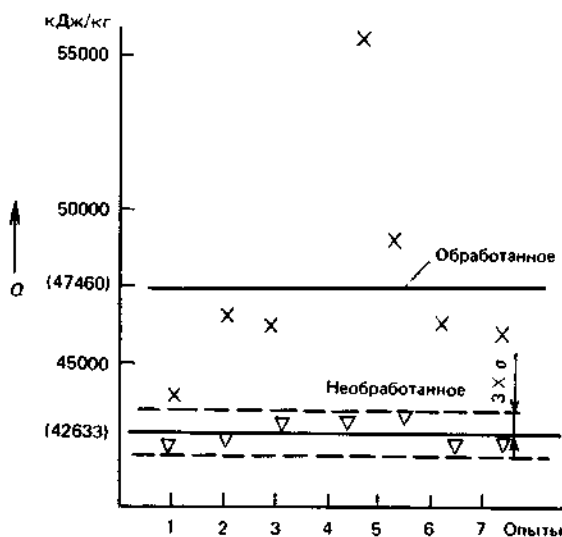


Рис. П.6. Прирост теплоты сгорания топлива ДТ

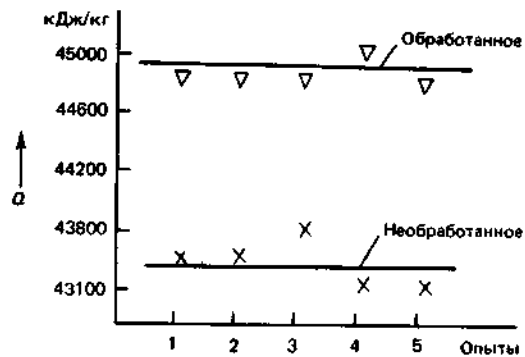


Рис. П.7. Прирост теплоты сгорания топлива ТС-1

На рис. П.6 показан прирост теплоты сгорания топлива ДТ после его обработки электрическим полем. Также приведен доверительный интервал значений теплоты сгорания необработанного топлива, равный 3σ . Как следует из графика, все полученные значения теплоты сгорания лежат значительно выше величины утроенного доверительного интервала, что дает основание рассматривать эти опыты как достоверные. Средний прирост теплоты сгорания составил 10%.

Интерес представляет сопоставление энергий, которое мы сообщаем топливу при его активации, и энергии, дополнительно выделяемой топливом при его сгорании после активации.

В наших экспериментах энергия, сообщенная топливу (при исходном напряжении $U = 12$ В и силе тока $I = 2,5$), составила 30 Вт. Это та мощность, которая забиралась из сети. Каждому килограмму топлива (при расходе 30 л/ч и плотности топлива $0,93$ г/см³) сообщалось 0,385 кДж/кг. В опытах же 3 и 6, например, приращение теплоты сгорания составило 3460 кДж/кг.

Следует отметить, что в данном случае ток расходовался главным образом на сопротивление (потери) в активаторе. Таким образом, приращение энергии вследствие возбуждения элементарных частиц вакуума составило для данного опыта $3460 - 0,385 = 3459,7$ кДж/кг.

Эксперименты на топливе ТС-1 были выполнены по ГОСТ 10227-62 В. В. Назаровым и приведены на рис. П.7.

Таким образом, эффект повышения теплоты сгорания при его активации был подтвержден.

И. Л. Герловин, И. А. Иванов, В. В. Назаров.

9. РОЛЬ И МЕСТО ПАРАДИГМЫ ДЛЯ ЖИЗНЕСПОСОБНЫХ И РАЗВИВАЮЩИХСЯ СИСТЕМ В ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВ

В работе [134, С. 27] отмечается, что парадигма для жизнеспособных и развивающихся систем (ПЖИРС) со времени ее возникновения в середине 40-х годов долгое время не публиковалась и поэтому не рассматривались возможности ее использования в ряде наук, в том числе и экономике. Прошедшее время, и особенно последние годы, связанные с радикальным совершенствованием хозяйственного механизма, существенным расширением самостоятельности предприятий, снижением уровня госзаказов, ускорением НТР и др., выявили рост неопределенности как в потреблении продуктов, так и в их производстве. Вместе с тем, стала очевидной тенденция к росту открытости как экономики в целом, так и отдельных производственных систем (ПС).

Возрастание открытости ПС, с одной стороны, и рост неопределенности, с другой, подтвердили, что путь от выживания ПС к жизнеспособному состоянию и дальнейшему развитию требует перехода на качественно новый уровень теоретического осмысления направлений эффективного развития ПС. Все это обусловило проработку комплекса вопросов, среди которых, в первую очередь, следует выделить

1. Формирование концепции организации современного производства.
2. Разработку парадигмы организации жизнеспособных и развивающихся производственных систем (ЖИРПС).
3. Отработку целевых программ комплексного развития производства предприятий (ЦПКРП).
4. Апробацию инструментария выбора, достижения и поддержания эффективных вариантов организации ПС.
5. Отладку механизма активной хозрасчетной заинтересованности коллективов в функционировании организации ЖИРПС.

Здание любой концепции, понимаемой как определенный способ трактовки какого-либо предмета, явления, процесса, если оно не имеет доброкачественного теоретического фундамента, методологической основы и методического обеспечения, обречено на разрушение. Блоками рассматриваемого фундамента концепции являются теория потребительной стоимости, общественного разделения труда, экономического гомеореза и гомеостаза. Именно такой подход позволяет оценивать организационные решения с позиций затрат (стоимости) и результатов (потребительской стоимости); доводить решения по специализации до элементарных производственных систем (рабочих мест); определять важнейшие параметры работы предприятий и допуск на их отклонения по всей траектории изменения в процессе перевода ПС из одного качественного состояния в другое (гомеорез) и в процессе стабильного функционирования ПС (гомеостаз).

Блоками методологической основы концепции являются принципиальные положения адаптации производства и продукции, системного подхода и оптимизации решений. Адаптация позволяет оценить способность ПС к обнаружению целенаправленного приспособляющегося поведения в сложных средах и этапы самого процесса приспособления с учетом адаптивности, т. е. разнообразия условий, к которым может приспособляться ПС за счет изменения своих структур. Следовательно, реализация триады цель-среда-структуры проходит через механизм адаптации. Адаптация первого рода, т. е. перевод системы из одного состояния в другое, как в силу происходящих внутри ПС эволюционных преобразований, так и внешних, связана с процессами экономического гомеореза. Адаптация второго рода, т. е. поддержание функционирования ПС в пределах одного состояния за счет изменения своих структур в пределах возможностей самофинансирования, связана с экономическим гомеостазом. Системный подход обуславливает учет вертикальных и горизонтальных связей в производстве при доведении решений до неделимых элементарных ПС — рабочих мест. Необходимость оптимизации связана с тем, что нельзя принять грамотных плановых решений по развитию производства, отталкиваясь только от факта, так как при этом без знания оптимальных значений параметров можно оказаться далеко как слева, так и справа от оптимума, что в хозяйственных условиях функционирования производства является недопустимым.

Наконец, блоками методического обеспечения являются целевая программа комплексного развития производства предприятия, система нормативов эффективной организации производства, система экономико-математических моделей, система автоматической организации производства и блок активной заинтересованности или хозяйственного согласования интересов. Краткое содержание каждого из перечисленных блоков дается ниже.

Каким же принципам должно удовлетворять развитие организации производства в целом, чтобы наложение на нее современных требований динамичного управления предприятиями и их подразделениями, обеспечивало ее изменение как жизнеспособной и развивающейся производственной системы. В настоящее время система таких принципов, органически вписывающихся в рассмотренную выше концепцию, сформирована. Парадигма ЖиРПС базируется на ПЖиРС. Все восемь принципов, составляющих основу ПЖиРС, полностью соотносятся с парадигмой ЖиРПС. Применительно к ПС представляется целесообразным утверждение, что стержнем организации производства жизнеспособных и развивающихся ПС является превалирование отрицательной энтропии над положительной для адаптации второго рода. Последующее развитие в связи с переводом ПС в качественно новое состояние (адаптация первого рода) связано с резким возрастанием потока информации, несущей отрицательную энтропию. Все это имеет место только в открытых ПС. Более того, с ростом открытости ПС поток отрицательной эн-

тропии нарастает. Следовательно, возрастание открытости ПС является необходимым условием проведения радикальных преобразований ПС. Достигнуть этого можно лишь на пути снижения уровня госзаказов, расширения хозяйственной самостоятельности предприятий, углубления процессов самоуправления и других, вытекающих из проводимой хозяйственной реформы управления экономикой.

Информационный подход к функционированию ЖиРПС становится определяющим в формировании концептуальной схемы совершенствования, а точнее, перестройки организации современного производства предприятий серийного машино- и приборостроения и обеспечивающим в новых условиях хозяйствования не только выживаемость, но также получение хозяйственного дохода для достижения уровня жизнеспособности и дальнейшего развития.

Для реализации концепции и превращения принципов парадигмы в реальность на практике требуется наличие соответствующей программы действий, инструментария и механизма заинтересованности коллектива во внедрении.

Целевая программа строится по направлениям развития конструкций, технологии, организации производства, механизма хозяйственного управления. Ее отличительной особенностью является строгая ориентация на производство всей номенклатуры изделий, четкое формирование конечных, практически достижимых результатов и набора методов, обеспечивающих их реализацию. Подробно все это представлено в работе [147].

Методическое обеспечение формирует инструментарий выбора, достижения и поддержания эффективных вариантов организации ПС. Система нормативов является тем звеном инструментария, которое позволяет на практике оценивать и пересматривать организационные условия производства, величину энтропии ПС участков и цехов, затраты на изготовление продукции и их сокращение на каждый пункт снижения неопределенности в ПС. Значимость нормативов определяется тем, что фактическим значениям нормативов соответствуют фактические нормы расходования ресурсов, плановым — плановые, а оптимальным — минимальные.

Система экономико-математических моделей позволяет осуществлять имитационное моделирование и выбирать в процессе его осуществления наилучшие решения, оценивать эффективность и потери от упущенных возможностей при работе в условиях, отличающихся от оптимальных.

Известно, что конструкция, как и технология, разрабатываются применительно к конкретному изделию (сборочной единице, детали). Результативность этих разработок во многом проявляется в процессе их совместного изготовления, т. е. через организацию производства. Существуют САПР конструкции, САПР технологии, САПР управления (АСУ). Проектирование важнейшей компоненты производства — его

организация – оказалась без соответствующего автоматизированного обеспечения. Пора признать, что САПР ОП это такая же значимая система автоматизированного проектирования, как и остальные САПР. Только при наличии САПР ОП можно осуществлять многоальтернативные расчеты, оценивать изменения, вносимые динамикой продукции в производственную структуру, в парк технологического оборудования, организационные условия производства и др., т.е. решать практические задачи роста организованности ПС и снижения положительной энтропии. Если вчера говорить о создании на предприятиях САПР ОП было еще рано, так как, с одной стороны, не было соответствующих наработок и, с другой, – не созрели внешние и внутренние для предприятий условия активной заинтересованности их внедрения, то завтра будет поздно.

Наконец, последним в совокупности методического обеспечения является блок хоэрасчетного согласования интересов. Это тот элемент концепции, без которого ее невозможно использовать. Согласование личных интересов работников с коллективными предприятиями, региональными, отраслевыми и народнохозяйственными является необходимым условием эффективного функционирования ЖРПС.

Р. Л. Сатановский

10. ОБ ОБЩЕМ ЗАКОНЕ ДЛЯ ЖИЗНЕСПОСОБНЫХ И РАЗВИВАЮЩИХСЯ СОЦИАЛЬНЫХ СИСТЕМ В ЧЕЛОВЕЧЕСКОМ ОБЩЕСТВЕ

Анализ ПЖиРС (см. разд. 2) показал, что и при формировании теории для социальных систем может быть использована парадигма, на базе которой была разработана единая теория ТФП. В приложении 9 проф. Р. Л. Сатановский показал возможность использования ПЖиРС для формирования нового подхода к экономике производств. Здесь мы обращаем внимание читателя на возможность применения ПЖиРС в социологии.

Как уже указывалось (разд. 2), любая теория, базирующаяся на ПЖиРС, должна удовлетворять принципам, которые составляют основу парадигмы.

Возможность реализации указанных принципов ПЖиРС для формирования различных теорий жизнеспособности и способности к развитию социальных структур мы представляем сейчас в таком виде:

1. Методика выбора расслоенных пространств опирается, во-первых, на математический формализм этой теории [8], во-вторых, на историко-графические и диалектические положения, составляющие основу данной науки.

Пример. В системе Земная цивилизация (ЗЦ) этим условиям удовлетворяет в качестве базы множества представление, именуемое Чело-

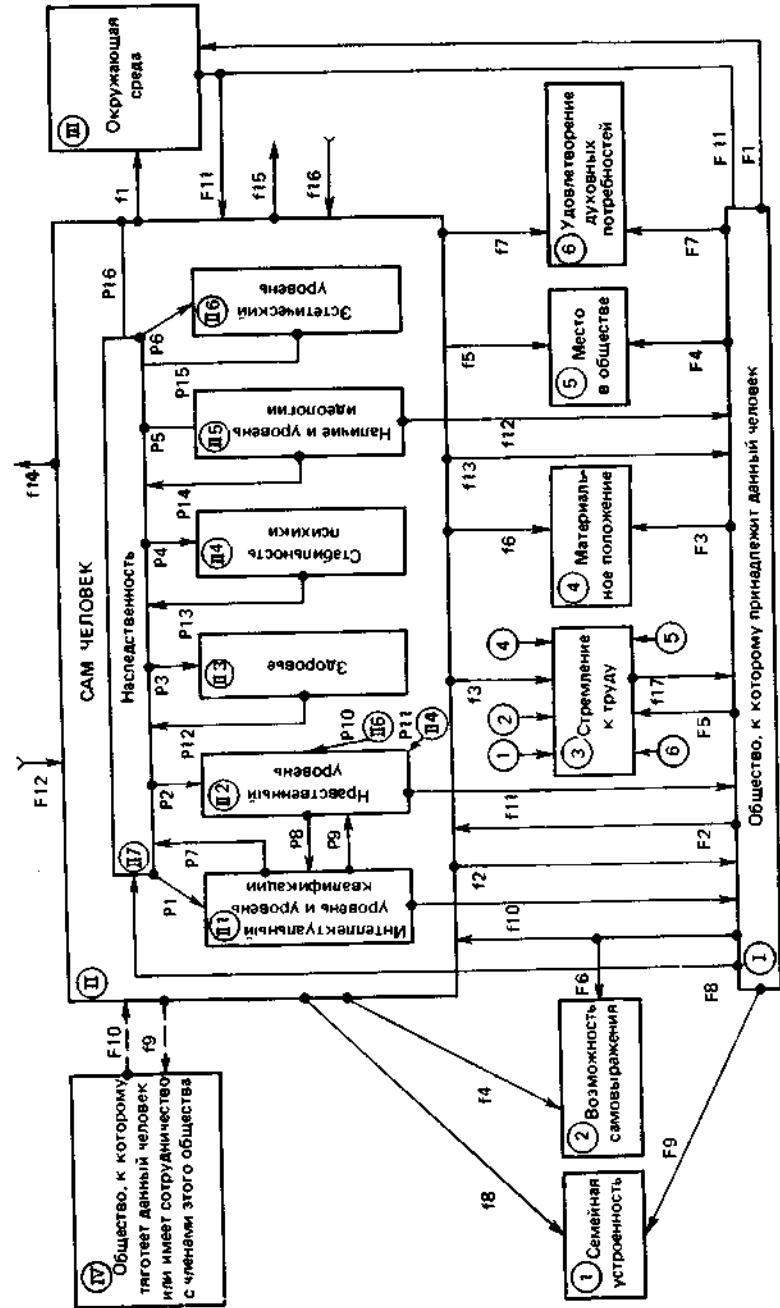


Рис. П.8. Условная диаграмма расслоенного пространства, в котором взаимодействие между сложными жизнеспособными и способностями к развитию цивилизации на Земле (I – VI – слои (первый уровень); I – VI – слои (второй уровень)); P_n; f_n; G_n – каналы информации

вещество на Земле, а в качестве слоев — Государства в их этнически и социологически естественных границах.

2. и 3. Методика выбора основных каналов информации сводится к основному требованию: информация, идущая от одного слоя к другому, должна при поступлении в данный слой способствовать установлению там порядка и снижению хаоса.

Пример. В системе ЗЦ обмен информацией между государствами, национальными группами, сторонниками разных религий должен стабилизировать, а не дестабилизировать эти структуры. Это выгодно *всей* цивилизации.

4. Методика выбора оптимальных импульсов развития сводится к тому, что выбирается наиболее полезный сигнал и выбирается наиболее подходящее время его резкого возрастания.

Пример. Для ЗЦ таким импульсом может быть НТР, бурный рост которой стимулируется в нужное время и в нужном направлении.

5. и 6. Диагностика возможных болезней, системы и методов их лечения осуществляется анализом того, во-первых, какие виды информации следует отнести к способствующим порядку (негоэнтропия) или хаосу (положительная энтропия).

Пример. Для ЗЦ положительную энтропию несут

а) развитие военных приготовлений и угроз войны; б) нарушение экологического равновесия человек — окружающая среда; в) национальная и религиозная рознь и нетерпимость; г) социальная рознь и нетерпимость; д) злоупотребление прогрессом НТР.

7. Для формализации программ при расчете условий жизнеспособных и развивающихся систем надо данную опорную часть системы (большей частью базу расслоения) считать расположенной в действительной, а остальную часть — в мнимой областях.

Пример. В системе ЗЦ сообщество людей на Земле описывается действительными величинами, а все социальные, экономические, политические и другие слои, обеспечивающие жизнеспособность этого сообщества, — мнимыми величинами.

В качестве конкретного примера использования ПЖиРС ниже излагаем наше представление об основах формирования теории структур в системе Человек — Общество (рис. П. 8). Каналы информации между слоями в этой структуре трактуются нами так:

I. Содержание каналов информации в Человеке как системе

P1 — наличие таланта; *P2* — доброжелательность, склонность к самоанализу; *P3* — надежность всех составляющих жизненной структуры организма; *P4* — отсутствие наследственных психических патологий; *P5* — способность к вере в идеалы; *P6* — способность положительно воспринимать искусство и литературу; *P7* — интеллект, ставший натурой; *P8* — трудолюбие; *P9* — умение владеть собой; *P10* — умение видеть красивое в процессе соблюдения нравственных норм; *P11* — выдержка в трудных

ситуациях; *P12* — отсутствие необратимых патологий; *P13* — отсутствие устойчивых психических болезней; *P14* — вера в идеалы стала неустрашимой привычкой — натурой данного человека; *P15* — любовь к искусству стала натурой данного человека; *P16* — стабильный волевой характер стал натурой человека.

II. Содержание каналов информации, идущих от человека

f1 — уважение нужд окружающей среды; *f2* — вклад в уровень цивилизации; *f3* — проявление таланта; *f4* — предприимчивость, стремление к лидерству в работе; *f5* — умение уважать других членов общества, уровень стремления к лидерству в коллективе; *f6* — объективный подход к потребностям; *f7* — умение ценить достоинства культуры; *f8* — контактность, наличие и уровень чувств; *f9* — вклад в уровень общества; *f10* — способствовать росту интеллектуального уровня и уровня квалификации; *f11* — вклад в нравственный уровень всего общества; *f12* — верность, преданность обществу, способствующие стабильности общества; *f13* — вклад в формирование идеологии общества; *f14* — информация для космической памяти; *f15* — персональная информация для других членов общества; *f16* — персональная информация от других членов общества; *f17* — трудовой вклад данного человека в развитие общества.

III. Содержание каналов информации, идущих от общества и окружающей среды

F1 — создание условий нормального функционирования для окружающей среды; *F2* — обеспечение человека образованием, медицинским обслуживанием, полными правами и необходимыми обязанностями; *F3* — нормальный уровень зарплаты и стоимости жизни; *F4* — предоставление должности, звания и возможности принадлежать к естественному для данного человека слою общества; *F5* — обеспечение человека хорошим уровнем комфорта на работе и в быту, признание заслуг человека, выражающееся через премии, награды, привилегии; *F6* — обеспечение полной социальной справедливости; *F7* — предоставление возможности свободно пользоваться театром, кино, книгами и т. п. культурными ценностями, обеспечение возможности общения с другими членами общества; *F8* — требование радикальной перестройки натуры данного человека; *F9* — обеспечение хороших жилищных условий и возможности комфорта в быту; *F10* — влияние на идеологию и нравственность; *F11* — обеспечение условий существования и нормального функционирования; *F12* — информация из космической памяти.

Предлагаемый нами новый метод подхода к систематизации и анализу социальных структур должен, по нашему мнению, принести пользу при решении ряда вопросов, связанных с перестройкой в нашем обществе.

Автор благодарит за дискуссию по изложенным в этой заметке вопросам проф. В. А. Ядова и канд. филос. наук А. Н. Ющенко.

И. Л. Герловин

1. В приложениях к монографии помещено 10 работ автора и его коллег, которые выходят за рамки вопросов, непосредственно излагаемых в монографии, но имеют самое непосредственное отношение к проблеме развития и использования Парадигмы для жизнеспособных и развивающихся систем и Единой теории фундаментального поля.

2. Содержание статей, помещенных в приложении, в большинстве случаев в комментариях не нуждается. Единственно, что, по-видимому, целесообразно отметить, — в работе проф. Сатановского, в которой излагается применение ПЖИРС к анализу экономики производств, делается попытка использовать некие дополнительные идеи, достоверность которых требует подтверждения в последующих разработках, которые, наверное, автор этой статьи в ближайшие годы выполнит.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Монография содержит изложение оригинальной единой теории всех взаимодействий в веществе: сильных, электромагнитных, слабых и гравитационных. Весь материал опирается на новую Парадигму для жизнеспособных и развивающихся систем (ПЖИРС). Книга — итог работы, которая выполнялась последние 50 лет. Фактически предлагается новая концепция развития науки, взамен старой, явившейся причиной глобальных экологических и духовно-нравственных катастроф, с которыми столкнулось человечество на пороге XXI века.

Действительно, цивилизация сжигает нефть, газы, растения, которые созданы природой как основной источник сырья, с целью извлечения энергии и до сих пор не владеет экологически чистым альтернативным способом ее получения. А такие способы есть — это использование гравитационной энергии земных недр и энергии физического вакуума. Более того, игнорируется тот факт, что использование энергии ядерного распада или ядерного синтеза ведет к деградации основ развития жизни на Земле.

Человечество до сих пор не знает до конца всех особенностей воздействия на человека используемой им пищи и наивно оценивает ее качество по калорийности.

Человечество широко использует во всем народном хозяйстве, особенно при производстве продуктов питания, искусственно созданные вещества, даже основой лечения Человека стала химиотерапия. Только в последние годы возникло понимание того, что все это — самоотравление Человечества.

Это основные, но далеко не все беды нашей, прямо скажем, уродливо развивающейся цивилизации.

Книга посвящена ответу на вопросы о том, как это произошло и что надо делать?

Это произошло потому, что современная наука заиклилась на очень низком уровне познания мира и объявила постулаты, созданные на этом уровне, истиной в последней инстанции. Сейчас мы понимаем наивность наших предков, которые пытались свести все, что есть, к четырем известным им стихиям. Но у нас до сих пор не хватало мужества признать, что методология, основанная на постулатах, согласно которым в природе нет ничего, кроме вещественной материи, евклидоваго простран-

ства и вечно текущего неизменного времени, давно устарела. Однако на выход за эти рамки наложен запрет. Это основная причина трагедии, именно трагедии, ибо появилась угроза существованию цивилизации на Земле.

Книга содержит основы программы, реализация которой совершенно необходима для того, чтобы начал наконец-то происходить поворот от капиталистического содома и коммунистической гоморры к гармонично развивающемуся сообществу людей на Земле, сообществу, для которого главное – это служение Природе и Человеку, служение силам Добра.

1.

В книге защищаются такие исходные методологические принципы:

а) в области общественных наук

1.1. Построение философских, политических, социальных, экономических основ существования сообществ на Земле должно развиваться не только на основе уже существующих разработок в этих науках, а главным образом на принципах Большой логики, которую необходимо срочно довести до уровня замкнутой и подлежащей использованию теории. Большая логика еще не создана. В монографии ставится вопрос о необходимости ее форсированной разработки.

1.2. Научные и теологические основы духовной жизни сообществ на Земле нельзя противопоставлять, между ними должна существовать гармония. Человечество нельзя разъединить по идеологическим или национальным признакам. Человечество должно исповедовать одну веру – веру в свое светлое будущее, за которое надо бороться.

1.3. Необходимо форсировать разработку теории Ноосферы – единой теории материи и духа, единой теории живого и неживого, ПЖИРС может служить основой при разработке такой теории.

б) в области естественных наук

1.4. Вещество, то есть материальная субстанция, обладающая массой как мерой инерции, не является единственно существующей в природе формой материи. Должны существовать и другие материальные формы, их надо найти, изучить и использовать.

1.5. Геометрия Евклида не является единственной формой существования материи. Многомерные, Расслоенные и Мнимые пространства – не абстрактная выдумка математиков, а отображение реальной действительности.

1.6. Макроскопическое время как непрерывно и одинаково текущая длительность не может определять все процессы, протекающие во Вселенной. Зависимость масштаба времени от скорости, открытая А. Эйнштейном и реализованная им в СТО и ОТО, – только первый шаг в раскрытии существа времени. Существует единый закон, регламентирую-

щий связь пространства-времени и материи, связывающий эти основные сущности между собой – Закон триединства.

1.7. Все реализуемые в Природе системы могут реально существовать, если они удовлетворяют условиям, которые требуются Парадигмой (ПЖИРС). Условия жизнеспособности и способности к развитию являются совершенно необходимыми для любой системы, которая может существовать в нашем мире. Системы, не удовлетворяющие ПЖИРС, нежизнеспособны.

1.8. Законы, управляющие микромиром, не носят локального характера. Свойства микромира проявляются на всех макроскопических уровнях, включая всю Вселенную, и являются как бы универсальным кодом ее самоорганизации. Феноменологический принцип построения основ теорий современной науки не удовлетворяет условию достаточности, он только необходим. Поэтому все построенные на феноменологическом принципе теории, такие как термодинамика, электродинамика, газодинамика, гидродинамика и т. п., требуют серьезного развития с включением в них фундаментальных идей универсального кода самоорганизации всех процессов во Вселенной.

2.

Результаты реализации методологических принципов в науке

2.1. Идею "Логика с большой буквы" сформулировал еще В. И. Ленин, но в чистом виде она уже устарела. Надо работать над идеей, объединяющей передовые идеи в то, что, наверное, можно назвать "Большой логикой" (БЛ). БЛ должна объединить диалектику, философские концепции, подходы с позиций теории систем, современные достижения в области гомеостатики, важнейшие теологические принципы и образовать единую основу духовной деятельности Человека. В Большой логике есть только Природа и Человек и отсутствуют наносные принципы, базирующиеся на стереотипах, амбициях и фетишизированных привычных принципах.

2.2. Парадигма для жизнеспособных и развивающихся систем сформулирована автором еще в 1946 г. За многие годы ее использования и развития автором совместно с коллегами и учениками не только развиты ее основы, но и разработана законченная единая теория всех взаимодействий в веществе – теория фундаментального поля. ТФП не только объединяет специальную (СТО) и общую (ОТО) теории относительности А. Эйнштейна с квантовой механикой, она позволяет объединить в рамках одного подхода все известные взаимодействия: сильное, электромагнитное, слабое и гравитационное. Это подробно изложено в книге.

Автор рассчитывает, что выход в свет монографии положит начало обстоятельному изучению, обсуждению, и, конечно, скорейшему использованию ПЖИРС и ТФП.

Возможности практического использования разработанных научных основ

3.1. Предлагается создание при ООН Центра по координации научных и теологических исследований, который бы объединил усилия ученых и деятелей культа всех направлений в целях разработки мер по немедленной ликвидации существующих противоречий и непрерывно идущих конфликтов на основе национальной и религиозной розни и нетерпимости.

3.2. В книге обосновывается необходимость непосредственного использования ПЖиРС при проектировании ряда глобально значимых технических устройств, и в частности оптимального летательного аппарата для регионов, близких к нашей Сибири, Северу и Дальнему Востоку (такие регионы есть на Аляске, в Африке, Азии, Латинской Америке). Коллегами автора доведена до уровня эскизного проекта разработка нового летательного аппарата, названного Наземно-воздушной амфибией (НВА). Постановка на производство НВА позволила бы решить многие проблемы обеспечения транспортом продуктивных, но малодоступных регионов, причем транспортом, который в ближайшей перспективе можно сделать экологически чистым.

3.3. В монографии обоснована постановка и широкое развитие работ по практическому использованию энергии, которая явно и в больших количествах содержится в физическом вакууме. Из исследований, проводимых на основе ТФП, ясно, что этой энергией уже давно пользуется живая природа.

3.4. Рассмотрение вопроса о взаимодействии макротел с физическим вакуумом позволяет ставить на повестку дня вопрос о создании принципиально нового летательного аппарата в космосе, который будет не реактивным, а активным. Создание этого аппарата, который как бы "отталкивался" от физического вакуума, являющегося материальной субстанцией, а не пустотой, позволит решить многие проблемы полетов (в частности, проблему экономии энергии), увеличить время пребывания аппарата в космосе, уменьшить его массу и габариты, сократить средства, расходуемые на его создание.

3.5. ТФП позволяет поставить вопрос об изучении возможности влиять на гравитационные силы с целью их уменьшения. Наиболее перспективно использование явления анизотропии гравитации, предсказанного на основе ТФП.

Вакуумная теория гравитации, разработанная чл.-корр. АН СССР В. А. Кратом совместно с И. Л. Герловиным, предсказывает выделение гравитационной энергии в недрах звезд и планет. Эту энергию, выделяющуюся на доступных глубинах в земных недрах, можно и должно использовать. Нельзя спокойно взирать на то, что будучи неиспользованной эта энергия вызывает страшные по своим последствиям землетрясения.

3.6. ТФП предсказывает существование нового вида сверхпроводимости, который обеспечивает высокотемпературную сверхпроводимость до 100 К при участии электрон-позитронного вакуума и до 10^5 К — при переносе зарядов с участием протон-антипротонного ва-

куума. Первый вид сверхпроводимости уже обнаружен экспериментально, второй — без использования ТФП "методом тыка" обнаружить будет трудно. Наступило время взять на вооружение результаты, полученные автором для решения этой проблемы.

3.7. ТФП предсказывает новый вид разряда, существенно отличающийся от разряда в газе. Это разряд в физическом вакууме, который может идти параллельно с обычным разрядом в газе. Этот ранее неизвестный вид разряда ответственен за образование шаровых молний в канале разряда облако — Земля и так называемых непознанных летающих объектов (НЛО) — в канале разряда облако — облако. Такой вид разряда происходит редко, но обычная молниезащита от него не спасет. Найдены способы борьбы с этим новым видом разряда.

3.8. На основе ТФП возможна корректировка направлений развития экспериментов в физике высоких энергий с использованием предсказаний теорий с целью ускорения работ и существенной экономии расходуемых средств.

3.9. Возможно использование результатов теории для создания ядерной энергетики, безопасной и экологически чистой.

3.10. ТФП позволяет разработать теорию явлений, обнаруженных экспериментально, природа которых остается непонятной, например, явления активации сред. Наличие теорий позволит положить эти явления в основу новых экологически чистых технологий.

3.11. На основе ТФП были предсказаны новые явления: влияние ядер атомов на процесс формирования минералов и возможность синтеза новых элементов в обычных условиях на небольших глубинах в Земле. Предсказания подтверждены экспериментально. Необходимо обстоятельное развитие этих работ в интересах народного хозяйства.

3.12. На основе ТФП выяснена возможность разработки ЭВМ нового поколения с использованием в качестве носителя информации атомных структур, непосредственно связанных с ЭЧВ.

3.13. На основе ПЖиРС и ТФП начата разработка базовых программ, с помощью которых можно будет на персональных компьютерах решать конкретные задачи по такому развитию основных феноменологических теорий (термодинамика, газодинамика, электродинамика, гидродинамика и т. п.), при котором они позволили бы решать важные прикладные вопросы, основанные на фундаментальных идеях универсального кода самоорганизации всех процессов в Мироздании.

3.14. Показан конкретный путь формирования будущей теории Ноосферы на основе ПЖиРС.

В этом общем заключении по всей монографии нет подробного раскрытия перечисленных в ней вопросов, оно содержится как в резюме по каждому разделу книги, так и в самом тексте, на полное ознакомление с которым каждого читателя автор хотел бы рассчитывать.

ЛИТЕРАТУРА

1. Gottfried K., Weisskopf V. E. Concepts of Particle Physics. Vol. 1, 2. Glarendon Press, Oxford - New-York, 1984.
2. Валантзи Л. Субатомная физика. М.: Мир, 1986.
3. Боголюбов Н. Н., Ширков Д. В. Введение в теорию квантовых полей. М.: Наука, 1984.
4. Физический энциклопедический словарь. М.: Сов. энциклопедия, 1984.
5. Sinha K. P., Sivaram C., Sudarshan E. C. G. Ether as a Superfluid State of Particle-Antiparticle Pairs // Found Phys. 1976. Vol. 6. N. 1. P. 65-68.
6. Sinha K. P., Sudarshan E. C. G., Vigier I. P. Superfluid vacuum carrying real Einstein-de Broglie waves // Phys. Lett. 1986. Vol. 114 A. N. 6. P. 298-302.
7. Протоdjаконов М. М., Герловни И. Л. Электронное строение и физические свойства кристаллов. М.: Наука, 1975.
8. Хьюзмоллер Д. Расслоенные пространства. М.: Мир, 1970.
9. Дубровни В. А., Новиков С. П., Фоменко А. Т. Современная геометрия. М.: Наука, 1986.
10. Геометрические идеи в физике: Сборник. М.: Мир, 1983.
11. Математическая энциклопедия. М.: Сов. энциклопедия, 1977-1985.
12. Мизнер Ч., Тори К., Уилер Дж. Гравитация. М.: Мир, 1977. Т. 1, 2, 3.
13. Волошин М. Б., Тер-Мартirosян К. А. Теория калибровочных взаимодействий элементарных частиц. М.: Энергоатомиздат, 1984.
14. Развитие и использование ГФП в направлении взаимодействия макротел с физическим вакуумом и реализации других прикладных вопросов: Отчет о НИР/ДПИ им. М. И. Калинина; № ГР. 01860002682; Инв. № 02870061920. М., 1987. 277 с.
15. Зайлер Э. Калибровочные теории. М.: Мир, 1985.
16. Визги В. П. Единые теории поля в первой трети XX века. М.: Наука, 1985.
17. Иоффе А. Ф. Встречи с физиками. М.: Наука, 1983.
18. Герловни И. Л. Некоторые вопросы систематизации элементарных частиц: Депонент в ВИНТИ № 111-66, 1967. 74 с.
19. Герловни И. Л. Природа света и некоторых физических явлений. Горький: ОГИЗ, 1945.
20. Ландау Л. Д., Лившиц Е. М. Теория поля. М.-Л.: Гос. изд-во технико-теор. лит-ры, 1941.
21. H6ni H. Feldmechanik des Elektrons und der Elementarteilchen // Ergebnisse der exacten Naturwiss. 1952. Bd. XXVI. S. 291-294.
22. Rotator Model of Elementary Particles Considered as Relativistic Extended Structures in Minkowski Spase / L. De Broglie, D. Bohn, P. Hillion, F. Halbwachs, T. Takabayasi, G. P. Vigier // Phys. Rev. 1963. Vol. 129. N. 1. P. 438-440.

23. Dirac P. A. M. Particles of Finite Size in the Gravitational field // Proc. Roy. Soc. 1962. A. 270, N 1342. P. 354-357.
24. Davies P. C. W., Brown I. R. Cambridge Univ. Press. 1986.
25. Bohm D. A Suggested Interpretation of the Quatum Theory in Terms of "Hidden" Variables // Phys. Rev. 1952. Vol. 85. N 2. P. 166-170.
26. Де Бройль Л. Останется ли квантовая физика индетерминистической? // Вопросы причинности в квантовой механике. М.: Изд-во иностр. лит., 1955.
27. Лишкни Г. Квантовая механика. М.: Мир, 1977.
28. Toyoki K. The Motion of Wavelengths - an Interpretation of the Schrödinger Equation / Found. Phus. 1972. Vol. 2. N 1. P. 49-53.
29. Gramer I. G. The Transactional Interpretation of Quantum mechanics // Rev. of Mod. Phys. 1986. Vol. 58. N. 3. P. 647-652.
30. Макаров Е. С., Протоdjаконов М. М. Электронное строение фаз Лавеса MgCu₂, MgZn₂ и MgNi₂ // ДАН СССР. 1979. Т. 248. № 2. С. 401-405.
31. Протоdjаконов М. М., Макаров Е. С., Иванов В. И. Электронное строение металлического бериллия // ДАН СССР. 1987. Т. 293. № 6. С. 1416-1421.
32. Dirac P. A. M. Die Stellung des Äthers in der Physik // Naturwiss Rundschau 1953. Bd. 6. N 11. S. 441-446.
33. Герловни И. Л. Систематизация элементарных частиц и соображения об основах будущей теории: Препринт ИТФ АН УССР № 69-53. Киев, 1969.
34. Герловни И. Л. Основы единой релятивистской квантовой теории фундаментального поля (ТФП): Депонент в ВИНТИ № 7084-73, 1973. 149 с.
35. Sinha K. P., Sudarshan E. C. G. The Superfluid as a Sourse of all Interactions // Found. Phys. 1978. Vol. 8. N 11-12. P. 23-27.
36. Сборник института философии АН СССР. Философские проблемы гипотезы сверхсветовых скоростей. М.: Наука, 1986.
37. Recami E., Mignani R. Comment on a Recent experimental search for negative-energy tachyons // Lett. Nuovo cim. 1973. Vol. P. 780-784.
38. Pavišić M., Recami E. How to Recover Causality for Tachyons Even in Macrophysics // Nuovo cim. 1976. Vol. 36 A. N 2. P. 171-176.
39. Recami E. How to Recover Causality in Special Relativity for Tachyons / Found Phys. 1978. Vol. 8. N. 5-6. P. 329-333.
40. Солитоны в действии: Сборник. М.: Мир, 1981.
41. Терлецкий Я. П. Принципы причинности и второе начало термодинамики // ДАН СССР. 1960. Т. 133. С. 329-334.
42. Терлецкий Я. П. Парадоксы теории относительности. М.: Наука, 1966.
43. Терлецкий Я. П. Тахионы и причинность // Тез. докл. 3-й советской гравитационной конференции. Ереван, 1972. С. 161-163.
44. Эддингтон А. С. Теория относительности. М.: ОНТИ, 1934.
45. Рис. М., Руффини Р., Уилер Дж. Черные дыры, гравитационные волны и космология. М.: Мир, 1977.
46. Чандрасекер С. Математическая теория черных дыр. М.: Мир, 1986. Т. 1, 2.
47. Зельдович Я. Б., Новиков И. Д. Релятивистская астрофизика. М.: Наука, 1967.
48. Крат В. А., Герловни И. Л. О гравитационной постоянной // ДАН СССР. 1974. Т. 215. № 2. С. 305-312.
49. Герловни И. Л., Крат В. А. О природе гравитации и некоторые вопросы космологии // ВАГО АН СССР: Динамика и эволюция звездных систем. М., 1975.

50. Krat V. A., Gerlovin I. L. On the constant of Gravitation // *Astrophys and Space Sci.* 1974. Vol. 26. P. 521–524.
51. Krat V. A., Gerlovin I. L. On the absorption of neutrinos in cosmic space // *Astrophys and Space Sci.* 1975. N 34. L. 11.
52. Krat V. A., Gerlovin I. L. On the theoretical evaluation of the Hubble-red-shift constant // *Astrophys. and Space Sci.* 1975. N 33. L. 5–8.
53. Марков М. А. О возможности подхода к теории элементарных частиц // Тр. межд. семинара по теории элементарных частиц. Дубна-Варна: ОИНИ, 1968.
54. Марков М. А. О природе материи. М.: Наука, 1976.
55. Maltsev V. K., Markov M. A. Quantum mini-objects in General Relativity: Препринт ОИЯИ № Р-0160. М., 1980.
56. Станюкович К. П. Гравитационное поле и элементарные частицы. М.: Наука, 1965.
57. Станюкович К. П. // Проблемы гравитации и элементарных частиц: Тр. ВНИИФТР, В16(46). М., 1972. С. 215–219.
58. Эйнштейн А. Единая теория физического поля // *Собрание научных трудов.* М.: Наука, 1963. Т. 2. С. 286–301.
59. Эйнштейн А. Два строгих статистических решения уравнений единой теории поля // *Собрание научных трудов.* М.: Наука, 1970.
60. Inonata A. Determination of strong-gravity constant from pion mass difference // *Lett Nuovo cim.* 1977. Vol. 18. N 3. P. 73–77.
61. Sivaram C., Sinha K. P. F-gravity and spinors in general relativity // *Lett Nuovo cim.* 1975. Vol. 13. N 10. P. 357–362.
62. Логунов А. А., Фоломешкин В. Н. Энергия-импульс гравитационных волн в общей теории относительности // *ТМФ.* 1977. Т. 32. № 2. С. 167–172.
63. Новые представления о пространстве-времени и гравитации / А. А. Логунов, В. Н. Фоломешкин, В. И. Денисов и др. // *ТМФ.* 1979. Т. 40. № 3. С. 291–296.
64. Власов А. А., Логунов А. А., Мествришвили М. А. Теория гравитации на основе пространства Минковского и принципа геометризации // *ТМФ.* 1984. Т. 61. № 3. С. 323–330.
65. Логунов А. А. Лекции по теории относительности и гравитации. М.: Наука, 1987.
66. Ландау Л. Д., Лившиц Е. М. Курс теоретической физики. М.: Наука, 1960–1980.
67. Вейль Г. Гравитация и электричество // *Эйнштейн и теория гравитации: Сборник.* М.: Мир, 1979.
68. Калуда Т. К проблеме единства физики // *Эйнштейн и теория гравитации: Сборник.* М.: Мир, 1979.
69. Гольфанд Ю. А., Лихтман Е. П. // *Проблемы теоретической физики.* М.: Наука, 1972.
70. Wess L., Zumino B. A Lagrangian Model Invariant under Supergauge Transformations // *Phys. Lett.* 1974. Vol. 49 B. N 1. P. 52–54.
71. Nambu I. Strings, monopoles and gauge fields // *Phys Rev. D.* 1974. Vol. 10, N 12. P. 4262–4265.
72. Gotó T. Relativistic Quantum Mechanics of One-Dimensional Mechanical Continuum and Subsidiary Condition of Dual Resonance Model // *Prog. Theor. Phys.* 1971. Vol. 46. N 5. P. 1560–1564.
73. Барбашов Б. М., Нестеренко В. В. Модель релятивистской струны в физике адронов. М.: Энергоатомиздат, 1981.
74. Salam A., Strathdee I. Supersymmetry and Superfields // *Fortsch. der. Phys.* 1978. Bd. 26. N 2. S. 57–62.
75. Sohnius M. E. Introducing supersymmetry // *Phys. Rep.* 1985. Vol. 128. N 2–3. P. 39–42.
76. Nilles N. P. Supersymmetry, supergravity and particle physics // *Phys. Rep.* 1984. Vol. 110. N 1. P. 3–7.
77. Весс Ю., Беггер Дж. Суперсимметрия и супергравитация. М.: Мир, 1986.
78. Волков Д. В., Желтухи А. А. Об описании струн в пространстве и суперпространстве // *Укр. физ. журнал,* 1985. Т. 30. № 6. С. 809–813.
79. Nepomechie R. I. Low-energy limit of strings // *Phys. Rev. D.* 1985. Vol. 32. N 12. P. 3201–3205.
80. Anthony S. Superstrings – a Theory of Everything // *New Sci.* 1985. Vol. 107. N 1471. P. 31–34.
81. Маринов М. С. Релятивистские струны и дуальные модели сильных взаимодействий // *УФН.* 1977. Т. 121. № 3. С. 377–382.
82. Ademollo M. Unified Dual Model for Interacting Open and Closed Strings // *Nuclear Phys.* 1974. В 77. P. 189–193.
83. Герлови И. Л. Симметрия в структуре элементарных частиц и вакуума // Тез. докл. на совещании ЛОП НТГО: Симметрия в природе, 1971. С. 287–291.
84. Каталог параметров предсказанных и известных элементарных частиц (Периодический закон микрочастиц – ПЗМ): Сборник. Л.: ВМФ СССР, 1977. Вып. 2.
85. Герлови И. Л. Единая релятивистская квантовая теория фундаментального поля – ТФП. Л.: ЛПИ, 1985.
86. Герлови И. Л., Протодяконов М. М. О едином законе структурообразования // *ИФЗ АН СССР,* 1974, № 11. С. 36–41.
87. Герлови И. Л., Протодяконов М. М. Следствие единого закона структурообразования. Л.: ВВМИОЛУ им. Ф. Э. Дзержинского, 1977.
88. Арнольд В. И., Вирченко А. М., Гусейн-Заде Е. М. Особенности дифференцируемых отображений. М.: Наука, 1982.
89. Кабоян Ш., Номидзу К. Основы дифференциальной геометрии. М.: Наука, 1981. Т. 1, 2.
90. Румер Ю. Б., Фет А. И. Теория унитарной симметрии. М.: Наука, 1970.
91. Энгелькинг Р. Общая топология. М.: Мир, 1986.
92. Динамические системы // *Итоги науки и техники. Сер. Современные проблемы математики.* М.: ВИНТИ, 1985–1988.
93. Свитцер Р. М. Алгебраическая топология. М.: Наука, 1985.
94. Клингенберг В. Лекции о замкнутых геодезических. М.: Мир, 1985.
95. Шелепин Л. А. Вдали от равновесия. М.: Знание, 1987. № 8.
96. Моисеев Н. Н. Теория ноосферы и математические модели // *Философия и социология науки и техники: Ежегодник.* М.: Наука, 1987.
97. Моисеев Н. Н. Алгоритмы развития. М.: Наука, 1987.
98. Пригожин И. Р. От существующего к возникающему. М.: Наука, 1985.
99. Пригожин И. Р., Стенгерс И. Порядок из хаоса. М.: Прогресс, 1986.
100. Де Шарден П. Т. Феномен человека. М.: Наука, 1987.
101. Верин И. Л. Фундаментальный код // *На суше и на море: Сборник.* М.: Мысль, 1969; Верин И. Л. Письмо землянам // *На суше и на море: Сборник.* М.: Мир, 1970.
102. Герлови И. Л. Самоорганизация в природе и в обществе // Тез. сообщения на межреспубликанской конференции. Л.: Наука, 1988.

103. Winterberg F. Nonlinear Relativity and Quantum Ether // Int. Journ. of Fusion Energy. 1985. Vol. 3. N 2. P. 4-8.
104. Дубровин Б. А., Новиков С. П., Фоменко А. Т. Современная геометрия. Методы теории гомотопий. М.: Наука, 1984.
105. Дюо Чанг Тхи, Фоменко А. Т. Минимальные поверхности и задачи Плато. М.: Наука, 1987.
106. Вайнштейн Э. Ф., Захаров В. Е. Инстантонная алгебра. // УФН. 1982. Т. 136. С. 553-556.
107. Зельдович Я. Б., Новиков И. Д. Строение и эволюция Вселенной. М.: Наука, 1975.
108. Particle Date Group // Phys Lett. 1988. Vol. 204 B. P. 3-7.
109. Беккер Р. Теория электричества. М.-Л.: ГИТТЛ, 1941.
110. Дирак П. Общая теория относительности. М.: Атомиздат, 1978.
111. Фок В. А. Теория пространства, времени и тяготения. М.: ГИТТЛ, 1961.
112. Каплан С. А. О круговых орбитах в теории тяготения Эйнштейна // ЖЭТФ, 1949. Т. 19. № 10. С. 951-954.
113. Тамм И. Е. Основы теории электричества. М.: Гостехиздат, 1949.
114. Bohm D., Weinstein M. The Self-Oscillations of a charged Particle // Phys. Rev. 1948. Vol. 7. N 12. P. 1789-1793.
115. Марков М. А. Об обратном действии электромагнитного поля движущегося электрона // ЖЭТФ. 1946. Вып. 8. С. 800-804.
116. Фрадкин Е. С. К теории частиц с высшими спинами // ЖЭТФ, 1950. Т. 20. С. 27-31.
117. Натанзон М. С. О саморазгоне заряда под действием собственного поля // ЖЭТФ, 1953. Т. 25. С. 448-452.
118. Иваненко Д. Д., Соколов А. А. Классическая теория поля. М.: ГИТТЛ, 1951.
119. Goedecke G. H. Classically Radiationless Motions and Possible Implications for Quantum Theory // Phys. Rev. 1964. Vol. 135. N 1 B. P. 281-284.
120. Goedecke G. H. Electromagnetic Fields of Accelerated Nonradiating Charge Distributions // Phys. Rev. 1968. Vol. 168. N 5. P. 1424-1427.
121. Schott G. A. Fields of Moving Electrified Sphere and its Orbits // Philos. Mag. Suppl. 1933. Vol. 15. P. 752.
122. Ватсон Д. Н. Теория бесселевых функций. М.: Изд-во иностр. лит., 1949.
123. Бриллюэн Л. Новый взгляд на теорию относительности. М.: Мир, 1972.
124. Электронное строение и физические свойства кристаллов / И. Б. Левинсон, Н. Я. Николаев, А. М. Поляков, Э. И. Рацба // УФН, 1977. Т. 121. Вып. 2. С. 96-99.
125. La Rue G. S., Phillips I. D., Fairbank W. M. Observation of Fractions Charge of $1/3e$ on Matter // Phys. Lett. 1981. Vol. 46. N 15. P. 967-970.
126. Лиитон Э. Сверхпроводимость. М.: Мир, 1971.
127. Роуз-мис А. К., Родерик Е. Введение в динамику сверхпроводимости. М.: Мир, 1972.
128. Таблицы физических величин: Справочник. М.: Атомиздат, 1976.
129. Класен В. И. Омагничивание водных систем. М.: Химия, 1978.
130. Летников Ф. А., Кашеева Т. В., Мишас А. Ш. Активированная вода. Новосибирск: Наука, 1976.
131. Герлович И. Л. К вопросу о современной трактовке природы электромагнитного поля // Сложные электромагнитные поля и электрические цепи. УФА:

УАИ, 1982. № 10. С. 160-165.

132. Бахир В. М., Атаджамов А. Р. и др. Активированные вещества. Некоторые вопросы теории и практики // Изд-во АН УзССР. Сер. техн. науки, 1981. № 5. С. 68-76.
133. Лубянская М. Г., Мариампольский Н. А., Бахир В. М. Некоторые характеристики метастабильного состояния водных растворов электролитов при их электроактивации // Вопросы бурения скважин, разведки и разработки газовых месторождений Сев. Кавказа и Узбекистана. М.: Наука, 1981. С. 66-72.
134. Герлович И. Л. Исходная парадигма основы и области практического использования единой теории фундаментального поля - ТФП: Учебное пособие. Л.: ЛПИ, 1988.
135. Gautschi W. Computational aspects of Three-Term Recurrence Relations // SIAM Rev. 1967. Vol. 9. N 1. P. 21-31.
136. Gautschi W. On Computation of Complex Error Function // SIAM Rev. 1969. Vol. 11. N 4. P. 652-655.
137. Джоунс У., Тори В. Непрерывные дроби. М.: Мир, 1985.
138. Lederer C. M. State Tables of Isotopes. 1978.
139. Бете Г. Теория ядерной материи. М.: Мир, 1987.
140. Эйнштейн А. // Собрание научных трудов. М.: Наука, 1963. С. 599-605.
141. Левин Е. С. Изв. Вузов. Сер. физика. 1973. № 6. С. 33-39.
142. Деннисов А. А. Информационные основы управления. Л.: Энергоатомиздат, 1983.
143. Петров А. З. Новые методы в общей теории относительности. М.: Наука, 1966.
144. Дирак П. А. М. Принципы квантовой механики. М.: Наука, 1979.
145. Кобозев Н. И., Исследование в области термодинамики процессов информации и мышления. М.: МГУ, 1971.
146. Самановский Р. Г. Методы снижения производственных потерь. М.: Экономика, 1988.
147. Биллингсли П. Эргодическая теория и информация. М.: Мир, 1969.
148. Сидоров Ю. В., Федорюк М. В., Шабунген М. И. Лекции по теории функций комплексного переменного. М.: Наука, 1989.
149. Буллаф Р., Кодри Ф. Солитоны. М.: Мир, 1983.
150. Окунь Л. Б. Лептоны и кварки. М.: Наука, 1981.
151. Коммис Ю., Куксбаум Ф. Слабые взаимодействия лептонов и кварков. М.: Энергоатомиздат, 1987.
152. Ляховский В. Д., Болохов А. А. Группы симметрии и электронные частицы. Л.: ЛГУ, 1983.
153. Окунь Л. Б. Физика элементарных частиц. М.: Наука, 1988.
155. Экспертные системы: Сборник. М.: Радио и связь, 1987.
155. Де Бройль Л. Соотношение неопределенности Гейзенберга и вероятностная интерпретация волновой механики. М.: Мир, 1986.
156. Надь К. Пространства состояний с индефинитной метрикой в квантовой теории поля. М.: Мир, 1969.
157. Хепп К. Теория перенормировок. М.: Наука, 1974.
158. Perkins F., Pankey I. T. The physical structure of space // Nuovo cin. 1989. A. 101. N 1. P. 147-150.
159. Yasunosi Fujii on the theories of the fifth force CPEM'88 Dig // Conf. Precis. Electromagn. Meas. Isukaba, June, 1988. 392 p.

160. Oldershaw P. L. Particle physics programme // Nature. 1988. Vol. 332. N 6160. P. 106–109.
161. Aronson S. Looking for the fifth force Fischbach Ephraim // GERN Cour. 1988. Vol. 28. N 3. P. 11–14.
162. Micallet M. L., Moore I. D. Minimal two-sphere and the topology of manifolds with positive curvature on totally isotropic two-planes // Ann. Math. 1988. Vol. 10. N 9. P. 199–204.
163. Rabin Jeffrey M. Manifold and supermanifold: global aspects of supermanifold theory. Topological Prog. and Global Struct. Space-time // Prog. NATO adv. Study Inst., Erice, May, 1985. New-York. London, 1986. P. 169–173.
164. Von Borsetzkowski Horst-Heina Quantum mechanics and the physical reality concept // Found Phys. 1988. Vol. 18. N 6. P. 669–672.
165. Band William. Can information be transferred faster than light? 1. A. Gedanken device for generating electromagnetic wave packets with superoptic group velocity II. The relativistic Doppler effect on electromagnetic wave packets with suboptic and superoptic group velocities // Found Phys. 1988. Vol. 18: N 5, P. 549–553; N 6, P. 625–628.
166. Ратнопорт И. А. Микрорегенетика. М.: Наука, 1965.
167. Kenis J., Overbux J., Miller S. // Nature. 1988. Vol. 395. P. 142–145.
168. Сысёва Л. А. Об альтернативных методах профилактики, лабораторной диагностики рака // Медицина сегодня. М.: Об-во "Знание". 1989. № 11.
169. Пат. 2421531 Франции, МКИ H05C³/00. УДК 621.319.71 (086,8). Публ. 79 г. 30 ноября, № 48.
170. Рид М., Саймон Б. Методы современной математической физики. М.: Мир, 1972.
171. Колмогоров А. И., Фомин С. В. Введение в теорию функций. М.: Наука, 1984.

КРАТКИЙ ПЕРЕЧЕНЬ НЕКОТОРЫХ РАБОТ, ИДЕОЛОГИЧЕСКИ КОРРЕЛИРУЮЩИХ С ТФП

История науки показывает, что новые теории никогда не зарождаются "на пустом месте", всегда есть предшественники, которые высказали ту или иную часть основных идей. Нередко часть идей высказывается одновременно рядом авторов. Так было со всеми правильными физическими теориями: с классической электродинамикой, теорией относительности, квантовой электродинамикой и т. д. ТФП не представляет в этом отношении исключения.

В основу ТФП положена идея Эйнштейна о возможности создания единой теории поля и использована найденная им связь между параметрами, характеризующими пространственно-временной континуум и вещество. Характер этой связи существенно пересмотрен в ТФП, но идеи Эйнштейна явились исходными.

К работам, предшествовавшим ТФП, следует отнести группу работ по "геометродинамике", которую разрабатывает Д. А. Уилер и его многочисленные сторонники, коллеги и ученики. В этой группе работ не было сделано нужного шага в направлении отхода от рассмотрения объекта в одном пространстве, сохранено представление о гравитации как основополагающем взаимодействии и не обеспечен учет квантовых свойств микромира.

К работам, предшествовавшим ТФП, следует отнести и многочисленные работы Г. Хенля и А. Папапетру. В них было показано, что существует явная прослеживаемая связь между свойствами электрона, описываемыми уравнениями Дирака, и некой классической моделью частицы, которая рассматривается как

ультрарелятивистский биротатор, состоящий из положительной и отрицательной масс. Хенль и Папапетру исследовали модель элементарных частиц, которая очень близка модели частиц в ТФП во втором подпространстве. Однако в этих работах авторы не смогли отойти от чисто классического описания структуры частиц, пытались ее анализировать только в одном пространстве и не смогли найти связь рассматриваемых ими структур с особенностями пространственно-временного континуума.

Существует также определенная связь между ТФП и идеями, которые развили Д. А. Уилер, М. А. Марков, К. П. Станюкович по использованию "самой элементарной частицы" ("максимона" – по Маркову, "планкеона" – по Станюковичу). Возможность существования физического объекта с массой порядка $2 \cdot 10^{-5}$, размером 10^{-33} см следует уже из созданной Планком безразмерной системы единиц, в которой $k = c = G = 1$. Уилер, Марков и Станюкович проявили немало остроумия, чтобы показать, что эта частица является единственным и главным кирпичиком мироздания. При всей своей привлекательности этот замысел в указанных работах не был доведен до законченных позитивных результатов. В монографии показано, что все элементарные частицы в третьем подпространстве ТФП имеют такие параметры, что если бы их можно было отобразить непосредственно на первое подпространство и там зафиксировать (что, согласно ТФП, невозможно), то мы получили бы частицу с параметрами "максимона", "планкеона". Таким образом, эти частицы так же, как и тахионы, играют определенную роль в структуре частиц, но не могут быть в нашем первом подпространстве экспериментально обнаружены. Для формирования замкнутой и принципиально законченной теории элементарных частиц одной идеи о фундаментальности "максимона-планкеона" оказалось недостаточно.

За последние двадцать пять лет, параллельно с разработкой ТФП, в печати появилось много работ, авторы которых, по-видимому, независимо от публикации по ТФП высказали целый ряд идей, которые в той или иной степени коррелируют с отдельными результатами, полученными в ТФП (например, [29–37]). Поскольку речь идет о работах, которые, по нашему мнению, идеологически очень близки к отдельным положениям ТФП, нам представляется уместным в данном кратком перечне для сохранения объективности процитировать рефераты некоторых из упомянутых работ, которые опубликованы в реферативном журнале "Физика".

Hamamoto S. // Phys. Rev. 1974. Vol. 51. N 6. P. 1977–1979. Досветовые частицы как составные системы из световых частиц. Обсуждается возможность существования нового класса частиц (тардионов) – составных систем сверхсветовых частиц. Предполагается, что тахионы квантуются с неправильной связью между спином и статистикой. Построены составные скалярные частицы, порождаемые тахионными операторами, взятыми с весовой функцией, пропорциональной причинному коммутатору Йордана. Найдено, что коммутатор составных полей имеет обычный причинный вид с малой неспричинной добавкой, исчезающей в пределе δ -функционального спектра масс тахионов (РЖ. 1975 г. 2Б277).

Bureev P. // Czechoslov. J. Phys. 1973. Bd 23. N 11. P. 1172–1175. Структурные модели электрона в искривленном пространстве в общей теории относительности. Строится классические феноменологические модели структуры стабильных элементарных частиц, в основе которых лежит гравитационное взаимодействие. Модель электрона представляет собой решение Рейснера-Нордстрема вне и решение Де Ситтера уравнения Эйнштейна внутри сферы радиуса 10^{-13} см, так что учитываются гравитационные и электромагнитные свойства материи, из которой построен электрон. Для моде-

лирования нуклона предполагается, что источником гравитационного поля является скалярное мезонное поле, описывающее сильные взаимодействия, а электромагнитным взаимодействием можно пренебречь. (РЖ. 1974 г. 4Б198).

Sivaram C., Sinha K. P. // *Lett Nuovo cim.* 1974. Vol. 9. N 17. P. 704–706. *f*-гравитация и масса элементарных частиц. Для определения спектра масс элементарных частиц предлагается рассмотреть так называемую *f*-гравитацию — теорию с массивным сильно гравитирующим полем. Приводится оценка константы связи *f*-мезона с адронами: $G_f \cdot 10^{38} G_N$ (G_N — ньютоновская гравитационная постоянная). Найдено, что *f*-гравитационный радиус адрона порядка его комптоновской длины волны. Произведены оценки частот *f*-гравитационных осцилляций и на их основе рассчитан спектр масс мезонов и барионов. Утверждается, что введение *f*-гравитации в теорию поля устраняет УФ-расходимости, так как все расходящиеся интегралы обрезаются на шварцшильдовском радиусе (РЖ. 1974 г. 9Б358).

Brevik I. // *Flow Ark. fys. semin. Trondheim.* 1971. N 1. P. 41–43. Ковариантная формулировка квантовой электродинамики с помощью введения эфира. Отмечается, что в изотропном пространстве-времени (т. е. в отсутствие внешних факторов) не существует Лоренц-ковариантного векторного поля A_μ , удовлетворяющего уравнениям Максвелла. Предлагается ковариантная формулировка квантовой электродинамики путем введения вектора v_μ , который имеет трансформационные свойства 4-й скорости системы отсчета наблюдателя относительно некоторой специальной, хотя и произвольной, системы отсчета К ("эфира"). Построены четыре вектора поляризации поля (два из которых ортогональны v_μ и импульсу поля), а также их коммутаторная функция и пропагатор. Обсуждаются возможные интерпретации эфира как физического реального объекта. В частности, автор считает, что обычные возражения против эфира отпадают, если эфир рассматривать как квантовый объект. (РЖ. 1971 г. 10Б121).

Hartle I. B., Hawking S. W. // *Commun. Math Phys.* 1972. Vol. 26. P. 48–51. Решения уравнений Эйнштейна-Максвелла с многими черными дырами. Показано, что максимальное аналитическое продолжение решения Мэдждумдара-Папапетроу, описывающее устойчивую систему заряженных гравитирующих частиц, позволяет сделать вывод, что сингулярности только тогда лежат под горизонтом событий (черная дыра), когда источниками электрического поля служат точечные монополи, причем сами горизонты событий обладают в этом случае сферической топологией.

Roberts M. D. // *Class. and Quantum Gravity.* 1985. Vol. 2. N 4. P. 69–70. Гравитационный коллапс образует солитон. Перечисляются следующие четыре свойства решений классического уравнения поля, позволяющие считать их устойчивыми локализованными солитонами с конечной энергией: 1) солитон должен быть асимптотически плоским и допускать одномерную группу симметрии с временно-подобными траекториями; 2) плотность энергии должна быть локализована, а полная энергия — конечна; 3) решение должно быть классически устойчивым; 4) решение должно быть квантовомеханически устойчивым. Отмечается, что решения Керра Ньюмана, обычно рассматриваемые как единственные кандидаты на роль солитонов, перечисленным требованиям (хотя бы одному из них) не удовлетворяют. Выдвинуто предположение, что таким кандидатом является статическое сферически-симметричное скалярное эйнштейновское поле. Указывается, что если это окажется верным, то свойство устойчивости солитонов могло бы объяснить, почему мы не можем обнаружить никаких последствий коллапса.

Dine M., Seiberg N. // *Phys. Lett.* 1985. Bd. 162. N 4–6. P. 299–302. Является ли суперструна слабозадействующей? Исследуется вопрос о константах связи (и массовых параметрах в теории суперструн. Петлевым параметром g в теории замкнутых струн является вакуумное среднее поле дилатона. Размер компактных измерений λ (обезразмеренный $\sqrt{\alpha'}$) является обратной константой связи в сигма-модели, отвечающей распространению струны на кривом фоне. Показано, что феноменологические ограничения требуют $g \sim 1$ и $\lambda \sim 1$. Таким образом, теория должна быть в фазе сильной связи. Альтернативная возможность состоит в том, что вакуумное среднее дилатона равно нулю или что существует безмассовое скалярное поле, крайне слабо взаимодействующее с остальной материей.

Терлецкий Я. П. // *Тр. по теории поля Моск. ин-та радиозлектроники и горной электромеханики.* 1965. Вып. 2. С. 16–37. Исследованы общие свойства возможных частиц отрицательной и мнимой собственной массы, а также свойства систем, содержащих совокупности частиц положительной, отрицательной и мнимой массы. Показано, что частицы отрицательной и мнимой массы могут рассматриваться как физически реальные объекты, если физический принцип причинности рассматривать лишь как следствие 2-го начала термодинамики (а не как статистический закон). Выяснена принципиальная возможность регистрации частиц мнимой массы. См. также РЖФиз, 1963, 6Б64.

Ne'eman Yuval // *Progr. Theor. Phys. Suppl.* 1986. N 86. P. 159–162. Струны и топологии пространства-времени. Если теория релятивистских струн представляет собой корректную квантовую теорию гравитации, то распространение струны в пространстве должно быть связано со структурой пространства-времени и его квантованием. Приведены качественные аргументы, объясняющие, как квантовая теория пространства-времени может естественно возникнуть в формализме теории струн. Аргументация является обобщением идей Хокинга и др. (Hawking S. W., King A. R. // *I. Math. Phys.* 1976. Vol. 17. N 174) о возможности восстановления структуры искривленного пространства-времени ОТО на основе фейнмановских траекторий частиц. В предлагаемом подходе фундаментальными являются фейнмановские траектории струн, задаваемые 2-мерными координатами ξ^α , с каждой точкой которых связан D -мерный репер $\Phi^a(\xi)$, $a = 1, 2, \dots, D$ и тетрада $e^a_{\alpha} = \partial_\alpha \Phi^a$. Лагранжиан дается действием Намбу с метрикой на поверхности $g_{\alpha\beta} = \partial_\alpha \Phi^a \partial_\beta \Phi^b G_{ab}(\Phi)$, где G_{ab} — фоновая D -мерная метрика. Показано, что в этом формализме естественно возникает гравитационное поле.

Stedile E. // *Phys. Lett.* 1986. A118. N 9. P. 439–442. Геометрический калибровочный подход к электромагнетизму и гравитации. Строится единая калибровочная модель гравитации и электромагнетизма и дается ее геометрическая интерпретация в терминах геометрии расслоенных пространств. В качестве калибровочной группы выбрана $SO(3, 1) \times U(1)$. Базисное многообразие является пространством Минковского. Ведены две связиности в расслоенном пространстве, ассоциированные с группами $SO(3, 1)$ (гравитационное калибровочное поле) и $U(1)$ (электромагнитное поле). Получена система уравнений поля с источниками для гравитации (уравнения типа Янга) и электромагнетизма (уравнения Максвелла). Источником гравитационного поля является момент импульса. Обсуждаются изменения в теории при отсутствии источников.

Wunner G. // *Phys. Bl.* 1989. Vol. 45. N 5. P. 139–145. Есть ли хаос в квантовой механике? Методическая статья. На основе экспериментальных фактов последних десятилетий обсуждается характер соответствия квантовой механики классической физике при больших значениях квантовых чисел. Вынесенный в заголовок вопрос признается и поныне открытым.

ПОСЛЕСЛОВИЕ

Уважаемый читатель! Предлагаемая Вашему вниманию книга — результат 50-летней напряженной работы автора при содействии очень малого числа коллег — сотрудников и доброжелателей — и активном противодействии ретроградов, увы, занимающих далеко не второстепенные посты в управлении наукой и научной печатью. По этой причине наработанное за полвека не удалось систематически публиковать, так чтобы постепенно, в честной дискуссии выкристаллизовывалась истина и использовались полученные результаты.

На этот раз автору предоставлен немалый объем, а кроме того, разрешено публиковать материал без "научной цензуры", то есть без проверки соответствия догмам, которые исповедуют власть имущие в нашей науке. Однако материала накопилось очень много и некоторые очень важные в рассматриваемой теории вопросы пришлось оставить нераскрытыми:

- не разъяснено, почему ГЭЧ являются суперпартнерами ЭЧ особого вида;
- не расписана теория способа отображения через "расчетные подпространства", даны только примеры применения этого способа;
- не изложен подробно важный вопрос нормализации ГЭЧ и ЭЧ в физическом вакууме, приведены в основном конечные результаты этого процесса;
- не изложена теория "крезонов" — важнейшего объекта в твердом теле;
- не приведено доказательство того, почему ультрарелятивистский мультиротор (модель ГЭЧ в 2ПП) может излучать только в плоскости вращения;
- не включен в книгу каталог всех разрешенных теорией ЭЧ, он вытеснил бы из монографии материалы, не опубликовать которые нельзя.

Этот перечень внимательно прочитавший книгу без труда увеличит сам. Принося извинения той части читателей, для которых указанное углубление и расширение вопросов существенно, автор считает возможным обратить внимание на такие соображения, которые потребовали опубликовать материал в том виде, в каком он предлагается читателю. Кроме очевидных трудностей, связанных с увеличением запланированного к опубликованию объема, расширение круга излагаемых в книге вопросов существенно задержало бы ее выход в свет, а на такой шаг автор идти не мог — нельзя дальше задерживать информацию о полученных результатах!

Итак, интенсивная редакционная и авторская подготовка книги шли одновременно с ее производством, что позволило всю эту огромную работу выполнить за один год.

ПЕРЕЧЕНЬ ТАБЛИЦ

Раздел книги	Номер таблицы в тексте	Содержание таблицы	Стр.
1	1.1	Квантовая лестница как основа методологического подхода в современной физике микромира	17
4	4.1.	Перечень всех подпространств, их характеристики и область применения координат	59–60
	4.2	Виды отображений и их выражение в координатах	61–63
5	5.1	Первые значения фундаментальных квантовых чисел K и K_1 для всех рядов ЭЧВ и ЭЧ, включая ряды, в которых нет ЭЧ, а есть только ЭЧВ	121
	5.2	Устойчивые кварковые структуры	123
	5.3	Структурные особенности ГЭЧ	123
	5.4	Все разрешенные виды кварков	125
	5.5	Механизм деления электрического заряда "затравоочной" ГЭЧ между всеми элементами КС	128–133
5.6	5.6	Кварковые структуры всех разрешенных барнонов	134–137
	5.7	Кварковые структуры всех разрешенных мезонов	138–141
15	15.1	Численные значения мировых констант в разных подпространствах (расчет и опыт)	208–215
16	16.1	Сводная таблица формул для расчета параметров ГЭЧ и ЭЧВ на ЭВМ	236–249
18	18.1	Численные значения основных характеристик структуры и динамики ЭЧ для трех рядов ПЭМ	274–279
	18.2	Точные значения некоторых внутренних параметров отдельных частиц 1, 2 и 3-го рядов в ПЭМ	280–284
19	19.1	Частицы 3-го ряда ПЭМ, которые могут образовывать псевдокварковые структуры и наблюдаться в нашем мире	287
20	20.1–20.3	Сопоставление расчетных и экспериментальных данных ЭЧ, выполненное ЭВМ по программе отождествления массивов опытных и теоретических данных	289–303
21	21.1	Все разрешенные виды физического вакуума	309
22	22.1	Результат теоретического расчета критических температур перехода в сверхпроводящее состояние для некоторых веществ	312
24	24.1	Результат теоретического расчета температур плавления некоторых тел и сравнение с опытом	338
25	25.1	Критические радиусы для некоторых звезд	342
	25.2	Оценка некоторых параметров звезд, планет и Солнца при постоянной плотности	347
	25.3	Оценка некоторых параметров звезд, планет и Солнца при экспоненциально меняющейся плотности	348
Приложение	П.1	Основная характеристика топлив	396
	П.2	Результаты определения теплоты сгорания необработанного топлива	401
	П.3	Прирост теплоты сгорания топлива, подвергшегося активации в электрическом поле	401

СОДЕРЖАНИЕ

О чем эта книга? (Краткое предисловие)	3
На что претендует автор книги (Еще более краткое введение в рассматриваемую проблему)	7
Вводная справка. Новые, нестандартные или часто употребляемые в монографии понятия, определения и обозначения	11

I ЧАСТЬ ИСХОДНАЯ ПАРАДИГМА, МАТЕМАТИЧЕСКИЕ И ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕОРИИ

1. Состояние проблемы, обоснование исходных принципов, анализ и определение основных понятий	16
1.1. Переход от квантовой лестницы в современной физике к дискретной структурной системе вещества в ТФП	22
1.2. Единая теория поля	23
1.3. О внутренней структуре элементарных частиц	26
1.4. Детерминизм и квантовые свойства ЭЧ	28
1.5. Физический вакуум	29
1.6. Тахионы	30
1.7. Черные дыры в мега- и микромире	32
1.8. Триединство пространство-время-вещество	34
1.9. О многомерных и расслоенных пространствах	35
1.10. Резюме	36
2. Парадигма для исследования жизнеспособных и развивающихся систем – методологическая и математическая основа построения ТФП и ряда других теорий	34
2.1. Постановка задачи	35
2.2. Работы и факты, на которые сейчас могут опираться основы парадигмы	36
2.3. Основы парадигмы	38
3. Об использовании эвристических возможностей современной математики. Особенности математического аппарата теории	39
3.1. Состояние вопроса	39
3.2. Постановка задачи	429

3.3. Математическая основа описания явления пространственного метаморфоза

4. Построение диаграммы, характеризующей все пространства, описывающие вещество в ТФП	46
4.1. Первая цепочка коммутативности – на уровне ОПП, ППН и ЗПП	47
4.2. Цепочка вложений G_7 и G_8 и отображение F_7	50
4.3. Отображения F_6 , F_3 и вложение G_8	52
4.4. Цепочки отображений F_4 , F_9 и вложение G_9	53
4.5. Цепочка вложений G_9 и G_{10} и отображение F_8	54
4.6. Вложения элементов	55
4.7. Построение ОП2	56
4.8. Построение ОП3	57
4.9. Построение ОП1 и цепочка отображений	58
4.10. Построение ОПВ и соответствующих вложений	63
5. Переход от пространства-времени к структурным элементам материальных форм – к веществу	63
5.1. Общая постановка задачи и основные идеи	66
5.2. Первый шаг. Реализация идеи истолкования нулевого пространства. Вывод уравнения для скалярной составляющей фундаментального поля	74
5.3. Второй шаг. Комплексификация как переход от процессов, идущих в слое и базе, к процессам, наблюдаемым в объемлющем пространстве	77
5.4. Третий шаг. Объединение пространственно-временных и материальных свойств в один закон триединства	87
5.5. Четвертый шаг. От ЗТ к структуре фундаментальных частиц вещества во всех взаимосогласованных подпространствах	92
5.6. Пятый шаг. Расчет внутренних параметров ГЭЧ	122
5.7. Шестой шаг. Кварковые структуры в ТФП	146
6. Выводы	146

II ЧАСТЬ ОСНОВНЫЕ УРАВНЕНИЯ ТЕОРИИ И ИХ РЕШЕНИЯ

7. Закон триединства пространства-времени и вещества	151
8. Возникновение спинорных и векторных полей в ТФП	167
9. Квантовые и релятивистские свойства структур вещества	167
10. Теорема Неттер в ТФП	429

III ЧАСТЬ
ОСОБЕННОСТИ ДВИЖЕНИЯ И ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ
ЧАСТИЦ И ИХ СТРУКТУРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

11. Гравитационное взаимодействие	171
12. Особенности полевых взаимодействий частиц	179
13. Вычисление прецессии частиц в расчетном подпространстве	184
13.1. Основные формулы для расчета и схема расчета	—
13.2. Явные формулы. Внутренний ротатор в поле внешнего	188
13.3. Приведение к обычной размерности	189
13.4. Как изменится расчет в случае сильного поля	192
13.5. Вычисление компонент вектора прецессии в явном виде	194
14. Особенности структуры фундаментона в ТФП	197
14.1. Движение фундаментона в ЗПП	—
14.2. Динамика движения и расчет параметров фундаментона	—
15. Точный теоретический расчет всех мировых констант в ТФП	205

IV ЧАСТЬ
ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ВСЕХ ПАРАМЕТРОВ
ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ НА ЭВМ

16. Вывод расчетных формул	222
16.1. Постановка задачи	—
16.2. Расчетные формулы для теоретического определения параметров элементарных частиц	224
16.2.1. Основные условные обозначения и сокращения	—
16.2.2. Расчет основных параметров физического вакуума	227
16.2.3. Определение отношения зарядов фундаментального поля q_2/q_1	230
16.2.4. Определение наружного фундаментального заряда q_1 и наблюдаемого электрического заряда q	232
16.2.5. Различные формулы для вывода постоянной тонкой структуры α и электрического заряда ЭЧ	234
16.2.6. Определение массы частиц	235
16.2.7. Определение механического момента	252
16.2.8. Расчет магнитных моментов	253
16.2.9. Вывод формул для времени жизни частиц	255
16.2.10. Определение основных квантовых характеристик ГЭЧ и ЭЧ	260
16.2.11. Сводная таблица расчетных формул (алгоритм расчета на ЭВМ)	261
17. Методика расчета параметров и отождествление найденных частиц с предсказываемыми теорией	263

17.1. Основы логики сопоставления теоретических и экспериментальных данных по элементарным частицам	—
17.2. Способ автоматизированного сопоставления расчетных данных с опытными на ЭВМ	270

18. Результаты расчета внутренних параметров ЭЧ и их анализ	272
19. Способы и предварительные результаты предсказания частиц, подлежащих наблюдению в макромире	284
20. Результаты отождествления теоретически предсказанных частиц с опытными данными по ЭЧ	288

V ЧАСТЬ
ПРИМЕРЫ ОБЛАСТЕЙ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТФП

21. Энергия физического вакуума и ее практическое использование (Краткая информация)	—
22. Природа высокотемпературной сверхпроводимости. Способы использования (Краткая информация)	309
23. Некоторые вопросы теории активации различных сред. Области и способы использования этого явления	313
24. Новое в теории твердого тела. Возможности использования на практике	334
25. О выделении гравитационно-вакуумной энергии (ГВЭ) в недрах звезд и планет и возможности практического использования ее на земле	339
25.1. Радиус полного экранирования	340
25.2. Радиус области полного экранирования	343
25.3. Условная "потеря" массы при рассмотрении звезды (планеты) как экрана для своей области в центре	344
26. Явление анизотропии гравитации, предсказанное на основе ТФП. Возможности практического использования (Краткая информация)	350
27. Краткий анализ областей возможного использования теории в биофизике	351
28. Базовые программы на ЭВМ для корректировки феноменологических теорий	354

29. Можно ли предотвратить экологическую катастрофу?	—
30. Какие системы жизнеспособны и способны к развитию?	363
Приложение	
1. Исправление одной ошибки	371
2. О возможности представления отношения $J_n(n\beta)/J_n(n\beta)$ алгебраически в одном частном случае	374
3. Кристаллическая модель ядра	377
4. О роли физического вакуума в радиоактивном распаде ядер	381
5. Соображения о некоторых вопросах теории систем в теоретической физике	384
6. О соотношении инертной и тяготеющей масс	385
7. Фундаментальный код. (Гипотеза о том, где природа хранит основную фундаментальную информацию	388
8. Использование энергии физического вакуума при активации жидких топлив	394
9. Роль и место парадигмы для жизнеспособных и развивающихся систем в повышении эффективности производств	403
10. Об общем законе для жизнеспособных и развивающихся социальных систем в человеческом обществе	406
Заключение	411
Литература	416
Краткий перечень некоторых работ, идеологически коррелирующих с ТФП	422
Послесловие	426
Перечень таблиц	427

Научное издание
Герловин Илья Львович
ОСНОВЫ ЕДИНОЙ ТЕОРИИ
ВСЕХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ В ВЕЩЕСТВЕ
 Редактор *И. В. Смирнова*
 Художник переплета *Н. В. Зимаков*
 Художественный редактор *Т. Ю. Теплицкая*
 Технический редактор *Н. А. Минеева*
 Корректор *И. В. Смирнова*
 Оператор *И. Л. Попилева*
 Н/К

Подписано в печать с оригинала-макета 22.11.90. Формат 60 × 88¹/₁₆. Бумага офсетная № 1. Гарнитура Пресс-Роман. Печать офсетная. Усл. п. л. 26,46. Усл. кр.-отт. 26,7. Уч.-изд. л. 29,65. Тираж 5000 экз. Заказ 1611. Цена 10 р.
 Энергоатомиздат. Ленинградское отделение.
 191065 Ленинград, Д-65, Марсово поле, 1.
 Ленинградская типография № 4 ордена Трудового Красного Знамени Ленинградского объединения "Техническая книга" им. Евгении Соколовой
 Госкомпечати СССР.
 191126. Ленинград, Социалистическая ул., 14.

№п/п	№п/п	PO(1700)	Po(1700)
298	№п/п 54	PO(1700)	Po(1700)
	№п/п 55	F2(2300)	F2(2300)
	№п/п 56,57	PSI	ψ
	№п/п 58	AK(1430)	K ₀ [*] (1430)
	№п/п 59	AK(1715)	K [*] (1715)
	№п/п 66-72	DE	Δ
300	№п/п 73-76	LAM	λ
	№п/п 77-86	SG	Σ
302	№п/п 87-92	KSI	Ξ
	№п/п 93	OM	Ω
312	второй абзац снизу	...[145]	...[128]
329	формула (23.31)	$\dots + \frac{k_2}{k_1} \left(\frac{\sin ak_2}{2} \right)^2)^{-1}$	$\dots - \frac{k_2}{k_1} \left(\frac{\sin ak_2}{2} \right)^2)^{-1}$
330	формула (23.32)	$k_1 = \frac{\sqrt{2m\hbar E_0}}{\hbar}$	$k_1 = \frac{\sqrt{2m\hbar E_0}}{\hbar}$
339	7 строка сверху	... [2,3].	... [7].
341	формула (25.11)	$\frac{2\rho_{эв}(R'_1 - R'_2)^2}{1,66 \cdot 10^{-24}} \dots$	$\theta_{\Sigma} = \frac{\rho_{эв}(R'_1 - R'_2)^2}{1,66 \cdot 10^{-24}} \dots$
351	23 строка снизу	... не будет полным, наверняка ...	... не будет полным. Наверняка ...
382	формула 4	$m_{nc} \left(\frac{a_{gp}}{\epsilon_{2p}^3 \epsilon_{1p}^{1/2}} - 1 \right) = \dots$	$m_{nc} \left(\frac{a_{gp}}{\epsilon_{2p}^3 \epsilon_{1p}^{1/2}} - 1 \right) = \dots$
386	13 строка сверху	... в [14], ...	... в [141], ...
405	24 строка сверху	... [147].	... [146].
155	под формулой (7.26)	$a_{gp}^{1/2} = \frac{\dots}{R_1(1 - \beta_1^2)^{3/2}}$	$a_{gp}^{1/2} = \frac{\dots}{R_1(1 - \beta_1^2)^{3/2}}$
167	формулы (10.4)	$\delta\varphi^a = \alpha_{\alpha}^{ab} \varphi^b \dots$	$\delta\varphi^a = D_{\alpha}^{ab} \varphi^b \dots$
190	формула (13.40)	$\dots \frac{9m_2 R_2^2 \omega_2}{R_1^3} = \dots$	$\dots \frac{m_2 R_2^2 \omega_2}{R_1^3} = \dots$
229	формулы (16.11) и (16.12)	α_{gp}	a_{gp}
237	табл. 16.1 №п/п 1.7	... ; $\epsilon_{2p} = \epsilon_{2p}^2$	... ; $\epsilon_{2p} = \beta_{2p}^2$
249	табл. 16.1 №п/п 6.1	$\frac{q_{13\phi}}{R_1^2} \frac{q_{13\psi}}{R_1^2} \hbar c^2 \dots$	$\frac{q_{13\phi}}{R_1^2} \hbar c^2 \dots$
343, 344	формулы (25.21) и (25.24)	$\frac{2\rho_{эв}(R'_1 - R'_2)^2}{1,66 \cdot 10^{-24}} \dots$	$\theta_{\Sigma} = \frac{2\rho_{эв}(R'_1 - R'_2)^2}{1,66 \cdot 10^{-24}} \dots$
383	2 строка сверху	... (см. стр. 253)	... (см. стр. 230)
387	формула (5)	... $(C_1 r^{1-\beta} - C_2) \dots$	... $(C_1 r^{-\beta} - C_2) \dots$
201	6 строка сверху	разд. 2.1. Из (1.64) и (1.65) ...	разд. 7.) Согласно (7.18) ...
165	формулы (9.26) ⁺ (9.28)	$\epsilon_{1p} \dots \epsilon_{2p}$	$\epsilon_{1p} \dots \epsilon_{2p}$

СПИСОК ОСНОВНЫХ ОПЕЧАТОК

Строчка	Место опечатки	Напечатано	Должно быть
7	16 строка снизу	"Бритва Оккама"	"Бритва Оккама"
11	10 строка снизу	... ни кварками, в свободном...	... ни кварками. В свободном...
13	6 строка сверху	... пространство три,...	... пространство "три",...
22	13 строка снизу	... А. И. Иоффе...	... А. Ф. Иоффе...
39	2 строка снизу	[10, 11].	[18, 11].
42	9 строка снизу	... (Z, z ₀).	... (Z, z ₀):
43	6 строка сверху	... двух сфер ψ; S ^l →	... двух сфер ψ; S ^l →
44	2 строка сверху	(M ⁿ , x ₀)	(M ⁿ , x ₀)
45	17 строка снизу	(λ ₁ ∈ Im, λ ₂ ∈ Im)	(λ ₁ ∈ Im, λ ₂ ∈ Im)
54	8 строка сверху	(x, y) и ...	где (x, y) и ...
67	14 строка сверху	f ₁ ; D ^{d(x₁)} → x	f ₁ ; D ^{d(x₁)} → x ₁
78	формула (5.55)	$V_M = 4\pi r_0^3 \int_0^{\infty} \frac{\tilde{r}^2 dr}{\left(1 + \frac{\tilde{r}^2}{4}\right)} \dots$	$V_M = 4\pi r_0^3 \int_0^{\infty} \frac{\tilde{r}^2 dr}{\left(1 + \frac{\tilde{r}^2}{4}\right)^3} \dots$
84	последний член в знаменателе формулы (5.77)	... (2 + 2sinθ ₁) ...	... (-2 + 2sinθ ₁) ...
65	1 строка снизу	... вакуума ЭЧВ, ...	... вакуума ЭЧВ, ...
91	формула (5.95)	$\omega_2^{(2 \rightarrow \nu)} = \omega_2^{(3)} \sqrt{\frac{g_{002}^{(1)}}{g_{002}^{(2)}}}$	$\omega_2^{(2 \rightarrow \nu)} = \omega_2^{(3)} \sqrt{\frac{g_{002}^{(1)}}{g_{002}^{(2)}}}$
113	формула (5.189)	$\left[\frac{J_{n-1}(n\beta)}{J_{n-1}(n\beta)} - \frac{J'_n(n\beta)}{J_n(n\beta)} \right] \dots$	$\left[\frac{J'_{n-1}(n\beta)}{J_{n-1}(n\beta)} - \frac{J'_n(n\beta)}{J_n(n\beta)} \right] \dots$
117	1 строка сверху	... π _β > 0 ...	... π _β > 0 ...
125	таблица 5.4	1/3	-1/3
147	7 строка сверху	- молекулярная кристаллическая ...	- молекулярно-кристаллическая ...
153	формула (7.11)	$M^2 = \frac{m^2 c^2 r y}{(1-g_{00})(1-3g_{00})}$	$M^2 = - \frac{m^2 c^2 r y}{(1-g_{00})(1-3g_{00})}$
160	2 строка снизу	(5.5)	(8.5)
156	формулы (7.27) и (7.28)	K _φ	k _φ
160	формула (8.11)	$\varphi = \frac{q}{r} e^{-R/r} [1 - (1 - e^{-R/r})]$	$\varphi = \frac{q}{r} [1 - (1 - e^{-R/r})]$
160	10 строка снизу	... (4.36) ...	... (7.1) ...
161	верхняя строка	... потенциала (4.50) можно ...	... потенциала можно ...
161	8 строка сверху	Действительно, из (5.22) ...	Действительно, из (5.20) ...
164	формулы (9.12) ⁺ (9.15) и 17 строка сверху	... v ...	... u ...
164	7 строка снизу	(см. рис. 18.1).	(см. рис. 9.1).
165	1 строка снизу	... A = h.	... A = ħ.
166	формула (9.26)	$R_p = \frac{h}{p} \dots$	$R_p = \frac{\hbar}{p} \dots$

166	формула (9.27)	$A_1 \cong \dots$	$A_1 = \dots$	238	№п/п 2.2	$S = \dots (1 + A_s \varepsilon_1)$ $S_d = \dots (1 + A_{sd} \varepsilon_d)$	$S = \dots (1 + A_s \varepsilon_1)$ $S_d = \dots (1 + A_{sd} \varepsilon_d)$
167	формула (10.1)	$s = \int L(\varphi^0(x); \varphi^0(x); (x^k) dx$	$s = \int L(\varphi^0(x); \varphi^0(x); x^k) dx_0$	241	№п/п 3.1	$A_{2qd} \left\{ \dots \right.$	$A_{2qd} = \left\{ \dots \right.$
167+	Везде	Неттер	Неттер	242	№п/п 3.3 4 строка сверху	$B_q = \frac{(1 - \beta_1^2)^{1/2}}{(1 - \beta_1^2)^{1/2} \phi}$	$B_q = \frac{(1 - \beta_1^2)^{1/2}}{(1 - \beta_1^2)^{1/2} \phi_{op}}$
168	формула (10.5)	$\dots \int \frac{d}{dx^k} \left(N_\alpha^k(x) G_\beta^\alpha \right) dx_\beta$	$\dots \int \frac{d}{dx^k} \left(N_\alpha^k(x) G_\beta^\alpha \right) dx_\beta$	246	№п/п 5.2	$m_n = \frac{m_x}{\varepsilon_{rp}} A_\Delta$	$m_n = \frac{m_x}{\varepsilon_{1p}} A_\Delta$
174	5 строка сверху	... в табл. (5.1), С. 62),	... в табл. (5.1), С. 121),	247	столбец 4-8	$m_{dn} = m \varphi_{dn} C_s$	$m_{dn} = m_{(4)dn} C_s$
174	15 строка снизу	... [5].	... [108].	249	№п/п 6.2	$\dots \frac{n\tau\pi}{4} \left(1 - \frac{2 \arcsin \sqrt{E/U_0}}{\pi n\tau} \frac{A_N}{K_1} \right)$	$\dots \frac{n\tau\pi}{4} \left(1 - \frac{2 \arcsin \sqrt{E/U_0}}{\pi n\tau} \right) \frac{A_N}{K}$
176	10 строка сверху	... [1].	... [7].	252	формула (16.51)	$f(\beta) = \frac{k_x (1 - \beta_2^2)^{1/2}}{k_y (1 - \beta^2)^{1/2}}$	$f(\beta) = \frac{k_x (1 - \beta_2^2)^{1/2}}{k_y (1 - \beta_1^2)^{1/2}}$
181	2 строка сверху	... и развития, в ТФП...	... и развития. В ТФП...	257	формула (16.70)	$E_0 \left(1 - \frac{mN+1}{m_n} \frac{1 - \beta_1^2}{p} n_1 \right)$	$E_0 \left(1 - \frac{m(N+1)}{m(N)} \right) (1 - \beta_1^2)^{1/2} n_1$
188	формула (13.30)	$\dots \frac{5}{r^3} t$	$\dots \frac{5}{r^3} t$	266	13 строка сверху	... [1,2],	... [7],
193	формула (13.58)	$\Gamma_{230} = \frac{1}{2} g_{032} = \dots$	$\Gamma_{23,0} = \frac{1}{2} g_{03,2} = \dots$	267	формула снизу	$0,02 < |\Gamma_T - \Gamma_3| < 4 \Delta \Gamma_3$	$0,02 \Delta \Gamma_3 < |\Gamma_T - \Gamma_3| < 4 \Delta \Gamma_3$
196	7 строка снизу	... R_α ...	... R_2 ...	271	8 строка сверху 9 строка сверху	$m_e - 1836, \dots$ $q_3 - +1.$	$m - 1836, \dots$ $q - +1.$
198	11 строка сверху	в (14.1) ...	в (14.9) ...	12 строка сверху	$T_3 - +1/2.$	$I_3 - +1/2.$	$I_3 - +1/2.$
201	формула (14.18)	$\dots (q^{(3)})^2 = (q_2^{(3)})^2 = \text{hc.}$	$\dots (q_1^{(3)})^2 = (q_2^{(3)})^2 = \text{hc.}$	276	первая строка сверху	$\left(1 - \frac{2\pi K}{K_1} \right) = 8,49137;$	$\left(1 - \frac{2\pi K}{K_1} \right) = 8,49137 \cdot 10^{-8};$
203	14 строка сверху	... в разд. 2,	... в разд. 15,	293,295	1 столбец	Проекция изоспина T_3	Проекция изоспина I_3
204	1 строка сверху	... [49] ...	... [48] ...	297,299	столбец	K_1 (1280)	η (1280)
204	7 строка сверху	... (1.3.78) ...	... (14.28) ...	301,303	столбец 2	№п/п 30	№п/п 30
205	7 строка снизу	... в см ² , или с ² ...	... в см, или с ...	294	столбец 2	№п/п 45	№п/п 45
206	6 строка сверху	... находятся из уравнений.	... находятся из уравнений:	296	столбец 1	№п/п 44	№п/п 44
206	формула (15.2)	$\dots = \frac{\alpha_{inv} R_{1p}^2}{m_p^2 2\pi r_{inv}} \left[\dots \right]$	$\dots = \frac{\alpha_{inv} R_{1p}^2}{m_p^2 2\pi r_{inv}} \left[\dots \right]$	296	столбец 1	№п/п 45	№п/п 45
207	формула (15.7)	$\dots \sqrt{\frac{8}{9} \cdot \frac{(|\beta_2^{(3)}|^2 - 1)^{3/2}}{(|\beta_1^{(3)}|^2 - 1)^{3/2}}}^{-1}$	$\dots \sqrt{\frac{8}{9} \cdot \frac{(|\beta_2^{(3)}|^2 - 1)^{3/2}}{(|\beta_1^{(3)}|^2 - 1)^{3/2}}}^{-1}$	296	столбец 1	№п/п 46	№п/п 46
207	уравнение (15.10)	$\dots = \frac{m_p(15 \cdot 8)}{m_e(15 \cdot 10) \varepsilon_\phi^{1/3}}$	$\dots = \frac{m_p(\text{из 15.8})}{m_e(\text{из 15.10}) \varepsilon_\phi^{1/3}}$	296	столбец 1	№п/п 47	№п/п 47
210+	табл. 15.1 №п/п 16			296	столбец 1	№п/п 48	№п/п 48
211	(для $d=2; d=3,1$)	$4,803197102 \times 10^{-10}$ ед	$4,803197102 \cdot 10^{-10}$ ед см г с	296	столбец 1	№п/п 49	№п/п 49
211	№п/п 22 (для $d=2; d=3,1$)	$\sqrt{\frac{9}{8}} c$	$\sqrt{\frac{9}{8}} c$	296	столбец 1	№п/п 50	№п/п 50
212	табл. 15.1 №п/п 29	Фоновая диэлектрической постоянной вакуума	Фоновая диэлектрическая постоянная вакуума	296	столбец 1	№п/п 51	№п/п 51
212+	табл. 15.1 №п/п 24	2,99757 ...	2,99792 ...	296	столбец 1	№п/п 52	№п/п 52
213	№п/п 26	... эрг/ед	... эрг/К (повсеместно)	296	столбец 1	№п/п 53	№п/п 53
212+	№п/п 28 ($d=1$)	—	3,829517635 · 10 ⁶⁵ см ⁻²	296	столбец 1	№п/п 54	№п/п 54
213	№п/п 28 ($d=2$)	—	3,829517635 · 10 ⁶⁵ см ⁻²	296	столбец 1	№п/п 55	№п/п 55
213	№п/п 28 ($d=2$)	—	3,829517635 · 10 ⁶⁵ см ⁻²	296	столбец 1	№п/п 56	№п/п 56
213	($d=3,1$)	$5,012180680 \times 10^{-18} c^{-1}$	$2,79584730 \cdot 10^{-56} c^{-2}$	296	столбец 1	№п/п 57	№п/п 57
214	формула (15.15)	g_{inv}^2	q_{inv}^2	296	столбец 1	№п/п 58	№п/п 58
214	формула (15.14)	$\dots \frac{a_{gp}^{3/2} n_{1p}}{\varepsilon_{2p}^3 n_{2p} k_\phi \varepsilon_\phi^{3/2}}$	$\dots \frac{a_{gp}^{3/2} n_{1p}}{\varepsilon_{2p}^3 n_{2p} k_\phi \varepsilon_\phi^{3/2}}$	296	столбец 1	№п/п 59	№п/п 59
219	1 строка снизу	... микроскопическом ...	... макроскопическом ...	296	столбец 1	№п/п 60	№п/п 60
221	10 строка снизу	и максимум ...	и максимум ...	296	столбец 1	№п/п 61	№п/п 61
225	20 строка сверху	$K_1 = 2\{\varepsilon \pi K + 1\} \dots$	$K_1 = 2\{\varepsilon \pi K + 1\} \dots$	296	столбец 1	№п/п 62	№п/п 62
				298	строки 46-51 и 55	$c_1 \dots c_2$	$c^1 \dots c^2$