

**В.Ф.ЗОЛОТАРЁВ    Б.Б.ШАМШЕВ**

**SCAN by LILU**

**ФИЗИКА КВАНТОВАННОГО  
ПРОСТРАНСТВА-ВРЕМЕНИ.**

**ЧАСТЬ II**

Электромагнитные явления (продолжение), гравитационные  
взаимодействия, инерциальное поле и гравиинерциальные явления,  
структура элементарных частиц

**Издательство Ульяновского политехнического института**

**1993**

УДК 530.1

3 80

3 80 Золотарев В.Ф., Шамшев Б.В. Физика квантованного пространства-времени. Ч.2. Электромагнитные явления (продолжение), гравитационные взаимодействия, инерциальное поле и гравитационные явления, структура элементарных частиц. - Ульяновск: Изд-во УльПИ, 1993. - 99 с.

С позиций физики квантованного пространства-времени, основы которой были изложены в первой части данной монографии, продолжено рассмотрение электромагнитных явлений; предложена к введению новая система единиц физических величин. Выявлена физическая сущность гравитационных взаимодействий. Показано существование инерциального поля и рассмотрено сходство и различие полей электромагнитного и гравитационного. Описана структура наиболее распространенных элементарных частиц.

Ил. 13. Библиогр. 24 назм.

Рецензенты: доктор технических наук, профессор М.И.Белый;  
кандидат физико-математических наук,  
доцент Р.А.Браде.

© В.Ф.Золотарев  
Б.В.Шамшев

1993

## СПИСОК ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ

ФВ-физический вакуум	КП-квант пространства
ЭЧ-элементарная частица	АЧ-античастица
ВГ-вихревая губка	ВГ-вихревая трубка
КШ-классический шарик	ЭМ-электромагнитный
АКМ-автоколебательная квантовая механика	
ВКМ-вероятностная квантовая механика	
ОТО-общая теория относительности	
СТО-специальная теория относительности	
ЭЧВ-элементарная частица вакуума	
ЕКП-единица квантованного пространства	
ШМЗ-Шамшев и Золотарев	
КСВ-квантовая стоячая волна	
ГИИ-гравитационный	
ФКП-В-физика квантованного пространства-времени	
ПНДМП-принцип независимости действия магнитных полей	

ОТ АВТОРОВ . .

Подобные умствования нам  
в настоящее время не нужны.  
Лакруа С. /50/.

В этой книге мы продолжим изложение основ физики квантованного пространства-времени (ФКП-В). Перед этим очень кратко вернемся к содержанию первой части. Целесообразность возврата обусловлена тем, что наша "Физика" пока издается очень небольшим тиражом, и, возможно, не все обладатели второй части смогли в свое время приобрести часть первую. Поэтому мы хотим предварительно ввести их в курс дела. Кроме того, опыт изложения ФКП-В показал, что некоторые ранее высказанные положения необходимо уточнить, отделив их физическое содержание (разумеется, без его кардинального изменения).

Итак, в разделе "Введение" мы акцентировали внимание читателей на трудностях современной физики, условности ее деления на самостоятельные "области физического знания". Подчеркнули, что естественные науки (и физика в том числе) должны быть едины и в их основе должны лежать единые постулаты, причем в минимальном коли-

честве. Обосновали требования, предъявляемые к исходным постулатам.

Далее, в первой главе ФКП-В, мы выдвинули и обосновали тот единственный постулат, который, по нашему мнению, должен быть положен в основу всех разделов современного естествознания (и физики в том числе). Он гласит: "Пространство физического вакуума (ФВ) квантовано". Здесь же рассмотрены первые следствия из него:

1. Квантование пространства тождественно квантованию времени.

2. Элементарная частица вакуума (ЭЧВ) содержит в своем составе элементарную частицу (ЭЧ) и античастицу (АЧ). Ими оказались легчайшие лептоны — электрон и позитрон. Последний существует в своем, сопряженном мире АЧ, для которого характерны множество сверхсветовых скоростей  $0 < v < \infty$  и обратное направление "стрелы времени". Все суммарные параметры ЭЧВ оказываются нулевыми (масса, заряд, энергия и т.д.). Здесь нам важно подчеркнуть материальность среды ФВ и наличие у него свойств вихревой губки (ВГ) Бернулли, хаотически пронизанной вихревыми трубками (ВТ).

3. Любая ЭЧ хаотически блуждает по соседним квантам пространства (КП), переходя из одного в другой со скоростью света  $C$  (коммутация ЭЧ). Спрямление траектории этого блуждания под действием внешней силы дает нам множество ее макроскопических скоростей  $0 \leq v < C$ . Так из постулата квантованности пространства ФВ автоматически вытекают основы специальной теории относительности (СТО).

4. Но главное — доказана необходимость квантования пространства не "по Планку". (что явилось основной причиной неудач "общепризнанной" физики на этом пути), а "по Шредингеру и Гейзенбергу", ибо нельзя квантовать пространство ФВ "само по себе", без учета его материального содержания. Размер КП определен нами равным комптоновской длине волны ЭЧ:

$$\lambda_{\text{кв}} = \lambda_c = \hbar / m c. \quad (1.3)$$

Здесь же показано, что пространство ФВ трехмерно даже в микромасштабах, а его геометрия евклидова.

Во второй главе нами рассмотрены основы механики. Доказана прерывистость всех сил взаимодействия между ЭЧ. При взаимодействии макроскопических тел эти силы, естественно, усредняются. Показано, что постулат квантованности пространства ФВ позволяет аналитически вывести второй закон Ньютона и релятивистскую зависимость  $m(v)$  для массы ЭЧ. Тем самым подтверждена реальность

релятивистского сокращения размеров КП, ибо при  $v \rightarrow C$ ,  $m_{\text{ЭЧ}} \rightarrow \infty$  и  $\lambda_c \rightarrow 0$ . Однако необходимо отметить, что полученный результат еще не говорит о релятивистском сокращении размеров движущихся макроскопических тел, поскольку отдельные фрагменты этих тел (атомы, ЭЧ) разделены большими промежутками среды ФВ, которая относительно "сама по себе". Поэтому вопрос о реальности этого эффекта СТО по отношению к макроскопическим телам пока остается открытым.

Анализ особенностей движения ЭЧ в квантованном пространстве позволил выявить физическую сущность волн де-Бройля. Они оказались квантовыми стоячими волнами (КСВ). Характерно, что КСВ макроскопически неотрывны от "своей" ЭЧ и движутся вместе с ней со скоростью  $v < C$ . Это объясняется "рысканием" волнового вектора вследствие хаотического блуждания ЭЧ по соседним КП. Там же показано, что за каждый акт коммутации ЭЧ теряет энергию

$$W_{\text{п}} = E_{\text{гп}} = \hbar H \quad (2.68)$$

и соответствующую массу, что можно трактовать как испускание гравитона. Таким образом, все ЭЧ (и фотоны) подвержены гравитационному старению. На этом мы основываем корпускулярную теорию гравитации.

В третьей главе ("Термодинамика") нами установлен физический смысл понятия энтропии коллектива ЭЧ как числа квантов действия, которое может отдать этот коллектив при переходе в наинизшее энергетическое состояние. Понятие температуры вводится как линейная мера энергии хаотического блуждания ЭЧ по соседним КП. Этим подтверждается реальность введенной де-Бройлем термодинамики отдельной ЭЧ. Установлено, что половина энергии покоя ЭЧ ( $m_0 c^2 / 2$ ) является энергией ее хаотического блуждания по КП.

В четвертой главе ФКП-В мы приступили к рассмотрению ЭМ явлений. Установили, что физической сущностью ЭМ поля являются волны сдвигов в среде ФВ, создаваемые изгибами ВТ. Линейная (по координатам) компонента этих сдвигов определяет электрическую составляющую ЭМ поля, а локальные повороты (rot) сдвигов — магнитную. Фотон представляет собой изгиб ВТ, движущийся вдоль нее со скоростью  $v_{\text{пр}} = C$ . Одновременно, вращаясь вокруг оси ВТ, этот изгиб создает сдвиги, уходящие ортогонально от оси ВТ со скоростью  $v_{\text{поп}} = \infty$  (в пространстве, свободном от вещественных тел). Таким образом, ЭМ поле характеризуется двумя скоростями распространения ( $v_{\text{пр}} = C$  и  $v_{\text{поп}} = \infty$ ) и в этом "скрыт" секрет его дуальности. Физической сущностью электрического заряда

(ранее принципиально неизвестной!) оказывается механическое смещение среды ФВ, причем элементарному заряду электрона  $q$  соответствует объем смещения  $V_e$ , равный объему КШ:  $V_e = \pi \lambda_c^3 / 4$ . Электростатическое взаимодействие зарядов сводится к их взаимообмену сдвигами через среду ФВ и поэтому силы ЭМ взаимодействия, как и все другие силы, прерывисты.

Особо необходимо остановиться на следующем моменте. В последнее время получают распространение теории, согласно которым (и в противовес известным канонам СТО) скорость света складывается со скоростью его источника ( $C = C \pm U$ , см., например, /68/). Но нашим представлениям такого быть не может, поскольку скорость света определяется параметрами среды ФВ, а последние, естественно, от движения источника света не зависят. В то же время в переходном, нестационарном процессе испускания или поглощения кванта света зависимость  $C(t)$  может иметь место, причем при  $t \rightarrow \infty$ ,  $C(t) \rightarrow C$ . Например, согласно расчетам, выполненным в Приложении 6, фотон испускается в "компактифицированном виде". Затем, в процессе формирования тела фотона, его передний фронт движется быстрее заднего и спустя некоторое время фотон приобретает свои стационарные размеры.

На этом мы закончим краткий обзор ранее опубликованного материала и перейдем к изложению нового. Напомним, что во всей работе используется сквозная нумерация глав, формул и литературы.

## 5. ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ (продолжение)

...мы переходим к новой главе, которая настолько сложна, что лекционному изложению не поддаётся. Вы можете познакомиться с ней по моему монографическому курсу, а курс приобретите у швейцара Андрея Станкевича, профессор МГУ.

Рассмотрев в главе 4 исходные положения физики ЭМ явлений, мы приступаем к анализу более сложных и более частных вопросов.

### 5.1. Новая система единиц измерений и расчет параметров среды физического вакуума

XI Генеральная конференция по мерам и весам, состоявшаяся в 1960 году, рекомендовала к повсеместному применению во всех областях науки и техники Международную систему единиц физических величин (краткое обозначение—СИ), основанную на следующих основных единицах:

единица длины—метр (м);  
единица массы—килограмм (кг);  
единица времени—секунда (с);  
единица силы тока—ампер (А).

В этом перечне отсутствуют единицы температуры (кельвин, К), силы света (кандела, кд) и количества вещества (моль), поскольку они имеют более узкие области применения. Кроме того, новая система единиц, которую мы собираемся предложить, включит их в себя без изменения определения и эталонов.

Из перечисленных основных единиц СИ три (длина, масса и время) вполне естественны для нас хотя бы по соображениям здравого смысла и жизненного опыта. Отметим только, что эталоны для их измерения (метр, килограмм и секунда) были выбраны случайным и далеко не самым удачным образом, что доставляет и будет доставлять нам массу лишних хлопот при проведении измерений.

Хуже обстоит ситуация с единицей силы тока—ампером, введение которой в СИ расценивается не иначе, как "издержка построения системы единиц" /49, с.107/. Это пессимистическое заключение обосновывается следующими соображениями:

I. В систематических курсах физики сначала рассматривается

электрический заряд и только потом, как производное от него, вводится понятие электрического тока. И это логично, ибо понятие электрического заряда является той элементарной сущностью, с которой оперирует современная наука и которая для неё не сводится ни к каким другим, более простым представлениям.

2. В то же время физическая сущность электрического заряда для "общепризнанной" науки остаётся неизвестной, и поэтому ей не ясно, что же надо измерять, и что можно принять в качестве эталона. И отнюдь не случайно измерение ЭМ величины (ампера) сведено к измерению комплекса чисто механических (но зато более представимых) величин (сил, расстояний и т. д.).

3. Как оказалось, "при выборе силы тока в качестве основной величины СИ учитывалось, что единицу силы тока (ампер) можно определить с меньшей относительной погрешностью, чем единицу других ЭМ величин". Поэтому, "выбрав в качестве основной величины Международной системы единиц не силу тока, а другую ЭМ величину, творцы этой системы столкнулись бы с иными, может быть, более серьёзными трудностями" /49, с.107/.

С последним утверждением трудно спорить (специалистам по метрологии виднее), но уже в самом определении ампера, которое гласит, что он "равен силе неизменяющегося тока, который при прохождении по двум параллельным, параллельным проводникам бесконечной длины и ничтожно малой площади кругового поперечного сечения, расположенным в вакууме на расстоянии  $1\text{ м}$  один от другого, вызвал бы на каждом участке проводника длиной  $1\text{ м}$  силу взаимодействия  $2 \cdot 10^{-7}\text{ Н}$ " содержится столько условностей (выполнение которых, тем не менее, нужно обеспечивать), что воспроизвести эталон ампера с высокой степенью точности практически невозможно. Поэтому не удивительно, что точность Государственного первичного эталона ампера СССР равна  $10^{-5}$ . /49, с.119/, что на несколько порядков (!) хуже точности эталонов других единиц (метра, килограмма и секунды).

Выявление физической сущности электрического заряда, отождествление его с линейным механическим смещением среды ФВ, позволяет нам предложить к повсеместному употреблению новую систему единиц физических величин. Поскольку сам факт её появления неразрывно связан с квантованностью пространства ФВ, ниже она сокращённо обозначается "система ЕКП (единиц квантованного пространства)". В ЕКП исключается, как основная, единица силы тока, а заряд получает размерность объёма. При этом, базирываясь исключи-

тельно на механических величинах, система ЕКП не теряет возможности описания ЭМ процессов, хотя уже отмеченная произвольность выбора эталонов приводит к появлению коэффициентов, которые, с одной стороны, позволяют производить численные расчеты в ЕКП, а, с другой стороны, дают возможность пересчитывать результаты из одной системы единиц в другую (из ЕКП в СИ и обратно).

Оговорив эти соображения, приступим к расчету параметров среды ФВ. Вычисления производились с использованием программируемого микрокалькулятора МК-61 с характерной для него степенью точности.

Прочность ВТ на вращение  $\mathcal{H}$  найдем по (4.35)

$$\mathcal{H} = \hbar/2m = 5,7833789 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{с}. \quad (5.1)$$

Объем электрона  $V_e$ , равный объему КП, его массовую плотность  $\rho_e$  и модуль сдвига  $g$  поперек ВТ найдем по (4.37):

$$V_e = S_{\text{пр}} \lambda_c = \pi \lambda_c^3/4 = 4,5225034 \cdot 10^{-38} \text{ м}^3; \quad (5.2)$$

$$\rho_e = m/V_e = 2,0142234 \cdot 10^7 \text{ кг/м}^3; \quad (5.3)$$

$$g = f_e c^2 = 1,8102937 \cdot 10^{24} \text{ кг/м} \cdot \text{с}^2. \quad (5.4)$$

Коэффициент  $k_3$  пересчета заряда от объема смещения среды ФВ в ЕКП к кулонам, принятым в СИ, определим по (4.46)

$$k_3 = m/g \rho_e = V_e/g = 2,8227648 \cdot 10^{-19} \text{ м}^3/\text{А} \cdot \text{с}. \quad (5.5)$$

Напомним также о существовании кванта времени  $\tau$ , длительность которого согласно (1.4) равна

$$\tau = \hbar/mc^2 = 1,2880878 \cdot 10^{-21} \text{ с}. \quad (5.6)$$

Две последние величины как раз и будут теми коэффициентами, которые позволят нам "переводить" формулы и результаты расчетов из одной системы единиц в другую. Для иллюстрации справедливости этого утверждения составим таблицу физических величин в системе ЕКП. Рассмотрим только электрические и магнитные величины, ибо те величины, которые ранее (в СИ) в своей размерности ампера не имели, изменяться, естественно, не будут. Результаты сведем в таблицу 5.1.

Анализируя полученные результаты, мы видим, что все ЭМ величины можно выразить через три основные единицы системы ЕКП, через метр, килограмм и секунду. Характерно, что при этом более явно проявляется их физический смысл.

В главе 4 мы отождествили электрический заряд  $Q$  (поз. 1, табл 5.1) с линейным механическим смещением среды ФВ, а электрическое

Таблица 5.1

Единицы электрических и магнитных величин системы ЕКП

Наименование величины	Определяющее уравнение (в ЕКП)	Размерность		Отношение величин в ЕКП/в СИ
		в ЕКП	в СИ	
I	2	3	4	5
1. Электрический заряд	$Q$ (осн. ед.)	$\text{м}^3$	$\text{А} \cdot \text{с}$	$K_3$
2. Сила тока	$I = Q/t$	$\text{м}^3/\text{с}$	$\text{А}$	$K_3$
3. Электрическое смещение	$D_e = D_m$	$\text{м}$	$\text{А} \cdot \text{с}/\text{м}^2$	$K_3$
4. Напряженность электрического поля	$E = P/Q$	$\text{кг}/\text{с} \cdot \text{м}^2$	$\text{кг} \cdot \text{м}/\text{А} \cdot \text{с}^3$	$\tau/K_3$
5. Электрическая постоянная	$\epsilon_{ок} = D_e/E$	$\text{с} \cdot \text{м}^3/\text{кг}$	$\text{А}^2 \cdot \text{с}^4/\text{кг} \cdot \text{м}^3$	$K_3^2/\tau$
6. Магнитная индукция	$B = 2\pi m \tau / q T$	$\text{кг}/\text{м}^3$	$\text{кг}/\text{А} \cdot \text{с}^2$	$\tau/K_3$
7. Напряженность магнитного поля	$H = B/\mu_{ок}$	$\text{м}^2/\text{с}$	$\text{А}/\text{м}$	$K_3$
8. Магнитная постоянная	$\mu_{ок} = 1/c^2 \epsilon_{ок}$	$\text{кг} \cdot \text{с}/\text{м}^5$	$\text{кг} \cdot \text{м}/\text{А}^2 \cdot \text{с}^2$	$\tau/K_3^2$
9. Плотность заряда объемная	$\rho = Q/V$	$\text{б}/\text{р}$	$\text{А} \cdot \text{с}/\text{м}^3$	$K_3$
10. Поток вектора напряженности электрического поля	$N = E \cdot S$	$\text{кг}/\text{с}$	$\text{кг} \cdot \text{м}^3/\text{А} \cdot \text{с}^3$	$\tau/K_3$
II. Электрический потенциал, разность потенциалов, напряжение, ЭДС	$\varphi = \int E d\ell$ $U = \Delta \varphi$	$\text{кг}/\text{с} \cdot \text{м}$	$\text{кг} \cdot \text{м}^2/\text{А} \cdot \text{с}^3$	$\tau/K_3$
12. Электрический момент диполя	$P_e = Q \cdot \ell$	$\text{м}^4$	$\text{м} \cdot \text{с} \cdot \text{А}$	$K_3$
13. Поляризуемость	$\alpha = P_e/E \epsilon_0$	$\text{м}^3$	$\text{м}^3$	I
14. Поляризованность (вектор поляризации)	$P = P_e/V$	$\text{м}$	$\text{А} \cdot \text{с}/\text{м}^2$	$K_3$
15. Абсолютная диэлектрическая восприимчивость	$K_d = P/E$	$\text{с} \cdot \text{м}^3/\text{кг}$	$\text{А}^2 \cdot \text{с}^4/\text{кг} \cdot \text{м}^3$	$K_3^2/\tau$

Таблица 5.1 (продолжение)

I	2	3	4	5
16. Поток электрического смещения	$\psi = D_e \cdot S$	$\text{м}^3$	$\text{А} \cdot \text{с}$	$K_3$
17. Электрическая емкость	$C = Q/\Delta \varphi$	$\text{с} \cdot \text{м}^4/\text{кг}$	$\text{А}^2 \cdot \text{с}^4/\text{кг} \cdot \text{м}^2$	$K_3^2/\tau$
18. Плотность тока	$j = I/S$	$\text{м}/\text{с}$	$\text{А}/\text{м}^2$	$K_3$
19. Удельное сопротивление	$\rho = E/j$	$\text{кг}/\text{м}^3$	$\text{кг} \cdot \text{м}^3/\text{А}^2 \cdot \text{с}^3$	$\tau/K_3^2$
20. Подвижность носителей тока	$\beta = v/E$	$\text{м}^3 \cdot \text{кг}$	$\text{А} \cdot \text{с}^2/\text{кг}$	$K_3/\tau$
21. Эмиссионная постоянная	B	$\text{м}/\text{с} \cdot \text{К}^2$	$\text{А}/\text{м}^2 \cdot \text{К}^2$	$K_3$
22. Постоянная терморезистора, коэффициент Томсона	$\alpha = \Delta \psi / \Delta T$ $dS = T d\alpha/dT$	$\text{кг}/\text{м} \cdot \text{с} \cdot \text{К}$	$\text{кг} \cdot \text{м}^2/\text{А} \cdot \text{К} \cdot \text{с}^3$	$\tau/K_3$
23. Коэффициент Пельтье	$\Pi = T \alpha$	$\text{кг}/\text{м} \cdot \text{с}$	$\text{кг} \cdot \text{м}^2/\text{А} \cdot \text{с}^3$	$\tau/K_3$
24. Электрохимический эквивалент	$K = m/Q$	$\text{кг}/\text{м}^3$	$\text{кг}/\text{А} \cdot \text{с}$	$1/K_3$
25. Магнитный момент электрического тока	$P_m = I \cdot S$	$\text{м}^5/\text{с}$	$\text{А} \cdot \text{м}^2$	$K_3$
26. Магнитный поток, потокоцепление	$\phi = B \cdot S$ $\psi = B \cdot N$	$\text{кг}/\text{м}$	$\text{кг} \cdot \text{м}^2/\text{А} \cdot \text{с}^2$	$\tau/K_3$
27. Индуктивность	$L = \psi/I$	$\text{кг} \cdot \text{с}/\text{м}^4$	$\text{кг} \cdot \text{м}^2/\text{А}^2 \cdot \text{с}^2$	$\tau/K_3^2$
28. Магнитодвижущая сила	$F = \sum I$	$\text{м}^3/\text{с}$	$\text{А}$	$K_3$
29. Магнитное сопротивление	$Z_m = F/\phi$	$\text{м}^4/\text{кг} \cdot \text{с}$	$\text{А}^2 \cdot \text{с}^2/\text{кг} \cdot \text{м}^2$	$K_3^2/\tau$
30. Намагниченность, интенсивность намагничивания	$j = P_m/V$	$\text{м}^2/\text{с}$	$\text{А}/\text{м}$	$K_3$
31. Удельная магнитная восприимчивость	$K_{ом} = j/H$	$\text{м}^3/\text{кг}$	$\text{м}^3/\text{кг}$	I
32. Объемная плотность энергии: электрического поля магнитного поля	$w_e = E \cdot D_e/2$ $w_m = B H/2$	$\text{кг}/\text{м} \cdot \text{с}$	$\text{кг}/\text{м} \cdot \text{с}^2$	$\tau$

смещение  $D_e$  (поз.3) — с амплитудой механического смещения (по координате), которое, естественно, измеряется в метрах. Там же мы вы-

яснили, что напряженность электрического поля  $E$  (поз. 4) отождествляется с импульсом /объем среды  $\Phi B$ , а магнитная индукция  $B$  (поз. 6) имеет размерность массовой плотности, характеризующая энергию завихренности, накопленную в единице объема  $\Phi B$ .

Теперь нам открылся физический смысл и некоторых других величин, например:

поток вектора напряженности электрического поля  $N$  (поз. 10) имеет размерность массового расхода;

электрический потенциал  $\varphi$  (поз. 11), а также разность потенциалов, напряжение, ЭДС имеют размерность действия/объем;

плотность электрического тока  $j$  (поз. 18) имеет размерность скорости;

удельное сопротивление  $\rho$  (поз. 19) имеет размерность массовой плотности, характеризующая удельную инерционность среды.

Вполне возможно, что при более внимательном анализе таблицы 5.1 будут найдены новые, еще более интересные связи, помогающие понять физическую сущность процессов, сопровождающих распространение ЭМ поля в "светносной" среде. Таким образом, система ЕКП более физична, чем СИ.

Кроме того, по своей сути СИ является усредняющей, интегрирующей системой единиц. В частности, она подразумевает постоянство сил взаимодействия между телами, хотя, как нам теперь известно, это отнюдь не так (см. главы 2 и 4). Поэтому возникают сомнения в возможности использования СИ для ультрамалых расстояний и интервалов времени, когда влияние прерывистости сил взаимодействия между телами может стать определяющим.

Конкретнее говоря, это различие между СИ и ЕКП проявилось при попытке переписать основные уравнения электромагнетизма из одной системы единиц в другую. Выяснилось, что большинство уравнений совершенно одинаково справедливы как в СИ, так и в ЕКП, если только они не касаются сил взаимодействия тел и связанных с ними энергий, импульсов, моментов и т.д. Поскольку таких уравнений сравнительно немного, мы свели их в отдельную таблицу.

Поясним, что в таблице 5.2 нами использованы следующие символы:

$P = F \cdot \tau$  (импульс=сила·время);

$L = M \cdot \tau$  (момент импульса=механический момент·время);

$H_A = A \cdot \tau$  (действие=работа·время);

$W_H = W \cdot \tau$  (интегральная энергия=энергия·время).

Таблица 5.2

Уравнения электричества и магнетизма, имеющие различные формы записи в СИ и в ЕКП

Физический закон или величина	Форма записи уравнения	
	в СИ	в ЕКП
1. Закон Ампера	$dF = \mu_0 I_1 I_2 ds \sin \alpha$	$dP = \mu_0 I_1 I_2 ds \sin \alpha$
2. Сила Лоренца	$F = q Q \mu_0 H \sin \alpha$	$P = \mu_0 q Q H \sin \alpha$
3. Вектор Умова-Пойнтинга	$\vec{y} = [\vec{E} \times \vec{H}] = F \vec{e} / t S$	$\vec{y} = [\vec{E} \times \vec{H}] = P \vec{e} / t S$
4. Сила, действующая на заряд в электрическом поле, закон Кулона	$F = Q E = Q_1 Q_2 / 4 \pi \epsilon r^2$	$P = Q E = Q_1 Q_2 / 4 \pi \epsilon r^2$
5. Механический момент, действующий на диполь в электрическом поле	$M = p_e E \sin \alpha$	$L = p_e E \sin \alpha$
6. Работа перемещения заряда в электрическом поле	$A = Q \cdot \Delta \varphi$	$H_A = Q \cdot \Delta \varphi$
7. Энергия системы точечных зарядов	$W = \sum Q_i \varphi_i / 2$	$W_H = \sum Q_i \varphi_i / 2$
8. Энергия электрического поля плоского конденсатора	$W = Q \cdot U / 2$	$H_A = Q \cdot U / 2$
9. Сила взаимодействия двух бесконечно длинных параллельных токов	$F = \frac{\mu_0 I_1 I_2 l}{2 \pi r}$	$P = \frac{\mu_0 I_1 I_2 l}{2 \pi r}$
10. Механический момент, действующий на контур с током в магнитном поле	$M = \mu_r I H \sin \alpha$	$L = \mu_r I H \sin \alpha$
11. Работа по перемещению проводника с током в однородном магнитном поле	$A = \mu_r I H \Delta S$	$H_A = \mu_r I H \Delta S$
12. Энергия магнитного поля соленоида	$W = L I^2 / 2$	$H_A = L I^2 / 2$
13. Объемная плотность энергии магнитного и электрического поля	$\omega = W/V = B H / 2$ $\omega = E D_0 / 2$	$\omega_H = W_H/V = B H / 2$ $\omega_H = E D_0 / 2$

Соотношение, аналогичное последнему, использовано и для плотности энергии поля  $\omega_H$  (поз. 13 табл. 5.2). Из таблицы и следующих за ней пояснений видно, что правые части всех уравнений записываются в СИ и в ЕКП совершенно одинаково, в то время как левые части

(тоже всех уравнений) при переходе из СИ в ЕКП "умножились" на  $\tau$ -длительность кванта времени. Этот факт подтверждает фундаментальное положение о прерывистости сил ЭМ взаимодействия. Это также означает, что все рассуждения о взаимном влиянии тел в терминах "силы взаимодействия" становятся некорректными, поскольку в качестве первичного параметра взаимодействия надо принимать импульс, передаваемый телами друг другу. Соответствующим образом изменяются и все другие параметры, характеризующие взаимодействие тел.

Вернемся к расчету параметров среды ФВ. Из вышеизложенного следует, что между коэффициентами  $\kappa_1$  и  $\kappa_3$  существует связь, ранее нами не отмеченная. Дело в том, что к уравнениям Максвелла можно прийти двумя путями:

через напряженность электрического поля  $\vec{E}$  и индукцию магнитного поля  $\vec{B}$  с использованием коэффициента  $\kappa_1$ ;

через электрическое смещение  $\vec{D}$  и напряженность магнитного поля  $\vec{H}$  с использованием коэффициента  $\kappa_3$ ;

Очевидно, что эти пути должны привести нас к одинаковому результату. Но из таблицы 5.1 видно, что параметры  $\vec{D}$  и  $\vec{H}$  являются "статическими", т.е. в отношении их величин в ЕКП и в СИ не входит длительность кванта времени  $\tau$ . Наоборот, параметры  $\vec{E}$  и  $\vec{B}$  являются "динамическими" (названия условные), ибо отношение их величин в ЕКП и в СИ определяется, в частности, через  $\tau$ . Учитывая, что  $\vec{E}$  и  $\vec{B}$  вводились через  $\kappa_1$  по (4.25) и (4.27), а  $\vec{D}$  и  $\vec{H}$  — через  $\kappa_3$  по (4.29) и (4.31), мы можем записать:

$$\kappa_1 = \kappa_3 / \tau = 219,14381 \text{ м}^3/\text{А} \cdot \text{с}^2. \quad (5.7)$$

Напомним, что (5.7) справедливо только в СИ. В ЕКП  $\kappa_1 = \kappa_3 = 1$  и безразмерны. Используя (4.30), и зная  $\xi_0$  в СИ, находим коэффициент дрейфа  $\alpha$ :

$$\alpha = \xi_0 \kappa_1 \kappa_3 g = 9,915203 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}. \quad (5.8)$$

Далее, возвращаясь к (4.30), принимая  $\kappa_1 = \kappa_3 = 1$  и безразмерными, находим значение  $\xi_0$  в системе ЕКП:

$$\xi_{ок} = \alpha / g = 5,477124 \cdot 10^{-28} \text{ с} \cdot \text{м}^3/\text{кг}. \quad (5.9)$$

Из (4.33) и (4.34) находим значение  $\mu_0$  в ЕКП:

$$\mu_{ок} = \rho / \alpha = 2,0314494 \cdot 10^{10} \text{ кг} \cdot \text{с}/\text{м}^5. \quad (5.10)$$

Итак, мы нашли две новых фундаментальных физических константы ( $\mu_{ок}$  и  $\xi_{ок}$ ), которые позволяют нам выполнять численные расчеты в ЕКП

и которыми мы "расплатимся" за неудачный выбор эталонов метра и кулона. Естественно,  $\mu_0 \xi_0 = \mu_{ок} \xi_{ок} = 1/\text{с}^2$ . Параметры  $\mu_0$  и  $\xi_0$ , принадлежащие системе ЕКП, мы будем снабжать подстрочным индексом "к" (квантовые).

Плотность ВТ в среде ФВ находим по (4.26):

$$L = c^2 / \pi d \kappa = 4,9816304 \cdot 10^{23} \text{ м}^{-2}. \quad (5.11)$$

Итак, мы рассчитали основные параметры сверхтекучей и несжимаемой среды ФВ. Отметим, что ее исключительно высокая упругость  $g$  не препятствует движению материальных тел. Более того, именно она определяет высокую скорость распространения света и обеспечивает движение ЭЧ через хаотическое блуждание по КП.

Предлагаемая трактовка параметров среды ФВ обеспечивает справедливость всех уравнений главы 4 как в СИ, так и в ЕКП. Единственным и неприятным исключением оказывается формула (4.61), имеющая вид:

$$g = \sqrt{2 \xi_0 d \tau h c} \quad (4.61)$$

При подстановке в нее  $\xi_0$  в СИ, она "проходит" как по численным значениям, так и по размерности, но не "проходит", если  $\xi_0$  подставлять в ЕКП. Это говорит о том, что связь между  $g$  и  $V_e$ , алгоритм перехода из СИ в ЕКП и обратно, оказываются более сложными, чем простая замена  $g$  на  $V_e$  с помощью (5.6). Для их определения возьмем по (5.8) и (5.9):

$$\xi_{ок} = \alpha / g = \xi_0 \kappa_1 \kappa_3, \quad (5.12)$$

или

$$\xi_0 = \xi_{ок} / \kappa_1 \kappa_3 = \xi_{ок} \tau / \kappa_3^2. \quad (5.13)$$

Поэтому перевод (4.61) в ЕКП надо делать заменой

$$g = \sqrt{2 \xi_0 d \tau h c} \rightarrow \frac{1}{\kappa_3} \sqrt{2 \xi_{ок} d \tau h c \tau}, \quad (5.14)$$

и далее

$$V_e = \kappa_3 g = \sqrt{2 \xi_{ок} \tau d \tau h c}. \quad (5.15)$$

Подводя итоги этому разделу, еще раз выпишем выражения, определяющие фундаментальные физические константы  $\mu_0$  и  $\xi_0$ :

в СИ:

в системе ЕКП:

$$\xi_0 = \frac{g^2}{4\pi d \tau h c} \left[ \text{А}^2 \cdot \text{с}^4 / \text{кг} \cdot \text{м}^3 \right]; \quad \xi_{ок} = \frac{V_e^2}{4\pi d \tau h c \tau} \left[ \text{с} \cdot \text{м}^3 / \text{кг} \right]; \quad (5.16)$$

$$\mu_0 = \frac{4\pi h d \tau}{c g^2} \left[ \text{кг} \cdot \text{м} / \text{А}^2 \cdot \text{с}^2 \right]; \quad \mu_{ок} = \frac{4\pi h d \tau}{c V_e^2} \left[ \text{кг} \cdot \text{с} / \text{м}^5 \right]. \quad (5.17)$$



Если перейти к физическим константам, более привычным для нас, то выражения для  $\epsilon_{ок}$  и  $\mu_{ок}$  примут вид:

$$\epsilon_{ок} = \pi \lambda_c^2 / 64 \hbar \alpha_T = \pi \hbar^4 / 64 \alpha_T m_{eo}^5 c^5; \quad (5.16a)$$

$$\mu_{ок} = 64 \alpha_T m_{eo}^5 c^3 / \pi \hbar^4. \quad (5.17a)$$

Тем самым установлена связь между константами механики и электромагнетизма. Если предлагаемая система единиц получит признание и распространение, то, по праву авторов, мы назовем ее ШИЗ-системой. Для иллюстрации возможностей и особенностей применения новой системы единиц решим две задачи с ее использованием.

1. Электростатическое взаимодействие двух зарядов.

Найти силу взаимодействия двух тел, имеющих массу  $m = 1$  кг, заряд  $Q = 1$  Кл и расположенных на расстоянии  $z = 1$  м друг от друга.

В системе единиц СИ эту задачу решают, используя формулу Кулона:

$$F = ma = Q_1 Q_2 / 4\pi \epsilon_0 z^2,$$

из которой непосредственно находим  $F = 8,98755 \cdot 10^9$  Н, а каждое из взаимодействующих тел под действием этой силы получит численно такое же ускорение, выраженное в  $м/с^2$ .

Решая эту задачу в системе ШИЗ, надо прежде всего перевести исходные данные в единицы этой системы. С использованием (5.5) и (5.2) нетрудно убедиться, что заряду  $Q = 1$  Кл соответствует объем смещения среды ЭВ  $V = 2,8227917 \cdot 10^{-19} м^3$  (использованы более точные значения констант, взятые из [49]), что соответствует кубу с ребром  $6,56 \cdot 10^{-7}$  м. А далее (см. строку 4 табл. 5.2) непосредственно находим:

$$P = V_1 V_2 / 4\pi \epsilon_{ок} z^2 = 1,1577 \cdot 10^{-11} м \cdot кг/с.$$

Если мы хотим выразить взаимодействие рассматриваемых тел через силу, то найденное значение импульса надо разделить на длительность кванта времени  $\tau = \hbar / m_{eo} c^2$ :

$$F = P m_{eo} c^2 / \hbar = 8,98755 \cdot 10^9 Н.$$

Естественно, результаты, полученные в СИ и в ШИЗ, совпали.

2. Сила, действующая на проводник с током, закон Ампера.

Найти силу, действующую на проводник с током  $I = 1$  А в магнитном поле с напряженностью  $H = 1$  А/м, если длина проводника  $L = 1$  м, а направление тока ортогонально направлению силовых

линий магнитного поля ( $\sin \alpha = 1$ ).

С использованием системы СИ непосредственно получаем:

$$F = \mu_{ок} H I L \sin \alpha = 4\pi \cdot 10^{-7} Н = 1,2566 \cdot 10^{-6} Н.$$

Решение этой задачи в системе ШИЗ начнем с пересчета исходных данных (см. строки 2 и 7 табл. 5.1): току  $I = 1$  А в единицах системы ШИЗ эквивалентен ток  $I = 2,8227917 \cdot 10^{-19} м^3/с$ , а напряженности магнитного поля  $H = 1$  А/м в системе ШИЗ соответствует  $H = 2,8227917 \cdot 10^{-19} м^2/с$ . Далее находим:

$$P = \mu_{ок} H I L \sin \alpha = 1,6186595 \cdot 10^{-27} м \cdot кг/с.$$

Для перехода к силе взаимодействия надо полученный результат разделить на длительность кванта времени  $\tau$ ; в результате находим  $F = 1,2566 \cdot 10^{-6}$  Н. Естественно, результаты, полученные в СИ и в ШИЗ, опять совпали.

Подводя итоги сказанному, необходимо отметить следующее:

1. Решение задач с использованием системы единиц ШИЗ не более сложно, чем с использованием системы единиц СИ.

2. К сожалению, численные значения различных величин (токов, напряжений и т.д.), выраженные в единицах ШИЗ, оказываются не очень удобными для использования в повседневной жизни. Это связано с малым размером Кл и малой длительностью кванта времени. Впрочем, этот недостаток свойственен и другим системам единиц (например,  $CGS$ , за которую особенно ратуют физики).

3. Введенные в ШИЗ физические константы  $\lambda_c$ ,  $\tau$ ,  $\epsilon_{ок}$ ,  $\mu_{ок}$  и  $q = 4,5226128 \cdot 10^{-38} м^3$  выражаются через  $\hbar$ ,  $m_{eo}$ ,  $c$ ,  $\alpha_T$ . Таким образом, в ШИЗ универсальных физических констант оказывается меньше, чем в СИ, что говорит о ее большей физичности.

## 5.2. Структура и параметры электрона

В главе I мы показали, что в состав каждой ЭЧВ должна входить фермион-антифермионная пара. "Простейшим" и наиболее распространенным фермионом является электрон, структуру и свойства которого мы рассмотрим ниже. Без специальных оговорок речь пойдет о покоящейся ЭЧ.

По принятым представлениям (см. [29]), электрон является бесструктурным образованием, "материальным носителем наименьшей массы и наименьшего электрического заряда в Природе". Оставим в стороне точность и полноту этого определения и обратим внимание

на физические параметры электрона:

масса покоя  $m_{e0} = 9,1 \cdot 10^{-31}$  кг;

электрический заряд  $q = -1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл;

спин  $S = 1/2$  (в единицах  $\hbar$ );

магнитный момент  $\mu_e = -1,00116 \mu_B$ , где  $\mu_B$  - магнетон

Бора.

Понятие "размер электрона" удовлетворительного физического определения до сих пор не имеет. Иногда он принимается равным нулю (и тогда электрон считается точечным объектом), иногда он берется равным "электромагнитному радиусу"

$$r_e = q_{el}^2 / 4\pi m_{e0} = 2,82 \cdot 10^{-15} \text{ м.} \quad (5.18)$$

В дальнейшем эту величину мы назовем радиусом "классического шарика" (КШ) электрона. Однако сразу отметим, что обращение к КШ электрона отнюдь не означает возврата к старым, классическим представлениям о нем. Вопрос о реальности существования КШ электрона нами (да и другими исследователями) до конца еще не прояснен. По нашим представлениям, он скорее всего, не существует; это не более чем способ представления в сосредоточенном виде пространственно распределенных полей электрона. В заключение отметим, что "существующую теорию электрона нельзя считать завершенной, поскольку ей присущи внутренние логические противоречия" /29/. Тем более актуально обращение к этому вопросу.

Согласно нашим представлениям (многократно обоснованным ранее), электрон равновероятно может пребывать как в виде собственно ЭЧ, так и в виде готона. Как ЭЧ его можно представить в виде кольцевого тока КШ с диаметром орбиты, равным  $\lambda_c$  (см. также главу 4). Линейная скорость вращения КШ по орбите равна  $C$ , в чем, в частности, проявляется свойство изотаксии квантованного пространства. Такая модель электрона должна обладать следующими параметрами:

механическим моментом

$$M = m_{e0} C \lambda_c / 2 = \hbar / 2, \quad (5.19)$$

который соответствует спину электрона  $S = 1/2$ ;

магнитным моментом

$$\mu = i S = (qC / \pi \lambda_c) \cdot (\pi \lambda_c^2 / 4) = \mu_B / 2; \quad (5.20)$$

кинетической энергией вращающегося КШ, которая отождествляется с энергией покоя электрона

$$E_{kr} = J_{kr} \omega_{kr}^2 / 2 = (m_{e0} \lambda_c^2 / 4) \cdot (\omega_{kr}^2 / 2) = m_{e0} C^2 / 2, \quad (5.21)$$

где:  $J_{kr}$  - момент инерции КШ относительно оси вращения  $j$ ;

$\omega_{kr}$  - угловая скорость вращения КШ;

$m_{e0}$  - "топологическая" масса КШ электрона, не зависящая от линейной скорости его вращения по орбите.

Отметим, что понятие топологической массы КШ (и ее "замечательного" свойства релятивистской независимости  $m(U)$ ) условно, как условен и сам факт ее введения (см. главы 4 и 5). В то же время для электрона как целого релятивистская зависимость  $m(U)$ , безусловно, сохраняется.

Как видно из (5.20) и (5.21), параметры простейшей модели электрона не соответствуют параметрам реальной ЭЧ. Кроме несовпадения соответствующих цифр отметим и принципиальные недостатки этой модели:

кольцевой ток КШ электрона оказался носителем только половины полной энергии покоя ЭЧ ( $E = mc^2$ ). Логично будет предположить, что вторая половина этой энергии скрыта в каком-то другом движении, тем более, что к аналогичному выводу мы пришли в разделе 2.3;

наличие выделенной плоскости кольцевого тока (или его оси  $j$ ) не соответствует сферически симметричному полю электрона и его хаотическому блужданию по КШ, равновероятному по всем направлениям.

Изложенные соображения приводят нас к выводу о необходимости дополнения и уточнения рассмотренной модели электрона. Сферичность симметрии электрического поля можно объяснить прецессией кольцевого тока КШ; после завершения оборота по периметру КШ плоскость его орбиты уже не будет совпадать с исходной плоскостью "застывшего" кольцевого тока, и электрон перейдет в соседний КШ, причем конкретис в тот, в котором ось кольцевого тока КШ позитрона будет иметь то же направление в тот же момент времени. К этому утверждению необходимо сделать следующие пояснения:

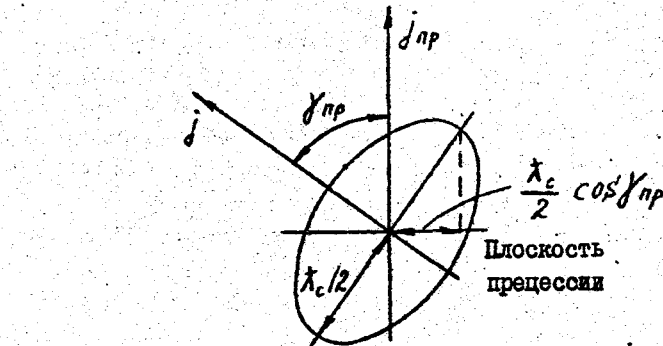
1. Переход кольцевого тока КШ электрона в соседний КШ происходит ортогонально мгновенному положению оси  $j$ ; механизм перехода аналогичен известной "игре колец". При этом взаимные сдвиги кольцевых токов КШ электрона и позитрона формируют структуру готона (см. главу 4), а их остаточные колебания интерпретируются нами как испускание гравитонов (см. главу 6).

2. Прецессионное движение кольцевого тока, естественно,

обладает энергией. Это замечание совпадает (см. главу 3) с нашим выводом о том, что половина массы покоя ЭЧ скрыта в энергии ее хаотического блуждания по КП.

Для определения прецессионного момента инерции  $J_{пр}$  следует рассматривать вращение "застывшего" кольцевого тока КШ относительно оси прецессии  $j_{пр}$  (рис. 5.1), на плоскость которой кольцо тока проектируется в виде эллипса с полуосями  $a = \lambda_c/2$  и  $b = (\lambda_c/2) \cos \gamma_{пр}$ , где  $\gamma_{пр}$  — так называемый "угол прецессии", т.е. угол между осями  $j$  и  $j_{пр}$ . Используя параметрическую форму записи уравнения эллипса ( $x = a \cos \varphi$  и  $y = b \sin \varphi$ ), получаем выражение для  $J_{пр}$ :

$$J_{пр} = \frac{m_{eo} \lambda_c^2}{8\pi} \int_0^{2\pi} (\cos^2 \varphi + \sin^2 \varphi \cos^2 \gamma_{пр}) d\varphi = \frac{J_{кш}(1 + \cos^2 \gamma_{пр})}{2}. \quad (5.22)$$



Плоскость "застывшего" кольцевого тока

Рис. 5.1. Прецессия кольцевого тока КШ электрона

Используя известное выражение для угловой скорости прецессии /51/

$$\omega_{пр} = M / J_{кш} \omega_{кш}, \quad (5.23)$$

где  $M = mc^2 \sqrt{(1 + \cos^2 \gamma_{пр})/2}$  — момент пары сил, вызывающих ее, находим связь между  $\omega_{кш}$  и  $\omega_{пр}$ :

$$\omega_{пр} = \omega_{кш} / \sqrt{(1 + \cos^2 \gamma_{пр})/2}. \quad (5.24)$$

Далее, аналогично (5.21), находим энергию прецессионного движения

$$E_{пр} = J_{пр} \omega_{пр}^2 / 2 = J_{кш} \omega_{кш}^2 / 2 = m_{eo} c^2 / 2. \quad (5.25)$$

Итак, мы убедились, что вторая половина массы покоя электрона действительно скрыта в энергии его прецессионного движения. Кроме того, постоянное изменение мгновенной ориентации оси кольцевого тока КШ электрона обуславливает равновероятность скачков хаотического блуждания по всем направлениям и сферическую в среднем симметрию полей. Одновременно предложенная модель электрона обосновывает прерывистость сил электрического взаимодействия. Согласно ей при малых расстояниях между электронами (порядка  $\lambda_c$ ) должен нарушаться закон Кулона и этот эффект экспериментально обнаружен /52, т.5, с.463/. При взаимодействии электрона с протоном, имеющим в 1836 раз меньшие линейные размеры, ( $m_{пр}/m_{eo} = 1836$ ), протон может оказаться внутри КШ электрона. При этом силы кулоновского взаимодействия между ЭЧ вообще исчезают; они заменяются сферически симметричной силой давления (аналогичной силе гидростатического давления) электрона на расположенный внутри него протон. При этом исчезает потенциал электростатического взаимодействия (вместо стремления к  $\infty$  при  $r \rightarrow 0$ ), а протон и электрон совместно образуют структуру нейтрона. Впрочем, более подробно структуру ЭЧ мы рассмотрим в отдельной главе.

Уточнение модели электрона, учет прецессии кольцевого тока КШ, вынуждает нас переопределить понятие спина. Дело в том, что величина, определяемая по (5.19), пространственно не сохраняется и поэтому определение  $S$  через нее оказывается принципиально неверным. Пространственно сохраняется другая ось, ось прецессии  $j_{пр}$ , и поэтому спин электрона логично связать с механическим моментом прецессии  $M_{пр}$ . Поскольку  $E_{пр} = m_{eo} c^2 / 2 = P_{пр} \cdot c$ , где  $P_{пр} = m_{eo} c / 2$ , для определения  $M_{пр}$  следует учитывать вращение половины массы электрона. Обозначив через  $r_{пр}$  эффективный радиус вращения этой массы, найдем величину  $M_{пр}$ :

$$M_{пр} = m_{eo} c r_{пр} / 2 = \hbar \nu_r r_{пр} / 2 c = \hbar / 2, \quad (5.26)$$

что соответствует спину  $s = 1/2$ . При выводе (5.26) использованы очевидные соотношения:  $m_{eo} c^2 = E = \hbar \nu_r$  и  $c = 2\pi r_{пр} \nu_r$ . Отметим, что выражение (5.26) справедливо для любого фермиона (т.к. в него не входит масса ЭЧ), а радиус прецессии оказывается равным  $\lambda_c$ .

Полный спин электрона равен векторной сумме прецессионной составляющей и составляющей, определяемой кольцевым током КШ (рис. 5.2). Он оказывается переменным по модулю и поэтому для его

характеристики в /II/ введено понятие спиновой амплитуды  $S_{\Pi}$ , определение которой ясно из изложенного выше и рис. 5.2.

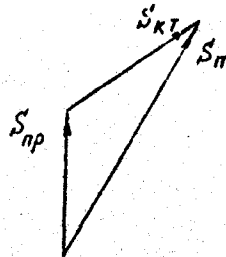


Рис. 5.2. Спиновая амплитуда электрона  $S_{\Pi}$  как векторная сумма прецессионной и круговой составляющих

Магнитный момент электрона создается током заряда  $q$  по орбите прецессии, радиус которой равен  $\lambda_c$ :

$$\mu_e = i S = q \frac{c}{2\pi\lambda_c} \pi \lambda_c^2 = q \hbar / 2m_{e0} = \mu_B. \quad (5.27)$$

Небольшое различие (0,116%) между экспериментально измеренным  $\mu_e$  и магнетон Бора по (5.27) можно объяснить вращением КШ электрона вокруг собственной оси, поляризацией ФВ и некоторыми другими, трудно учитываемыми эффектами, о которых речь пойдет ниже.

Итак, электрон оказался достаточно сложным образованием. Поэтому применительно к нему будут одинаково справедливы несколько определений. Прежде всего это область хаотического блуждания кольцевого тока КШ электрона по соседним КП, происходящего путем периодического превращения электрона в готон, т.е. формирования изгиба хаотически ориентированной ВГ. Последний рассылает в среду ФВ линейные (по координатам) и кольцевые сдвиги, которые и являются физической сущностью электрического и магнитного полей электрона (см. главу 4). С этой точки зрения можно говорить, что заряд электрона формируется в объеме, линейный размер которого порядка  $\lambda_c$ , а использование понятия КШ электрона – не более, чем способ представления заряда и массы электрона в сосредоточенном виде. Именно поэтому массу КШ электрона можно считать "топологической", т.е. не зависящей от скорости его движения по орбите кольцевого тока. Другие, более сложные определения электрона, в том числе объясняющие релятивистскую зависимость  $m(\beta)$ , мы рассмот-

рим в разделе 5.3.

Уточним некоторые детали процесса хаотического блуждания электрона по КП. Для этого возьмем электрон, движущийся со скоростью  $\beta$ . Чтобы выделить ортогональную составляющую мгновенной скорости, систему координат свяжем с электроном, вектором скорости  $\beta$  и плоскостью, перпендикулярной  $\beta$ . Относительно этой плоскости электрон в среднем будет неподвижен и поэтому проекция результирующей траектории хаотического блуждания электрона должна быть замкнутой. Как видно из (5.24), частоты  $\omega_{\text{пр}}$  и  $\omega_{\text{кт}}$  не равны друг другу. Поэтому за период кольцевого тока  $T_{\text{кт}}$  его плоскость окажется повернутой относительно исходного положения на угол  $\omega_{\text{пр}} \cdot T_{\text{кт}} = \omega_{\text{кт}} \cdot T_{\text{кт}} \sqrt{2/(1+\cos^2 \gamma_{\text{пр}})}$ . Разность углов поворота КШ при кольцевом и прецессионном движении будет равна:

$$\delta = (\omega_{\text{пр}} - \omega_{\text{кт}}) T_{\text{кт}} = T_{\text{кт}} \omega_{\text{кт}} \left( \sqrt{\frac{2}{1+\cos^2 \gamma_{\text{пр}}}} - 1 \right). \quad (5.28)$$

Замкнутый многоугольник будет образован за  $N$  оборотов кольцевого тока КШ ( $N\delta = 2\pi$ ), поэтому время формирования замкнутой траектории будет равно:

$$T_{\text{об}} = N T_{\text{кт}} = \pi N \lambda_c / c = 2\pi^2 \lambda_c / \delta c. \quad (5.29)$$

Выражение (5.29) описывает осциллятор с частотой  $\nu_{\text{осц}} = 1/T_{\text{об}} = \delta c / 2\pi^2 \lambda_c$  и энергией

$$E_{\text{осц}} = h \nu_{\text{осц}} = \delta h c / 2\pi^2 \lambda_c. \quad (5.30)$$

С другой стороны, энергия этого осциллятора должна быть равна энергии хаотического блуждания электрона по КП, т.е. энергии прецессии  $m_{e0} c^2 / 2$ . Исходя из этого, получаем:

$$\delta = \pi \sqrt{1 - \beta^2} / 2; \quad (5.31)$$

$$m_{e0} / m_e = \sqrt{1 - \beta^2} = 4 \left( \sqrt{2/(1+\cos^2 \gamma_{\text{пр}})} - 1 \right); \quad (5.32)$$

$$\gamma_{\text{пр}} = \arccos \left( \left[ \frac{2/(1+\sqrt{1-\beta^2}/4)}{2} - 1 \right]^{1/2} \right). \quad (5.33)$$

Результаты, полученные по (5.33), сведены в табл. 5.3.

Таблица 5.3

Зависимость угла прецессии  $\gamma_{\text{пр}}$  от нормированной скорости электрона  $\beta$

$\beta = v/c$	0	0,2	0,4	0,6	0,8	0,9	0,99	0,999
$\gamma_{\text{пр}} (\text{град})$	58	57,4	55,3	51,4	44,3	37,7	21,5	12,1

Графически те же результаты представлены на рис. 5.3.

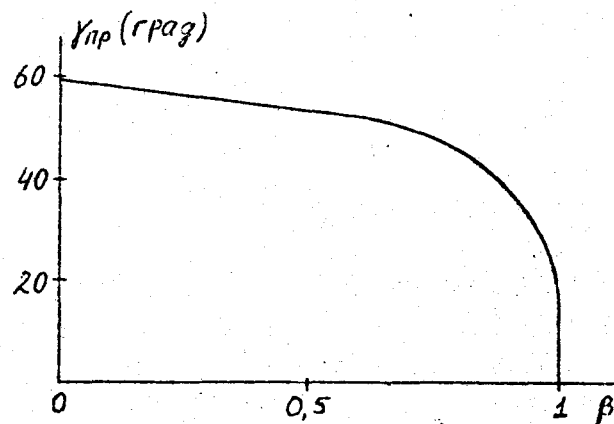


Рис. 5.3. Зависимость угла прецессии  $\gamma_{\text{пр}}$  от нормированной скорости электрона  $\beta$

А теперь — несколько слов о ценности полученных результатов. Конечно, они не очень точны. Мы слишком грубо разделили движение электрона на две составляющие: вдоль ВТ со скоростью  $\vec{U}$  и хаотическое блуждание, причем исключительно по направлениям, ортогональным  $\vec{U}$ . Реальное движение частицы более сложно, и замкнутая траектория хаотического блуждания не получится (реально она будет похожа на спираль, произвольно изломанную в каждой точке). Поэтому результаты, полученные по (5.33), следует рассматривать как ориентировочные.

В то же время они правильно описывают физическую сущность явления — уменьшение угла прецессии по мере роста скорости электрона. Это значит, что при  $\vec{U} \rightarrow c$  ( $\beta \rightarrow 1$ ) электрон все чаще "пригает" вдоль оси ВТ и все реже — ортогонально ее направлению. Так реализуется описанное в разделе 1.1 спрямление траектории хаотического блуждания ЭЧ и превращение ее в прямую линию. Это явление

имеет и экспериментальное подтверждение. Оно наблюдается при работе ускорителей ЭЧ /53/. Замечено, что по мере разгона частиц их траектории становятся все более плавными и более близкими к расчетным окружностям. В /53/ этот эффект объяснен "гашением поперечных колебаний частицы на орбите реакцией излучаемого ею света". Но совершенно непонятно, как это свет, излучаемый однопольно и хаотически (по времени), может гасить какие-либо колебания. Наш подход к объяснению этого эффекта несколько иной, он изложен выше.

Отметим также, что при  $\vec{U} = 0$   $\gamma_{\text{пр}} \approx 60^\circ$ . В этом случае векторная сумма спинов прецессионного и кругового токов, определяющая спиновую амплитуду  $S_{\Pi}$  (см. рис. 5.2), равна

$$S_{\Pi} = 2(\hbar/2) \cos 30^\circ = \hbar\sqrt{3}/2. \quad (5.34)$$

Более подробно поведение квантовых ротаторов исследовано в /11/ Родимовым Б.Н. Он показал, что полная спиновая амплитуда ротатора  $S_{\Pi} = \hbar\sqrt{\ell(\ell+1)}$ , где  $\ell$  — орбитальное квантовое число. Применительно к конкретным ситуациям мы видим, что фотон ( $\ell = 1$ ,  $m_{\ell} = 0$ ) и фотон ( $\ell = 1$ ,  $m_{\ell} = 1$ ) должны иметь  $S_{\Pi} = \hbar\sqrt{2}$ . Для электрона с его кольцевым ( $\ell = 1/2$ ,  $m_{\ell} = 0$ ) и прецессионным ( $\ell = 1/2$ ,  $m_{\ell} = 1/2$ ) токами получаем  $S_{\Pi} = \hbar\sqrt{3}/2$ . Этот результат совпадает с (5.34).

Немного о структуре позитрона. Некоторая "тонкость" этого вопроса заключается в том, что мы имеем два вида позитронов: позитроны, реально существующие в нашем мире ЭЧ, и виртуальные позитроны, принадлежащие миру АЧ и входящие в состав ЭЧВ.

Вообще говоря, структура позитрона аналогична структуре электрона. У первых ("наших") позитронов КШ, существующий он реально; должен иметь обратное направление вращения по своей орбите, ибо противоположность направлений сдвигов создаваемых им в среде ФВ будет означать противоположность (положительность) заряда позитрона.

Что же касается виртуальных позитронов, входящих в состав ЭЧВ, то применительно к ним нет смысла дебатировать вопрос о направлении вращения КШ, т.к. их  $m < 0$  и его время имеет обратное направление хода. Но совершенно определенно можно утверждать, что в составе ЭЧВ кольцевые токи КШ электрона и позитрона (и поля, т.е. сдвиги в среде ФВ, создаваемые ими) в любой момент времени компенсируют друг друга. Поэтому все параметры ЭЧВ постоянно (а

но только в среднем) равны нулю. Это же говорит о совместном прецессировании кольцевых токов.

### 5.3. Электродинамика движущихся тел

Теперь мы усложним поставленную задачу и займемся анализом полей движущихся ЭЧ. Напомним, что при  $\vec{U} = 0$ , т.е. при отсутствии выделенных направлений, хаотическое блуждание ЭЧ по соседним КП сферически симметрично, поэтому симметричен поток сдвигов, расставляемых ею в среду ФВ. Последние формируют электрическое поле ЭЧ.

Рассматривая энергию этих сдвигов как превышение энергии выделенного объема среды ФВ над ее исходным нулевым значением, мы приходим к понятию потенциала электрического поля (или кулоновского потенциала) ЭЧ. Согласно изложенному определению, кулоновский потенциал ЭЧ — скаляр:

$$\varphi_n = q / 4\pi \epsilon_0 r. \quad (5.35)$$

Векторной характеристикой этого поля является напряженность, определяемая как градиент потенциала:

$$\vec{E}_n = -\vec{\nabla} \varphi_n, \quad |\vec{E}_n| = q / 4\pi \epsilon_0 r^2. \quad (5.36)$$

Напомним, что для кулоновского поля ЭЧ мы имеем не только хорошее математическое описание (с которым можно ознакомиться в любом учебнике физики), но и отработанные весьма наглядного представления с помощью силовых линий и эквипотенциальных поверхностей.

При движении со скоростью  $\vec{U}$  (и появлении, таким образом, выделенных направлений) сферическая симметрия хаотического блуждания ЭЧ по соседним КП нарушается. По направлению вперед частица будет делать относительно большее число скачков и частота посылок сдвигов в этом направлении также возрастет. Таким образом, у нас появляется дополнительное электрическое поле, потенциал которого, определяемый отношением  $\vec{U}/c$ , оказывается векторной величиной:

$$\vec{\varphi}_g = \varphi_n \vec{U} / c. \quad (5.37)$$

Отметим, что поля по (5.35) и (5.37) имеют одинаковую физическую сущность и одинаковую размерность основных параметров, определяющих их. В то же время между ними есть и существенные отли-

чия. Например, поскольку потенциал поля  $\vec{\varphi}_g$  оказался векторной величиной, для определения его напряженности следует использовать операцию дивергенции, а не градиента. Поэтому

$$\vec{E}_g = -\text{div} \vec{\varphi}_g = -\frac{1}{c} [\vec{U} \cdot \vec{\nabla} \varphi_n + \varphi_n \cdot \vec{\nabla} \vec{U}] = -\frac{1}{c} (\vec{U} \cdot \vec{\nabla} \varphi_n). \quad (5.38)$$

При упрощении (5.38) учтено, что мы рассматриваем прямолинейное и равномерное движение ЭЧ ( $\vec{U} = \text{const}$ ,  $\vec{\nabla} \vec{U} = 0$ ). Далее из (5.38) с учетом (5.36) получаем:

$$\vec{E}_g = (\vec{U} \cdot \vec{E}_n) / c. \quad (5.39)$$

Итак, напряженность дополнительного поля  $\vec{E}_g$  оказалась скалярной величиной. Это значит, что его появление (и изменение с изменением  $\vec{U}$ ) нельзя трактовать как изменение заряда движущегося электрона (релятивистская инвариантность заряда), поскольку скалярная напряженность поля не изменяет поток вектора напряженности, по расходимости которого определяется заряд (теорема Остроградского-Гаусса).

Отметим также, что для поля  $\vec{\varphi}_g$  у нас нет способа простого и наглядного представления, ибо мы не знаем, как можно наглядно изобразить поле векторов, разных по величине и направлению в каждой точке пространства. Тем более абсурдно говорить о "суммировании" полей по (5.35) и (5.37), попытке сведения их к чему-то единому. К сожалению, этот факт в дальнейшем скажется на простоте и ясности изложения материала; зачастую нам придется ограничиваться математическим формализмом. Пока же заметим, что поле  $\vec{E}_g$  искажает сферически симметричное поле ЭЧ; это говорит о том, что при ускорении ЭЧ его масса приобретает тензорный характер, а ее КП сокращается неизотропно.

Продолжим рассмотрение полей движущейся ЭЧ. Хорошо известно, что перемещение заряда со скоростью  $\vec{U}$  создает вихревое магнитное поле (поле Био-Савара, рис. 5.4), напряженность которого равна:

$$\vec{H}_1 = \epsilon_0 \text{rot} (\varphi_n \cdot \vec{U}) = \epsilon_0 \varphi_n \text{rot} \vec{U} + \epsilon_0 [\vec{\nabla} \varphi_n \times \vec{U}] = \epsilon_0 [\vec{U} \times \vec{E}_n] = \text{rot} \vec{A}. \quad (5.40)$$

При упрощении (5.40) учтено, что для прямолинейного движения  $\text{rot} \vec{U} = 0$  (оно неврещательно). Отметим, что магнитное поле Био-Савара характеризуется векторной напряженностью  $\vec{H}_1$  и вектор-потенциалом  $\vec{A}$ , определяемым по соотношению:

$$\vec{A} = \epsilon_0 \varphi_n \vec{U}. \quad (5.41)$$

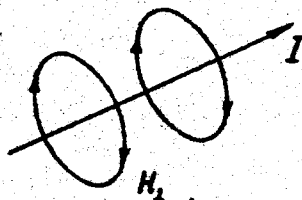


Рис. 5.4. Вихревое магнитное поле Био-Савара

Здесь надо подчеркнуть, что физическая сущность потенциала  $\vec{A}$  пока остается неясной /15, с.26/; то ли это реально существующее физическое поле, то ли просто удобный математический прием описания магнитного поля  $\vec{H}$ . В данном разделе мы будем придерживаться последней трактовки.

Но и это еще не все. Если выделить какую-либо точку пространства, то поле  $\vec{E}_j$ , зависящее от времени вследствие движения ЭЧ, должно вызвать появление еще одного магнитного поля, имеющего скалярный потенциал и скалярную напряженность /15/:

$$H_n = \epsilon_0 (\vec{v} \cdot \vec{E}_n) = -\text{div} \vec{A}. \quad (5.42)$$

Отметим, что существование поля (5.42) доказано Николаевым Г.В. /15, 54, 55/, который показал, что для устранения противоречий, органически присущих современной электродинамике, во всех расчетах следует учитывать полное магнитное поле ЭЧ (рис. 5.5):

$$\vec{H}_n = |\vec{H}_1| \vec{z}_0 + |\vec{H}_n| \vec{x}_0. \quad (5.43)$$

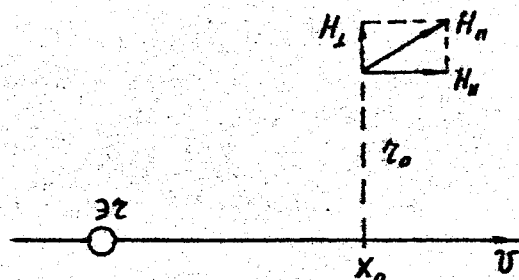


Рис. 5.5. Полное магнитное поле движущейся ЭЧ

Кстати, рассмотрев полный набор полей движущейся ЭЧ, Николаев Г.В. в /15/ показал, что изменение сил взаимодействия релятивистских частиц можно объяснить не увеличением их массы, а изменением структуры сопутствующих им полей. Этот вывод подтверж-

дает, что масса частицы отнюдь не является простейшей физической сущностью, "понятием в себе", а имеет электромагнитную природу. Напомним также об абсурдности "суммирования" магнитных полей  $\vec{H}_1$  и  $\vec{H}_n$ , попыток сведения их в какое-то единое поле.

Сравнивая между собой (5.41) и (5.37), (5.42) и (5.39), нетрудно заметить, что выражения, определяющие потенциалы соответствующих электрических и магнитных полей тождественны друг другу (естественно, с учетом особенностей записи выражений для электрических и магнитных величин). Взаимосвязь и "логическая полнота" рассмотренной системы полей ЭЧ иллюстрируется табл.5.4.

Таблица 5.4

Поля движущихся элементарных частиц

Напряженность поля	Потенциал поля - скаляр	Потенциал поля - вектор
Скаляр	Изменение электрического поля $\vec{E}_j$ индуцирует магнитное поле: $H_n = \epsilon_0 (\vec{v} \cdot \vec{E}_n)$	Дополнительное электрическое поле, возникающее при движении ЭЧ: $\vec{\varphi}_j = \varphi_n \vec{v}/c; \vec{E}_j = -(\vec{v} \cdot \nabla \varphi_n)/c.$
Вектор	Кулоновское поле покоящейся ЭЧ: $\varphi_n = q/4\pi\epsilon_0 r; \vec{E} = -\nabla \varphi_n.$	Магнитное поле движущегося заряда (поле Био-Савара) $\vec{H}_1 = \epsilon_0 [\vec{v} \times \vec{E}_n]; \vec{A} = \epsilon_0 \varphi_n \vec{v}.$

Размерности всех параметров полей соответствуют общепринятым в системах единиц СИ и МКС. Так в МКС  $\dim \varphi_n = \dim \varphi_j = \text{кг}^2/\text{м} \cdot \text{с}$ ;  $\dim E_n = \dim E_j = \text{кг}/\text{м} \cdot \text{с}^2$ ;  $\dim H_n = \dim H_1 = \text{м}^2/\text{с}$ ;  $\dim A = \text{м}^3/\text{с}$ .

Сравнивая (5.40) с (5.17), нетрудно заметить, что

$$\vec{H}_1 = \text{rot} \vec{A} = \vec{B}/\mu_0 = (\kappa_2/\mu_0) \text{rot} \vec{D}. \quad (5.44)$$

Далее, с учетом (4.52), получаем

$$\vec{A} = \alpha \vec{D}/\kappa_1, \quad (5.45)$$

и затем, используя (5.41), находим, что

$$\vec{D} = m \vec{v} (\epsilon_0 \varphi_n \kappa_3 / m \alpha). \quad (5.46)$$



Таким образом, вектор-потенциал  $\vec{A}$  оказался связанным с другим смещением  $\vec{D}$  среды ФВ, а следовательно определяет кинетическую энергию ЭЧ. Поэтому логично предположить, что кинетическая энергия ЭЧ заключена в ее магнитном поле и, поскольку последнее имеет две составляющих ( $H_z$  и  $H_\theta$ ), кинетическая энергия ЭЧ также должна распадаться на две части ( $T = T_z + T_\theta$ ). Найдем каждую из них.

Из теории ЭМ поля известно, что

$$T = \frac{\mu_0}{2} \iiint H^2 dV. \quad (5.47)$$

Подставляя в (5.47) (5.40), учитывая, что  $\vec{H}_z = \epsilon_0 [\vec{v} \times \vec{E}_\theta] = \epsilon_0 v E_\theta \sin \psi$ , и беря  $E_\theta$  по (5.36), получаем:

$$T_z = \frac{\mu_0 v^2 q^2}{32 \pi^2} \iiint \sin^2 \psi dV / r^4. \quad (5.48)$$

Возьмем сферическую систему координат (рис. 5.6).

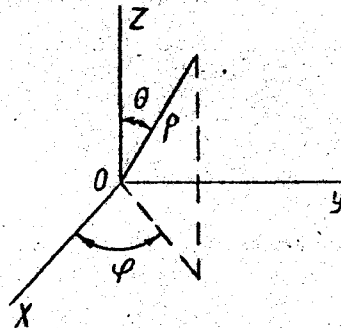


Рис. 5.6. Сферическая система координат

В ней  $dV = r^2 dr d\theta d\phi$ , причем  $r = \rho$ , поскольку  $\rho$  — переменный радиус-вектор. Для упрощения расчетов одно из выделенных направлений ( $\vec{E}_\theta$  или  $\vec{v}$ ) совместим с осью Z. Тогда другое выделенное направление ( $\vec{v}$  или  $\vec{E}_\theta$ ) совпадает с направлением  $\vec{\rho}$ , а угол  $\phi$  будет равен углу  $\theta$ . В этом случае (5.48) примет вид:

$$\begin{aligned} T_z &= \frac{\mu_0 v^2 q^2}{32 \pi^2} \iiint \frac{d\rho}{\rho^2} \sin^3 \theta d\theta d\phi = \\ &= \frac{\mu_0 v^2 q^2}{16 \pi^2} \int_0^{2\pi} d\phi \int_{\rho_{\text{кш}}}^{\infty} \frac{d\rho}{\rho^2} \int_0^{\pi/2} \sin^3 \theta d\theta. \end{aligned} \quad (5.49)$$

В (5.49) первый интеграл численно равен  $2\pi$ , второй интеграл равен  $(-1/\rho_{\text{кш}})$ , поскольку радиус  $\rho_{\text{кш}}$  электрона принят нами за нижний предел интегрирования по  $\rho$ . Третий интеграл — табличный (см. /56/, формула 430.30), он равен  $(\cos^2 \theta - \cos \theta)/3$ . При его вычислении мы вдвое уменьшаем пределы интегрирования (должно быть от  $-\pi/2$  до  $\pi/2$ ), но само значение интеграла умножаем на два. В итоге, учитывая  $\rho_{\text{кш}} = 110 q^2 / 4 \pi m_e$ , из (5.49) получаем:

$$T_z = \frac{2}{3} \frac{m_e v^2}{2} = 2T/3. \quad (5.50)$$

Итак, мы установили, что 2/3 кинетической энергии ЭЧ "скрыто" в ее векторном магнитном поле  $\vec{H}_z$ . Аналогично можно показать, что скалярное магнитное поле ЭЧ  $H_\theta = \epsilon_0 (\vec{v} \cdot \vec{E}_\theta)$  ответственно за ее оставшуюся треть:

$$T_\theta = \frac{\mu_0}{2} \iiint H_\theta^2 dV = T/3. \quad (5.51)$$

Вполне очевидно, что

$$T = T_z + T_\theta = m_e v^2 / 2. \quad (5.52)$$

Итак, мы выяснили, что кинетическая энергия ЭЧ заключена в ее магнитном поле. Это фундаментальное положение, и, установив его, мы задаемся новым вопросом: "А с какой энергией ЭЧ связано ее электрическое поле?". При выполнении соответствующих расчетов снова используем сферическую систему координат и выражение (5.36). Получаем:

$$\begin{aligned} E_{\text{эл}} &= \frac{\epsilon_0}{2} \iiint E^2 dV = \frac{1}{2} \iiint \frac{q^2 d\rho d\phi \sin \theta d\theta}{16 \pi^2 \epsilon_0 \rho^2} = \\ &= \frac{q^2}{32 \pi^2 \epsilon_0} \int_0^{2\pi} d\phi \int_{\rho_{\text{кш}}}^{\infty} \frac{d\rho}{\rho^2} \int_0^{\pi} \sin \theta d\theta. \end{aligned} \quad (5.53)$$

Значения двух первых интегралов в (5.53) определены нами выше. Третий интеграл снова оказывается табличным (см. /56/, формула 430.10). С учетом этого получаем:

$$E_{\text{эл}} = q^2 / 8 \pi \epsilon_0 \rho_{\text{кш}}. \quad (5.54)$$



Поскольку

$$\tau_{\text{кш}} = 1/q^2 / 4\pi m_{e0} = q^2 / 4\pi \epsilon_0 m_{e0} c^2, \quad (5.55)$$

$$E_{\text{эл}} = m_{e0} c^2 / 2. \quad (5.56)$$

Таким образом, в электрическом поле оказалось скрыта половина энергии покоя ЭЧ. Ранее, в главе 3 "Термодинамика" мы показали, что вторая половина этой энергии ( $m_{e0} c^2 / 2$ ) является не чем иным, как энергией хаотического блуждания ЭЧ по соседним КШ.

Итак (повторим еще раз), мы установили, что энергия электрического поля ЭЧ определяет ее энергию (и массу!) покоя, а энергия магнитного поля определяет кинетическую энергию макроскопического движения ЭЧ, т.е. релятивистское увеличение ее массы. Таким образом, масса ЭЧ имеет ЭМ природу, это не что иное как способ компактного, сосредоточенного описания пространственно распределенных полей ЭЧ.

Поскольку при установлении этого факта мы широко использовали понятие КШ электрона, нам придется еще раз вернуться к его физической сущности.

С одной стороны, мы установили (см. главу 4 и раздел 5.2), что любую ЭЧ (в качестве таковой мы пока рассматривали электрон, но в дальнейшем рассмотрим и более сложные ЭЧ) можно представить в виде тока ее КШ, вращающегося по орбите с радиусом  $\lambda_c / 2$  и линейной скоростью  $v_{\text{орб}} = c$ . При этом КШ характеризовался "топологической массой", которая, вопреки всем канонам СТО, не зависела от скорости  $v_{\text{орб}}$ .

Вопрос заключается в том, насколько справедливо и обосновано такое представление ЭЧ, как последнее проявляется в поведении ЭЧ и их взаимодействиях, насколько КШ электрона соответствует представлениям о "классическом электро-не", даваемым "общепризнанной" физикой? Ввиду многогранности поставленного вопроса попробуем взглянуть на него с нескольких точек зрения.

Электрическое и магнитное поля ЭЧ включают в себя всю ее энергию, то есть энергию покоя и кинетическую. Они же проявляют ее вне ЭЧ, в окружающей среде ФВ.

Как показано в главе 4, поля ЭЧ формируются изгибом ВТ, то есть в объеме, не меньшем объема КШ. С этой точки зрения КШ ЭЧ физически просто нет — это не более чем способ представления в сосредоточенном виде источников этих полей.

С другой стороны, движение КШ (если он существует реально) по кольцевой орбите внутри электрона является внутренним движением ЭЧ и вовсе не обязательно должно проявляться вне ее. Не обязательно релятивистские отношения СТО, применимые к ЭЧ как к единому целому, должны быть применимы к ее отдельным элементам (тем более, что, как мы покажем в дальнейшем, в сложных ЭЧ таких элементов может быть несколько). Так что "топологическая масса" КШ электрона не является массой в общепринятом смысле этого слова, и использование этого понятия не опровергает канон СТО.

Также условно отождествление КШ электрона с "классическим электроном". Хотя они и совпадают по размерам, но размер КШ не определяется поверхностным зарядом (или силами, удерживающими его), так как никакого заряда там просто нет.

В то же время из (1.3) и (5.55) можно получить:

$$\tau_{\text{кш}} / \lambda_c = q^2 / 2\pi \epsilon_0 c = \alpha_T, \quad (5.57)$$

откуда видно, что со сдвигами в среде ФВ взаимодействует не электрон (как таковой), а только его КШ. Отсюда следует важный вывод о том, что постоянная ЭМ взаимодействия  $\alpha$  оказывается заложеной в физику через структуру ЭЧ.

Рассматривая ЭМ взаимодействия (см. главу 4), мы показали, что сечение приема сдвигов среди ФВ электроном  $S_2 = 2\pi \lambda_c^2$ , причем доля энергии сдвига, поглощаемой этим сечением равна  $\alpha_T$  ( $\approx 0,73\%$ ). Если эквивалентно ввести "эффективное сечение приема" сдвигов (с эффективностью, равной единице), то оно будет равно

$$S_{2\text{эфф}} = 2\pi \lambda_c^2 \alpha_T = 2\pi \lambda_c \tau_{\text{кш}}. \quad (5.58)$$

Другими словами, эффективное поглощение энергии сдвигов среди ФВ осуществляется кольцом с радиусом  $\lambda_c$  и шириной  $\tau_{\text{кш}}$ , то есть КШ электрона. В дальнейшем мы покажем, что и другие виды взаимодействий (например, гравитационное) также осуществляются через КШ электрона.

Попутно заметим, что (5.57) подтверждает релятивистскую инвариантность  $\alpha_T$ , поскольку  $\lambda_c$  и  $\tau_{\text{кш}}$  электрона одинаково зависят от  $v$ .

Теперь мы коснемся нескольких "коварных" моментов. Как было показано выше, магнитные поля ЭЧ  $\vec{H}_1 = \epsilon_0 [\vec{v} \times \vec{E}_n]$  и  $H_n = \epsilon_0 (\vec{v} \cdot \vec{E}_n)$  в сумме определяют ее кинетическую энергию. При  $v \rightarrow c$  напряженности  $H$  этих полей (а также их энергия и, следовательно, масса) возрастают, но до конечной величины, поскольку  $E_n$  — напряжен-

ность электрического поля, постоянна. Но мы-то знаем, что при  $U \rightarrow C$  кинетическая энергия и масса ЭЧ растут неограниченно!

Секрет этого "парадокса" заключается в том, что с ростом  $U$  уменьшается радиус (и объем) КШ электрона по (5.55). Освоившееся место пустым, естественно, не остается. Оно заполняется полем, энергия которого возрастает (в пределе до бесконечности, поскольку  $\epsilon_{\text{КШ}} \rightarrow 0$ ).

Не менее "коварен" вопрос об отсутствии магнитного поля у движущейся нейтральной ЭЧ; кинетическая энергия которой, тем не менее, не равна нулю. Однако этот "парадокс" тоже кажущийся благодаря удивительному свойству магнитного поля не исчезает при его компенсации. Поэтому, в частности, суммарная энергия двух магнитных полей определяется выражением  $(\mu H_1^2/2) + (\mu H_2^2/2)$ , а не вроде бы очевидным  $\mu (H_1 + H_2)^2/2$ . Существование этого явления установлено Гузюкиным П.Г. /57/ и названо им принципом независимости действия магнитных полей (ИНДМП). Принцип ИНДМП легко поддается экспериментальной проверке. Например, если по виткам соленоида, намотанного в два провода, пропустить встречно направленные токи, то его "полукатушки" будут отталкиваться друг от друга, хотя их суммарное магнитное поле равно нулю.

Физически существование ИНДМП объясняется тем, что силовые линии магнитного поля формируются микроскопическими вихрями в среде ФВ. Наложение нового магнитного поля вызывает появление новых вихрей, причем, ввиду сверхтекучести среды ФВ, вихри не взаимодействуют между собой, не уничтожают (и не усиливают) друг друга. Поэтому при наличии вихрей взаимнопротивоположного направления макроскопическая завихренность среды и макроскопическая напряженность магнитного поля оказываются равными нулю, хотя энергия завихренности среды нулю равна не будет. Поэтому, по нашим представлениям, магнитные поля нейтральной ЭЧ, образованные взаимным движением ее положительно и отрицательно заряженных компонентов, взаимно компенсируют друг друга, но не уничтожают. Их суммарная энергия определяет кинетическую энергию нейтральной ЭЧ. То же самое можно сказать о кинетической энергии макроскопических тел, которые в целом электронейтральны.

Попутно отметим, что электрические поля принципу независимости действия не подчиняются, поскольку их силовые линии образуются диполями электрон-позитронных пар, мгновенно заполняющими собой все пространство. Поэтому силовые линии нового электричес-

кого поля, появившегося в том же объеме среды ФВ, должны быть образованы этими же диполями электрон-позитронных пар.

Таким образом, понятие КШ электрона оказалось достаточно сложным, и, видимо, до конца еще не проясненным. Возможно нам удастся более подробно раскрыть его в дальнейших исследованиях.

## 5.1. НОВАЯ СИСТЕМА ЕДИНИЦ ИЗМЕРЕНИЙ И РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ СРЕДЫ ФИЗИЧЕСКОГО ВАКУУМА

### Алгоритм изложения

СИ – повсеместно применяемая система единиц физических величин.  
Недостатки: усредненность, нефизичность, неточность эталона ампера.

Выявление физической сущности заряда (объем смещения среды ФВ) позволяет ввести систему ШИЗ. Взаимные переходы СИ  $\rightleftharpoons$  ШИЗ.

Параметры среды ФВ:  $\hbar = \hbar / 2 m_{e0} = 5,79 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{с}$ ;  $V_e = \pi \lambda_c^{3/4} = 4,5 \cdot 10^{-38} \text{ м}^3$ ;  $\rho_e = m_{e0} / V_e = 2 \cdot 10^7 \text{ кг/м}^3$ ;  $g = \rho_e c^2 = 1,81 \cdot 10^{24} \text{ кг/м} \cdot \text{с}^2$ .  
Коэффициент пересчета  $k_3 = V_e / g = 2,82 \cdot 10^{-19} \text{ м}^3/\text{А} \cdot \text{с}$ .

### Размерность основных параметров ЭМ поля

	ШИЗ	СИ	ШИЗ/СИ		ШИЗ	СИ	ШИЗ/СИ
$D_e$	м	$\text{А} \cdot \text{с}/\text{м}^2$	$k_3$	H	$\text{м}^2/\text{с}$	$\text{А}/\text{м}$	$k_3$
$E$	$\text{кг}/\text{с} \cdot \text{м}^2$	$\text{кг} \cdot \text{м}/\text{А} \cdot \text{с}^3$	$\tau/k_3$	B	$\text{кг}/\text{м}^3$	$\text{кг}/\text{А} \cdot \text{с}^2$	$\tau/k_3$
$\epsilon_0$	$\text{с} \cdot \text{м}^3/\text{кг}$	$\text{А}^2 \cdot \text{с}^4/\text{кг} \cdot \text{м}^3$	$k_3^2/\tau$	$\mu_0$	$\text{кг} \cdot \text{с}/\text{м}^5$	$\text{кг} \cdot \text{м}/\text{А}^2 \cdot \text{с}^2$	$\tau/k_3^2$

Первичный параметр взаимодействия-передаваемый импульс.  
"Статические" ( $D_e$  и H) и "динамические" (E и B) параметры ЭМ поля.

Связь СИ и ШИЗ через  $\alpha = \epsilon_0 k_1 k_3 g$  (СИ) =  $\epsilon_{ок} g$  (ШИЗ);  $k_1 = k_3/\tau$ .

Введение  $\epsilon_{ок} = 5,477 \cdot 10^{-28} \text{ с} \cdot \text{м}^3/\text{кг}$  и  $\mu_{ок} = 2 \cdot 10^{10} \text{ кг} \cdot \text{с}/\text{м}^5$ .

$L = 5 \cdot 10^{23} \text{ м}^{-2}$ . Пересчет заряда:  $V_e = g k_3 = \sqrt{2 \epsilon_{ок} \tau \alpha} \hbar c$ .

### Окончательные выражения:

в СИ	в ШИЗ
$\epsilon_0 = q^2 / 4 \pi \alpha_T \hbar c$ ;	$\epsilon_{ок} = \pi \hbar^4 / 64 \alpha_T m_{e0}^5 c^5$ ;
$\mu_0 = 4 \pi \alpha_T \hbar / c q^2$ ;	$\mu_{ок} = 64 \alpha_T m_{e0}^5 c^3 / \pi \hbar^4$ .

Примеры решения задач с использованием системы единиц ШИЗ.

36.

## 5.2. СТРУКТУРА ЭЛЕКТРОНА

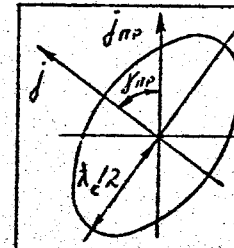
### АЛГОРИТМ ИЗЛОЖЕНИЯ

Общепринятое определение электрона, его параметры:  
 $S' = 1/2$ ,  $\mu_e = 1,00116 \mu_B$ . Противоречия теории электрона.



Простейшая модель электрона: кольцевой ток КШ.  
Параметры модели:  $\mu_e = \mu_B/2$ ,  $E_{кт} = m_{e0} c^2/2$ .

Недостатки простейшей модели:  
несоответствие параметров экспериментальным данным ("потеряна" половина массы покоя);  
сферическая асимметрия полей (и хаотического блуждания по КП).

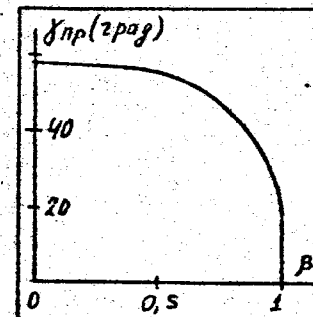


Модернизация модели – учет прецессии кольцевого тока КШ. Параметры модели:

$E_{пр} = m_{e0} c^2/2$  – энергия хаотического блуждания ЭЧ по КП,  $S'_{пр} = \hbar/2$ ,

$\tau_{пр} = \lambda_c$ ,  $\mu_e = \mu_B$ .

Аномальный магнитный момент, определения электрона, реальность существования КШ.



Зависимость  $\gamma_{пр}$  от  $\beta$  и выводы, следующие из нее. Приближенность полученных результатов. При  $\beta = 0$   $\gamma_{пр} \approx 60^\circ$ . Спиновая амплитуда электрона и других квантовых ротаторов.

Электрон и позитрон, сходство и различие

37.

## Алгоритм изложения

Комплекс полей движущейся ЭЧ		
Напря- женность поля	Потенциал поля - скаляр	Потенциал поля - вектор
Скаляр	Изменение электрического поля $E_d$ индуцирует магнитное поле: $H_n = \epsilon_0 (\vec{v} \cdot \vec{E}_n)$	Дополнительное электрическое поле, возникающее при движении ЭЧ: $\vec{\varphi}_d = \varphi_n \vec{v}/c; E_d = -(\vec{v} \cdot \nabla \varphi_n)/c$
Вектор	Кулоновское поле, покоящейся ЭЧ: $\varphi_n = q/4\pi\epsilon_0 r; \vec{E}_n = -\nabla \varphi_n$	Поле Био-Савара движущегося заряда: $\vec{H}_d = \epsilon_0 [\vec{v} \times \vec{E}_n]; \vec{A} = \epsilon_0 \varphi_n \vec{v}$
Бессмысленность попыток "суммирования" полей. Размерности полей соответствуют принятым (в СИ и в МКС).		

Кинетическая энергия ЭЧ — энергия ее магнитного поля:  
 $T = T_L + T_H = \frac{\mu_0}{2} (\int_V H_L^2 dV + \int_V H_H^2 dV) = 2T/3 + T/3 = m v^2/2$

В электрическом поле "скрыта" половина энергии покоя ЭЧ:  
 $E_{эп} = \frac{\epsilon_0}{2} \int_V E^2 dV = m_0 c^2/2$ . Вторая половина — в энергии хаотического блуждания ЭЧ по соседним КЧ.

Существует ли КЧ электрона?	
Да:	Нет:
сдвиг среды ФВ воспринимается не электроном вообще, а его КЧ; это компонент ЭЧ и наличие $v_{орб} = c$ не противоречит СТО; постоянная $\alpha_T$ определяется структурой ЭЧ (отношением $\tau_{кч}/\lambda_c$ ).	это способ представления в сосредоточенном виде полей ЭЧ; его масса равна $m_{eo}$ при $v_{орб} = c$ , это противоречит СТО; заряда на его поверхности нет.
Вывод: окончательно вопрос о реальности КЧ электрона не решен.	

## "Коварные" моменты и их объяснение:

1. Бесконечный рост  $T$  при  $v \rightarrow c$  — уменьшением  $\tau_{кч}$  электрона и заполнением полей освобожденного объема ( $T \rightarrow \infty$ , ибо  $\tau_{кч} \rightarrow 0$ ).
2. Наличие  $T_{40}$  у нейтральных ЭЧ-ПНДП.  $E_{кч} = \sqrt{1/2} (H_1^2/2) + (1/2) H_2^2/2) \neq 1/2 (H_1 + H_2)^2/2$ . Физическое обоснование, проверяемость.

Электрические поля ПНД не подчиняются.

## 6. ГРАВИТАЦИОННЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

Мысль Ньютона о взаимном притяжении я считаю нелепой и удивляюсь, как человек, подобный Ньютону, мог сделать столько трудных исследований и вычислений, не имеющих в основании ничего лучшего, чем эта мысль.

Гюйгенс Христиан

Гравитация — второй вид фундаментального взаимодействия, которому подвластны все формы материи. С электромагнетизмом его роднит свойство дальнодействия, а отличает "униполярность". Поэтому гравитационные взаимодействия являются определяющими для больших, суммарно электронейтральных тяготеющих масс.

На сегодняшний день мы имеем множество более или менее удачных теорий гравитации, но "общепризнанная" физика считает "серьезными" только две из них. Это "заслуженная" ОТО А.Эйнштейна и ее молодая "правопреемница" — релятивистская теория гравитации (РТГ), развиваемая школой академика Лобачевского А.А.

Согласно ОТО, гравитация является эффектом чисто геометрическим: сила тяготения обусловлена искривлением пространства под влиянием гравитирующих масс. Такая трактовка, в частности, снимает вопрос о скорости распространения гравитационного поля, поскольку искривленное пространство как бы заранее готово к приходу пробной массы в данную точку. В то же время процессу распространения волн искривления пространства (гравитационных волн) ОТО приписывает световую скорость.

РТГ, отталкиваясь от ошибок в записи "исходных уравнений ОТО", развила свою теорию, которая "дает принципиально новые представления о развитии Вселенной и гравитационном коллапсе" /58/. Однако, будучи формально-математической теорией, РТГ также не пошла далее установления связей между гравитационным полем и свойствами пространства-времени.

В данной главе мы не будем подробно останавливаться на критике ОТО или РТГ: анализу несуразностей ОТО посвящено много работ (см., например, /34/), у РТГ все это еще впереди. Наша цель — показать, что пространственно-временные отношения отнюдь не являются ключевым пунктом теории гравитации; что гравитация — это от —

нодь не геометрический эффект, а явление, имеющее свою физическую сущность, благополучно утерянную в дебрях математического формализма. И эту сущность нам предстоит раскрыть.

### 6.1. Пространственно-временные соотношения

В этом разделе мы хотим показать, что основная проблема ОТО и РТГ - вопрос о пространственно-временных соотношениях - отнюдь не стоит той "ломки перьев", которая была устроена вокруг него. Дело в том, что еще Станюковичем К.П. (его работа /59/ вышла в 1965 году) показано, что уравнения ОТО, во-первых, приближены, а, во-вторых, выводятся стандартными методами вариационного исчисления. При этом основной постулат ОТО - постулат тождественности гравитационной и инерциальной масс, оказывается совершенно излишним. Демонстрируя это, воспользуемся функцией Лагранжа (2.85) и перейдем к ее плотности (лагранжиану):

$$L = \mathcal{L} \cdot dx \cdot dy \cdot dz. \quad (6.1)$$

С учетом (6.1) действие (2.84) можно записать в виде  $W = (1/c) \int \mathcal{L} d^4x$ , где  $d^4x$  - элемент четырехмерного объема. Однако такая форма записи действия оказывается неинвариантной /38, с.38/. Для получения инвариантной формы представим элемент четырехмерного объема в виде:  $d^4x = J d^4x'$ , где  $J$  - якобиан. Тогда детерминант фундаментального метрического тензора запишется в виде:

$$g = J^2 g'. \quad (6.2)$$

Учитывая, что детерминант  $g$  отрицателен, еще раз перепишем выражение (6.2):

$$\sqrt{-g} = J \sqrt{-g'}. \quad (6.3)$$

после чего получим:  $\int \mathcal{L} \sqrt{-g} d^4x = \int \mathcal{L} \sqrt{-g'} J d^4x = \int \mathcal{L} \sqrt{-g'} d^4x'$ . Таким образом, инвариантная форма записи действия для четырехмерного пространства-времени имеет вид

$$W = \frac{1}{c} \int \mathcal{L} \sqrt{-g'} d^4x'. \quad (6.4)$$

Выполненное в (6.3) введение знака "минус" под корень требует его появления и перед ним. В этом случае, для сохранения физического смысла (6.4), лагранжиан  $\mathcal{L}$  должен быть отрицательным. Это говорит об отрицательности энергии гравитационного поля.

Как было показано раньше, (см. § 2.5) вариация релятивистской кинетической энергии равна вариации полной энергии. Поэтому для выполнения вариации целесообразно представить лагранжиан в виде плотности полной энергии. Если полную энергию сферической Вселенной с радиусом  $a$  и объемом  $V = 4\pi a^3/3$  обозначить через  $E_0$ , то выражение для плотности полной энергии имеет вид:

$$E_0/V = 3E_0/4\pi a^3 = 3(E_0/\pi a)/4a^2 = \gamma_0 R/2H, \quad (6.5)$$

где  $R = 1/a^2$  - кривизна сферы Вселенной,  $H = \pi a/2E_0$ ,  $\gamma_0 = 3/4$ .

Распространим (6.5) на Вселенную произвольной формы, считая  $R$  и  $H$  переменными величинами, зависящими от координат, т.е. запишем лагранжиан в виде

$$\mathcal{L} = -\gamma_0 R/2H. \quad (6.6)$$

Вариация (6.6) по (2.83) приводит к ковариантным уравнениям движения вида /59, с.143/:

$$R_\mu^\nu - \frac{1}{2} \delta_\mu^\nu R + \frac{R}{2R_0} A_{\mu\sigma}^{\nu\rho} R_{\rho}^\sigma = H T_\mu^\nu. \quad (6.7)$$

где  $R$  - скалярная локальная кривизна,  $R_0$  - средняя кривизна,  $R_\mu^\nu$  - тензор локальной (истинной) кривизны,  $R_{\rho\sigma}^\sigma$  - тензор средней кривизны,  $T_\mu^\nu$  - тензор энергии-импульса,  $A_{\mu\sigma}^{\nu\rho}$  - компоненты безразмерного тензора, связывающего в каждой точке четырехмерного пространства компоненты вариации среднего  $g^{\mu\nu}$  и локального  $g'^{\mu\nu}$  метрических тензоров:

$$\delta g_0^{\mu\nu} = A_{\rho\sigma}^{\mu\nu} \delta g^{\rho\sigma}. \quad (6.8)$$

Здесь мы подошли к самому главному моменту. Заключается он в том, что если вариации локального метрического тензора и локальная кривизна существенно превышают средние значения, то  $A_{\mu\sigma}^{\nu\rho} \approx 0$ . Тогда (и только тогда) выражение (6.8) переходит в неинвариантное уравнение ОТО:

$$R_\mu^\nu - \frac{1}{2} \delta_\mu^\nu R = H T_\mu^\nu. \quad (6.9)$$

Проведенные рассуждения показывают, что уравнения ОТО справедливы только в окрестностях больших неоднородностей плотности энергии. Так что их применимость к "реальным" (относительно слабым) гравитационным полям оказывается под сомнением.

Однако даже в рассмотренном, очень частном случае сильных гравитационных полей при анализе уравнений ОТО были допущены многочисленные и очень существенные ошибки. Например, как показано

в /58/ Логуновым и другими, вывод о существовании "черных дыр", о возможности гравитационного коллапса, явился следствием неправильной интерпретации уравнений ОТО. А в еще более ранней работе /61/ указывалось, что вывод о существовании "черных дыр" является следствием неправильной трактовки римановской геометрии.

Наша точка зрения в этом вопросе несколько иная: невозможность существования "черных дыр" обусловлена квантованностью пространства ФВ, ставящей естественный предел сжимаемости вещества. Более подробно к этому вопросу мы вернемся позже, а пока отметим, что именно отсутствие "черных дыр" в Природе объясняет абсолютную безуспешность интенсивных поисков этих экзотических объектов.

На этом мы закончим краткий экскурс в математику ОТО и РГТ и займемся вещами более простыми и наглядными.

### 6.2. Физическая сущность гравитации

Исследование природы тяготения начнем с рассмотрения закона Хаббла, определяющего увеличение длины волны излучения  $\lambda$  ("красное смещение") по мере его удаления от источника:

$$Z = \frac{\lambda - \lambda_0}{\lambda_0} = HR/c = Ht, \quad (6.10)$$

где  $\lambda_0$  — длина волны света в момент испускания,  $H$  — постоянная Хаббла,  $t = R/c$  — время распространения света на расстояние  $R$ .

Современная космология трактует закон Хаббла как наблюдаемое проявление эффекта Доплера, обусловленное взаимным разбеганием галактик. На этом постулате основана широко "используемая" модель "Большого взрыва" и расширяющейся Вселенной. Выявляющиеся в ней многочисленные трудности и противоречия (см., например, /62/) решаются традиционным для современной науки путем: усложнением модели и ее математизацией.

Однако существует и другая интерпретация эффекта Хаббла. В разделе 2.3 мы обосновали трактовку "красного смещения" фотона как результата диссипации его энергии в процессе распространения. Если использовать совершенно очевидные соотношения  $\lambda = c/\nu$  и  $E = h\nu = hc/\lambda$ , то (6.10) можно переписать в виде:

$$Z = \frac{(hc/E) - (hc/E_0)}{hc/E_0} = -\frac{E - E_0}{E} = Ht, \quad (6.11)$$

из которого непосредственно вытекает дифференциальное уравнение

$$dE/E = -Ht. \quad (6.12)$$

Решение (6.12) имеет вид:

$$\ln E = -Ht, \text{ или } E = E_0 \exp(-Ht). \quad (6.13)$$

Таким образом, энергия фотона экспоненциально убывает по мере его старения, по мере ухода от точки испускания (рис.6.1).

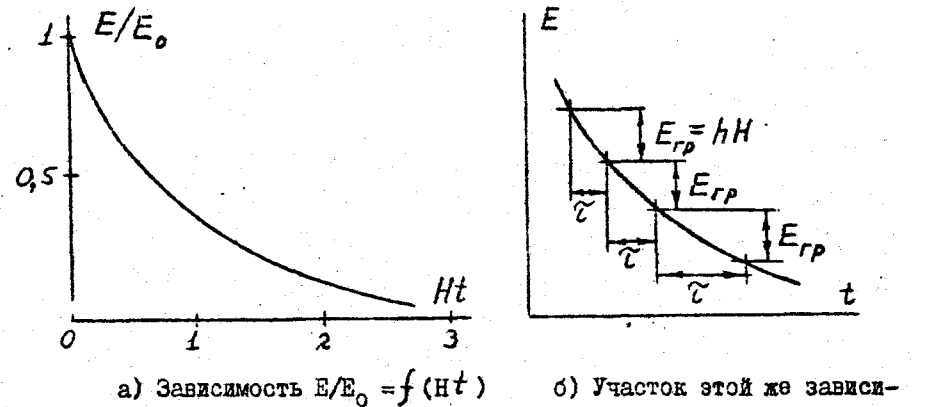


Рис. 6.1. Изменение энергии фотона в процессе его старения

Найдем потерю энергии фотоном за одно колебание. Для этого в (6.12) перейдем к конечным приращениям. Если за  $\Delta t$  принять период  $1/\nu$ , то

$$\Delta E = hH. \quad (6.14)$$

Как видно из (6.14), любой фотон за период колебаний теряет одну и ту же энергию  $hH$ . Поэтому данное событие можно трактовать как испускание фотоном некоей частицы-гравитона с массой

$$m_{gp} = hH/c^2. \quad (6.15)$$

Поскольку любая ЭЧ существует мерцающим образом, периодически превращаясь в аннигиляционный фотон (готон), она также должна испускать гравитоны. Как показано в главе 2 (формула (2.68)), за каждый акт компутации ЭЧ теряет энергию и массу

$$W_n = E_{gp} = hH, \quad m_{gp} = hH/c^2. \quad (6.16)$$

Как видно из (6.16), масса испускаемых гравитонов одинакова для всех ЭЧ, что, естественно, "работает" на развиваемую нами

корпускулярную теорию гравитации. Правда, гравитоны, испускаемые ЭЧ (точнее, готонами) оказались в  $2\pi$  раз легче, чем испускаемые фотонами. Однако этот факт отнюдь не является "принципиальной трудностью теории"; достаточно вспомнить, что в главе I мы для ЭЧ определили приведенный квант времени  $\tau$  в  $2\pi$  раз меньшим реального  $T_p$  (чтобы уйти от необходимости пространственного квантования параметров ЭЧ). Поскольку далее мы будем рассматривать гравитационные взаимодействия ЭЧ, расчетные параметры гравитона примем по (6.16).

В состоянии покоя (при  $v = 0$ ) хаотическое блуждание ЭЧ по КП сферически симметрично; поэтому симметричным будет и поток испускаемых им гравитонов. Таким образом, в единицу времени ЭЧ испускает сферически симметричный импульс, равный  $m_{gr} c / \tau$ . В свою очередь, на частицу действует давление со стороны окружающей среды

$$Q = m_{gr} c / \tau S_2 = m_{gr} c^2 / 4\pi \lambda_c \tau^2, \quad (6.17)$$

где  $4\pi \tau^2 = S_2$  — площадь сферы ЭЧ,  $\tau = \lambda_c / 2$  — радиус сферы. Это давление сферически симметрично и движения ЭЧ не вызывает.

Рассмотрим наиболее общий случай гравитационного взаимодействия двух ЭЧ, например, протона и электрона. Условно будем считать, что протон испускает гравитоны, а электрон, находящийся от него на расстоянии  $r$ , их поглощает. Сечение поглощения гравитонов обозначим через  $S_2$ ; совершенно очевидно, что оно должно быть пропорционально массе ЭЧ:

$$S_2 = S_0 m_e. \quad (6.18)$$

Вполне очевидно, и то, что гравитоны, испускаемые и поглощаемые ЭЧ, должны обладать отрицательной массой. Только в этом случае обменная сила, возникающая между ними, будет взаимно притягивать их. Экспериментально это подтверждается отрицательностью энергии слабых, т.е. реально наблюдаемых гравитационных полей (критерий деления гравитационных полей на слабые и сильные см., например, в /59/).

Однако, для упрощения и повышения наглядности наших рассуждений, мы учтем, что испускание гравитонов с  $m_{gr} < 0$  (минус-гравитонов по терминологии /63/) "с точностью до наоборот" эквивалентно поглощению плюс-гравитонов (с  $m_{gr} > 0$ ), поток которых, существуя он реально, давил бы на ЭЧ, расталкивая их (рис. 6.2).

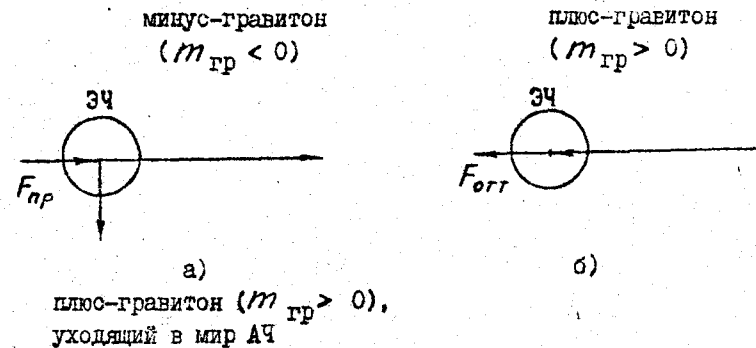


Рис. 6.2. Процесс испускания гравитона ЭЧ и его "общепризнанный" аналог:

- а) Реальный процесс (очень упрощенно);  
б) Его "общепризнанный" аналог

При таком представлении сила тяготения определяется дефицитом давления потока гравитонов, испускаемых всеми телами Вселенной, часть из которых экранируется сечением поглощения электрона  $S_0 m_e$ . Эта сила всегда будет направлена по кратчайшему пути между ЭЧ. Очень упрощенно описанный механизм взаимодействия ЭЧ путем приема-испускания гравитонов представлен на рис. 6.3.

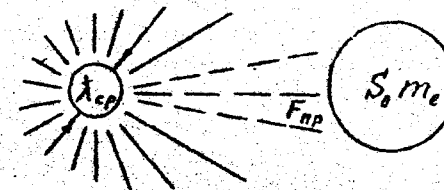


Рис. 6.3. Взаимодействие ЭЧ и гравитонов, возникновение сил притяжения между ЭЧ

Отметим, однако, что не следует представлять поток гравитонов как поток каких-либо корпускул или волн, сходящихся к протону. Как мы увидим дальше, реальная картина оказывается значительно сложнее.

В соответствии с вышесказанным и согласно (6.17), сила взаимодействия ЭЧ будет равна произведению давления гравитонов  $Q$

на площадь экранирования:

$$F = m_{гр} S'_0 m_e c^2 / 4\pi r^2 \lambda_{ср}, \quad (6.19)$$

где по сравнению с (6.17)  $\lambda_c$  заменено на  $\lambda_{ср}$  - размер КП протона, а  $z_0$  - на  $z$  - расстояние между ЭЧ.

Теперь выясним физическую суть коэффициента  $S'_0$ . Поскольку сосредоточенной характеристикой массы ЭЧ является ее КШ (вращающийся по орбите с радиусом  $\lambda_c/2$  и образующий кольцевой ток ЭЧ), сечение электрона  $S'_0$  для гравитационного взаимодействия должно быть равно  $\pi z_{кш}^2$ , то есть

$$S'_0 = S'_0 m_{eo} = \pi z_{кш}^2; \quad S_0 = \pi z_{кш}^2 / m_{eo}. \quad (6.20)$$

С учетом (6.20) выражение (6.19) примет вид

$$F = m_{гр} c^2 z_{кш}^2 m_e / 4\pi r^2 \lambda_{ср} m_{eo}. \quad (6.21)$$

Если учесть, что  $\lambda_{ср} = \hbar / m_p c$  ( $m_p$  - масса протона), то получим

$$F = \frac{m_{гр} c^3 z_{кш}^2}{4\pi \hbar m_{eo}} \cdot \frac{m_e \cdot m_p}{r^2} \quad (6.22)$$

Для дальнейшего исследования природы гравитации и сравнения получаемых результатов с известными, необходимо учесть, что не - посредственное использование (6.22) для расчета гравитационной постоянной  $G$  неправомерно. Это объясняется тем, что в общепринятой теории гравитации сила взаимного притяжения двух тел считается постоянной во времени. Нами же (в главе 2) показано, что истинно постоянных сил в Природе нет, и сила тяготения в этом отношении исключения не составляет. Физически это обусловлено тем, что при сферической в среднем симметрии испускания гравитонов каждый отдельный гравитон испускается однонаправленно.

Для того, чтобы уравнивать действие расчетной (непрерывной) и реальной (прерывистой) сил гравитации, мы должны считать реальный (эффективный) гравитон существенно более тяжелым, чем по (6.15). Коэффициент утяжеления гравитона найдем, учитывая, что переход от одномерного случая к двумерному осуществляется через коэффициент  $2\pi$ ; поскольку независимых направлений в нашем случае три, то эффективный гравитон должен быть тяжелее в  $6\pi$  раз. С учетом этих рассуждений выражение (6.22) переписывается в виде

$$F = \frac{m_{гр} c^3 z_{кш}^2}{24\pi \hbar m_{eo}} \cdot \frac{m_e \cdot m_p}{r^2}, \quad (6.23)$$

и далее, с учетом (6.16), поскольку речь идет об ЭЧ, получаем:

$$F = \frac{\hbar c z_{кш}^2}{24\pi m_{eo}} \cdot \frac{m_e \cdot m_p}{r^2}. \quad (6.24)$$

Таким образом, для гравитационной постоянной  $G$  мы находим выражение

$$G = \frac{m_{гр} c^3 z_{кш}^2}{24\pi m_{eo} \hbar} = \frac{\hbar c z_{кш}^2}{24\pi m_{eo}}. \quad (6.25)$$

Расчетам по (6.25) препятствует отсутствие точного значения постоянной Хаббла  $H$ . Поэтому найти массу гравитона и уточнить значение  $H$  целесообразно, используя известное значение  $G_{эксп} = 6,673 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3/\text{кг} \cdot \text{с}^2$

$$m_{гр} = \frac{24\pi m_{eo} \hbar G_{эксп}}{c^3 z_{кш}^2} = 2,26 \cdot 10^{-69} \text{ кг}. \quad (6.26)$$

Напомним, что гравитон, испускаемый фотоном (по (6.15)), должен быть в  $2\pi$  раз тяжелее.

$$H = m_{гр} c^2 / \hbar = 1,925 \cdot 10^{-18} \text{ с}^{-1} = 59,4 \text{ км/с} \cdot \text{Мпк} \quad (6.27)$$

Полученное значение  $H$  меньше "общепринятой" величины (75 км/с·Мпк), но хорошо совпадает с величиной, полученной при более поздних измерениях (65 км/с·Мпк) /64/. Этим подтверждается правильность даваемой нами трактовки "красного смещения" Хаббла.

Учитывая, что  $\nu = mc^2/\hbar$ , преобразуем (6.23) к виду

$$F = m_{гр} c \nu_p \nu_e z_{кш}^2 / 12 \nu_{eo} r^2, \quad (6.28)$$

где:  $\nu_p$  - частота компутации источника гравитонов (протона);  
 $\nu_e$  - частота компутации приемника гравитонов (электрона);  
 $\nu_{eo}$  - частота компутации покоящегося электрона.

Из (6.28) видно, что сила притяжения пропорциональна  $\nu_p$  и  $\nu_e$  - частотам испускания гравитонов тяготеющими массами, или, аналогично, частотам приема гравитонов, поскольку прием гравитона возможен только синхронно с его испусканием, в момент, когда ЭЧ проявляется в виде фотона. Такая трактовка выражения (6.28) делает его пригодным для описания гравитационного взаимодействия любых тел. Действительно, если в состав тела входит  $k$  частиц, испускающих гравитоны, и  $\ell$  частиц, принимающих их (или наоборот,



т.к.  $\nu_p$  и  $\nu_e$  входят в (6.28) как сомножители), то мы имеем  $k^2$  пар взаимодействующих частиц и столько же гравитационных связей между ними:

$$\vec{F}_{ke} = \frac{m_{kp} c^2 \kappa_{ke}^2}{12 \nu_{eo} \kappa_{ke}^3} \cdot \nu_k \cdot \nu_e. \quad (6.29)$$

Полная сила притяжения между телами равна сумме сил по

$$(6.29) \quad \vec{F} = \sum_{k,e} \vec{F}_{ke} = \frac{m_{kp} c^2 \kappa_{ke}^2}{12 \nu_{eo} \kappa_{ke}^3} \cdot \frac{\kappa_{ke}}{\kappa_{ke}^3} \sum_{k,e} \nu_k \cdot \nu_e. \quad (6.30)$$

Если рассматриваемые тела достаточно удалены друг от друга, их формой можно пренебречь и считать  $\kappa_{ke} = \kappa = \text{const}$ ; при этом (6.30) преобразуется в сумму по частотам:

$$\vec{F} = \frac{m_{kp} c^2 \kappa_{ke}^2}{12 \nu_{eo} \kappa^3} \sum_k \nu_k \cdot \sum_e \nu_e. \quad (6.31)$$

Таким образом, вклад в силу тяготения массы, испускающей гравитоны, определяется суммарной частотой эмиссии гравитонов

$$\nu_k = \sum_k \nu_k = \sum_k m_k c^2 / h = m_k c^2 / h, \quad (6.32)$$

где  $m_k = \sum m_k$  — полная масса одного из взаимодействующих тел.

Аналогично, вклад в силу тяготения массы, принимающей гравитоны, определяется суммарной частотой их поглощения:

$$\nu_e = \sum_e \nu_e = \sum_e m_e c^2 / h = m_e c^2 / h, \quad (6.33)$$

где  $m_e = \sum m_e$  — полная масса другого гравитационно взаимодействующего тела. В результате (6.31) приводится к закону всемирного тяготения Ньютона для макроскопических тел:

$$F = G m_k m_e / r^2 = G m_1 m_2 / r^2. \quad (6.34)$$

Теперь нам надо доказать взаимную эквивалентность ("взаимозаменяемость") гравитирующих масс  $m_k$  и  $m_e$ , независимость полученного результата от того, испускают они гравитоны или поглощают их, или, проще говоря, справедливость полученного результата для любых ЭЧ. Дело в том, что коэффициент  $\kappa_{ke}^2 / \nu_{eo}$ , входящий в (6.31), справедлив только по отношению к электрону. Его применение, пусть даже чисто формальное, к другим ЭЧ невозможно, поскольку  $\kappa_{ke} \sim 1/m_{e2}^2$ ,  $\nu_{eo} \sim m_{e2}$ , а в целом этот коэффициент пропорционален  $m_{e2}^{-3}$ . Поэтому, если в (6.31) переходить к параметрам других ЭЧ, то для сохранения постоянства  $G$  придется при-

нять, что разные ЭЧ испускают гравитоны разных масс. Этот вывод противоречит (6.16) и фактически "ставит крест" на корпускулярной теории гравитации.

Сохранение постоянства коэффициента  $\kappa_{ke}^2 / \nu_{eo}$  и его применимость ко всем ЭЧ свидетельствует о том, что поглощение гравитонов любыми ЭЧ происходит через "классический шарик" электрона, который является обязательным элементом структуры всех ЭЧ. Это утверждение подробно обосновано нами в главе 8. А поскольку взаимное притяжение ЭЧ обусловлено поглощением минус-гравитонов, которое может осуществляться только частицами, имеющими отрицательные массы (см. /63/), можно утверждать, что гравитационное взаимодействие ЭЧ реализуется через  $K^0$  позитронов, которые находятся в сопряженном мире АЧ (с отрицательной массовой плотностью) и подключаются к структуре ЭЧ в процессе ее аннигиляции, при пребывании ЭЧ в виде готона. Этим обосновывается сделанное ранее утверждение, что прием и испускание гравитона возможны только в процессе компютации ЭЧ.

Коснемся далее вопроса о спине гравитона. "Общепризнанная" наука утверждает, что спин гравитона должен быть равен двум. Но ... поскольку надежной теории гравитации ею не создано, это утверждение следует рассматривать не более как предположение, не имеющее достаточных обоснований. Тем более, что известны теории гравитации, приписывающие гравитону другие значения спина (например, PTT-C и 2 /58/).

Оставляя в стороне вопрос об абсолютном значении спина гравитона (он нами не рассматривался), отметим, что поскольку при гравитационном старении ЭЧ и фотонов (см. также главу 2) их спин остается неизменным, испускание гравитонов должно производиться парами: плюс- и минус-гравитон с противоположными спинами. При этом плюс-гравитоны оказываются в сопряженном мире АЧ, а минус-гравитоны остаются в нашем мире ЭЧ, обуславливая взаимное притяжение тел согласно вышеописанному механизму. Еще раз напомним, что это утверждение совпадает с известным фактом отрицательности энергии слабого гравитационного поля /65, с.442/.

Испуская пары гравитонов, ЭЧ (как, впрочем, и АЧ) не изменяет своей массы относительно ЭВ. Однако, поскольку плюс-гравитоны уходят в сопряженный мир АЧ, ЭЧ и фотоны "худеют" относительно нашего мира ЭЧ. Для фотонов это проявляется в их "покраснении" и воспринимается нами как наглядное проявление эффекта Хаббла, а

применительно к ЭЧ этот процесс не фиксируется, поскольку эталоны при измерениях мы берем из тех же природных явлений.

Теперь обратимся к физической сущности механизма испускания гравитонов. Предварительно напомним, что в главе 1 мы показали, что среда ФВ обладает полным набором свойств БГ Бернулли, а в главе 5 мы уже использовали тождественность электрического смещения  $\overline{D}_e$  с механическим смещением БГ  $\overline{D}_m$ ; последнее, естественно, обусловлено изгибами БГ. В главе 4 мы установили, что смещения в среде ФВ обладают двумя скоростями распространения: вдоль БГ вращающийся изгиб продвигается со скоростью света  $C$ , а в плоскости, перпендикулярной оси БГ, смещения концентрически расходятся с бесконечной скоростью (при  $\rho_{\text{общ}} = 0$ ). Более подробно материал соответствующих разделов читатели могут посмотреть самостоятельно.

В свете этого процесс формирования гравитона происходит следующим образом. После исчезновения смещения  $\overline{D}$  в результате перемещения фотона на размер КП  $\lambda_c$ , или после исчезновения готона в каждом акте компутации ЭЧ, кольцевые токи КП электрона и позитрона восстанавливают свое прежнее, совмещенное положение отнюдь не сразу. Вследствие наличия инерции между ними возникают остаточные колебания; именно этот процесс, сопровождающийся частичной потерей энергии ЭЧ или фотоном, отождествляется с испусканием гравитона.

Таким образом, повторим это еще раз, остаточные колебания между кольцевыми токами КП электрона и позитрона, появляющиеся в процессе компутации покоящейся ЭЧ или возникающие в БГ при ее спрямлении (для движущейся ЭЧ или фотона) являются телом гравитона; такова физическая сущность частицы-переносчика гравитационного взаимодействия.

Эти остаточные колебания — не что иное, как вторичные "микровибрации" БГ и поэтому к ним применимо все, изложенное в главе 4 относительно процесса распространения фотона. В частности, они практически мгновенно заполняют собой все пространство среды ФВ, поскольку обладают двумя скоростями распространения: световой вдоль БГ ( $\mathcal{V}_{\text{пр}} = C$ ) и бесконечной в направлениях, перпендикулярных ее мгновенной ориентации ( $\mathcal{V}_{\text{поп}} = \infty$  при  $\rho_{\text{общ}} = 0$ ). Реально наличие вещества во Вселенной ( $\rho_{\text{общ}} \neq 0$ ) уменьшает  $\mathcal{V}_{\text{поп}}$  до конечных значений, но она всегда остается много большей  $C$  (соответствующие численные примеры см. в главе 4).

Наличие двух скоростей распространения обуславливает наличие у гравитона двух длин волн. Вдоль БГ она равна  $\lambda_c$ , поперек БГ длина волны будет больше вследствие много большей скорости распространения сдвигов по этим направлениям ( $\mathcal{V}_{\text{поп}} \gg C$ ). Оценим этот параметр гравитона, используя формулу для энергии классического осциллятора:

$$m_{\text{гр}} C^2 = \kappa_0 A_{\text{гр}}^2 / 2. \quad (6.35)$$

где  $\kappa_0$  — коэффициент жесткости связи электрон-позитронной пары. Его можно найти по величине работы рождения электрона при взаимном смещении кольцевых токов ЭЧВ на величину  $\lambda_c$ :  $m_{\text{ео}} C^2 = \kappa_0 \lambda_c^2 / 2$ . Отсюда

$$A_{\text{гр}} = \lambda_c \sqrt{m_{\text{гр}} / m_{\text{ео}}} = 1,92 \cdot 10^{-31} \text{ м}. \quad (6.36)$$

Согласно (4.43) этой амплитуде колебаний соответствует длина волны

$$\lambda_{\text{гр}} = \lambda_{\text{гр}} = \lambda_{\text{ео}} m_{\text{ео}} / m_{\text{гр}} = 9,8 \cdot 10^{26} \text{ м}. \quad (6.37)$$

Поэтому, как образно сказано в /59/, родившийся гравитон мгновенно "расплывается" на всю Вселенную. Отметим еще раз, что этому способствуют исключительно большие значения  $\mathcal{V}_{\text{поп}}$  ( $\mathcal{V}_{\text{поп}} \gg C$ ) и  $\lambda_{\text{гр}}$ . Однако тело гравитона (см. в главе 4 определение тела фотона) является сосредоточенным образованием. Оно движется вдоль БГ со скоростью света  $C$  и при встрече с виртуальным позитроном другой ЭЧ, оказавшейся на его пути, поглощается им. Поэтому гравитон, распределенный в пространстве, поглощается сосредоточенно, в конкретном КП, конкретной ЭЧ. Естественно, что при формировании полной картины гравитационного взаимодействия необходимо учитывать "переизлучение" гравитонов.

Все сказанное означает, что гравитационные колебания всех электрон-позитронных пар Вселенной являются когерентными и в сумме представляют собой одно самосогласованное колебание среды ФВ. Когерентность остаточных колебаний в отдельных КП обусловлена существованием сопряженного мира АЧ, который обеспечивает  $\mathcal{V}_{\text{поп}} = \infty$  при  $\rho_{\text{общ}} = 0$ .

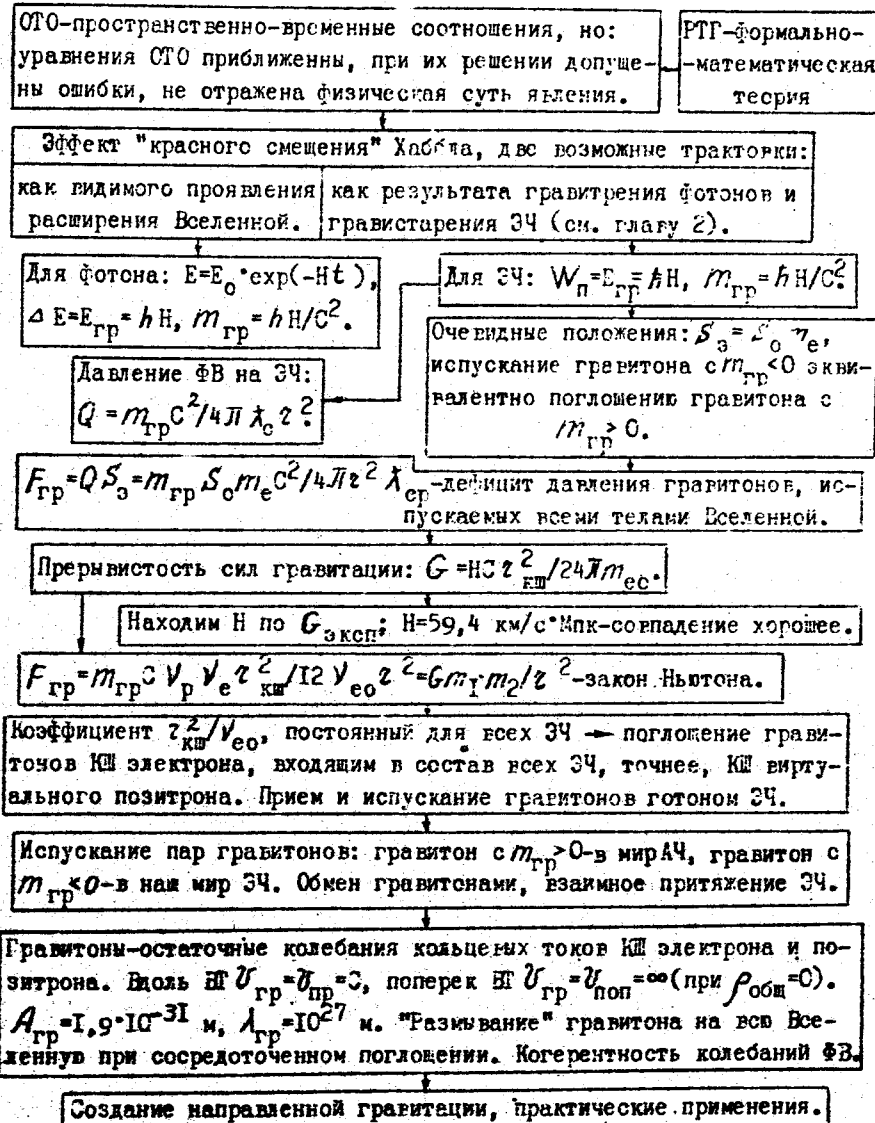
Итак, гравитационное взаимодействие имеет много общих черт с ЭМ. Оно обладает двумя скоростями распространения: конечной, равной  $C$ , и бесконечной в "пустом" пространстве. Именно наличие

второй составляющей обеспечивает устойчивость гравитационных и ЭМ орбитальных систем. Его же можно объяснить осуществленный Козыревым Н.А. мгновенный прием информации от небесных объектов (звезд), из тех точек небосвода, где они находились в момент прихода (а не из тех, где они были видны, т.е. находились столько лет назад, сколько потребовалось свету на его путь до Земли). Однако собственная трактовка Козыревым Н.А. этого результата как итога распространения времени и последующего (в приемнике) превращения его в энергию /69, 70/ верна лишь в той части, что периодичность установления смещений в среде ФВ определяется частотой  $1/\zeta$  испускания гравитонов, т.е. длительностью квантов мирового времени. В принципе, когерентность гравитационных колебаний открывает путь к созданию гравитационного лазера-гравера, о котором идет речь в /66, с.137/.

Более того. Когерентный пучок света, например, луч лазера, порождает когерентные смещения  $\vec{B}$  в среде ФВ. Соответственно, остаточные колебания этих смещений также будут когерентны, т.е. гравитоны, испускаемые фотонами лазерного луча, будут иметь одно направление распространения и одну фазу. Поскольку излучение гравитонов не будет сферически-симметричным, речь идет о создании направленной гравитации. Предполагается, что при достаточной интенсивности лазерного луча окажется возможным скомпенсировать силу земного притяжения или даже превзойти ее. Очевидно, именно на этом принципе NASA планирует создание нового поколения летательных аппаратов /67/; если дополнительно учесть возможность резонансного отбора энергии от электрон-позитронных пар среды ФВ (см. главу 8), то этот проект представляется нам имеющим достаточное физическое обоснование (помимо ОТО, которая "задействована" в его теоретической преамбуле).

## 6. ГРАВИТАЦИОННЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

Алгоритм изложения



## 7. ИНЕРЦИАЛЬНОЕ ПОЛЕ И ГРАВИИНЕРЦИАЛЬНЫЕ ЯВЛЕНИЯ

И должен пот тяжелый лить,  
Чтоб научить тому,  
Чего не понимаю сам.  
Гете В. /50/.

Современная физика "признает" три вида полей: электрическое, магнитное и гравитационное; из них два первых она объединяет в единое ЭМ поле (здесь не упомянуты поля сильного и слабого взаимодействий, но о них мы поговорим отдельно).

В приведенном списке особое место занимает поле гравитационное; описываясь почти теми же уравнениями, что и электрическое, оно, тем не менее, не имеет своего "двойника". И на этот странный факт "общепризнанная" физика внимания не обратила, просто считая, что "такова природа вещей".

Первый закон Ньютона, гласящий, что "тело сохраняет состояние покоя или равномерного прямолинейного движения, если на него не действуют внешние силы", является, пожалуй, основным законом механики. Но лежащие в его основе понятия "состояния покоя ЭЧ" или ее "равномерного прямолинейного движения" реально не существуют! Первое из них должно быть заменено на хаотическое блуждание ЭЧ по соседним КП (ибо в квантованном пространстве состояние покоя ЭЧ принципиально не существует, см. главу I), а второе - на более или менее полное спрямление траектории этого блуждания под действием внешней силы (см. там же). Поскольку "общепризнанная" физика о квантованности пространства ФВ не знает, и этой особенности движения ЭЧ не учитывает, она упустила из виду еще одно фундаментальное физическое поле - поле инерциальное.

Итак, в данной главе мы постараемся показать, что наряду с двуединым ЭМ полем существует аналогично-двуединое гравинерциальное (ГИН) поле, причем, в определенном смысле этого слова, электрической компоненте ЭМ поля соответствует поле гравитационное, а магнитной компоненте - инерциальное. Заметим, однако, что отмеченное соответствие весьма условно, так как упомянутые поля имеют различную физическую сущность и разное математическое описание. Последнее обусловлено тем, что масса как своеобразный аналог заряда, источник гравитационного поля, зависит от скорости, в то время, как электрический заряд релятивистски инвариантен. Кроме того,

массы всегда притягиваются друг к другу; взаимного отталкивания масс мы не наблюдаем. И все же мы попытаемся выявить сходство и различие ЭМ и ГИН полей. Ввиду новизны и масштабности поднятого вопроса, результаты, которые будут изложены ниже, просим рассматривать как предварительные.

### 7.1. Гравинерциальное пол. Физическая сущность и математическое описание

Итак, природу и физическую сущность одной из составляющих ГИН поля - гравитационной - мы рассмотрели выше. Напомним (см. главу 6) что диссипация энергии (и массы) ЭЧ, отождествляемая нами с испусканием ею гравитонов, обусловлена наличием остаточных колебаний кольцевых токов КШ электрон-позитронных пар.

Но "мерцающее" бытие ЭЧ сопровождается еще одним эффектом - формированием вокруг нее "квантового пузыря" (см. раздел 2.3 и Приложение 5). Последний образован квантовыми стоячими волнами (КСВ), которые периодически уходят от ЭЧ и возвращаются к ней. Для нас важно, что ЭЧ и ее "квантовый пузырь" неотрывны друг от друга, что они обладают равной энергией, и что макроскопически "квантовый пузырь" проявляется как волна де-Бройля, сопровождающая "свою" ЭЧ.

Теперь обратим внимание на тот факт, что размеры (и объем) "квантового пузыря", а также его энергия зависят от скорости ЭЧ (согласно выражению (П5.34) и релятивистской зависимости  $m(v)$ ). Поэтому будет логично отождествлять объем "квантового пузыря" с объемом инерциального поля ЭЧ, а свойство инерции частицы - с неизменностью этого объема. Естественно, что в составе макроскопических тел ЭЧ "мерцают" не синхронно и поэтому макроскопические силы инерции проявляются как усредненные по всем компонентам этого тела. Вполне очевидно, что зарядом, формирующим ГИН поле, является масса. Поэтому сразу можно принять  $\dim q_r = \text{кг}$ .

Анализ начнем с того, что закону всемирного тяготения Ньютона придадим вид, "привычный" для закона Кулона:  $F_r = q_r^2 / 4\pi \epsilon_{ог} r^2$ . Так мы вводим "гравитационную постоянную" ФВ  $\epsilon_{ог} = 1/4\pi G = 1,1926 \cdot 10^9 \text{ кг} \cdot \text{с}^2 / \text{м}^3$ . "Инерциальную постоянную"  $\mu_{ои}$  определим по условию:  $\epsilon_{ог} \mu_{ои} = 1/c^2$ . Полученные результаты сводим в таблицу 7.1

Параметры ЭМ и ГИН полей

ЭМ поле	ГИН поле
$\dim q_e = \text{Кл} = \text{А} \cdot \text{с}$	$\dim q_\Gamma = \text{кг}$
$\varepsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \text{ А}^2 \cdot \text{с}^4 / \text{кг} \cdot \text{м}^3$	$\varepsilon_{0\Gamma} = 1,1926 \cdot 10^9 \text{ кг} \cdot \text{с}^2 / \text{м}^3$
$\mu_0 = 1,257 \cdot 10^{-6} \text{ кг} \cdot \text{м} / \text{А}^2 \cdot \text{с}^2$	$\mu_{0\Gamma} = 9,33 \cdot 10^{-27} \text{ м} / \text{кг}$
$E_e = F_e / q_e; \dim E_e = \text{кг} \cdot \text{м} / \text{А} \cdot \text{с}^3$	$E_\Gamma = F_\Gamma / q_\Gamma; \dim E_\Gamma = \text{м} / \text{с}^2$
$D_e = \varepsilon_0 E_e; \dim D_e = \text{А} \cdot \text{с} / \text{м}^2$	$D_\Gamma = \varepsilon_{0\Gamma} E_\Gamma; \dim D_\Gamma = \text{кг} / \text{м}^2$
$F_M = q_e [\vec{v} \times \vec{B}_M]; \dim B_M = \text{кг} / \text{А} \cdot \text{с}^2$	$F_\Gamma = q_\Gamma [\vec{v} \times \vec{B}_\Gamma]; \dim B_\Gamma = 1 / \text{с}$
$H_M = B_M / \mu_0; \dim H_M = \text{А} / \text{м}$	$H_\Gamma = B_\Gamma / \mu_{0\Gamma}; \dim H_\Gamma = \text{кг} / \text{м} \cdot \text{с}$

Из табл. 7.1 видно, что размерности взаимносоответствующих параметров ЭМ и ГИН полей связаны заменой  $\text{А} \leftrightarrow \text{кг} / \text{с}$ .

С математической точки зрения вопрос о сходстве и различии свойств ЭМ и ГИН полей рассмотрен в /II/. Мы используем эти результаты, учитывая, что скорость  $u > c$  реальна и характерна для сопряженного мира АЧ. Поэтому любой процесс должен описываться двумя скоростями ( $v$  и  $u$ , причем  $v \cdot u = c^2$ ), а также двумя волновыми уравнениями. Возьмем известное уравнение для длины волны де-Бройля:

$$\lambda_e = h/p = h/mv \quad (7.1)$$

и используем двуединое представление о механизме движения ЭЧ по квантованному пространству (см. также раздел 2.3):

ЭЧ движется со скоростью  $v$ . Согласно представлению о переходе ЭЧ из одного КП в другой в виде готона,  $h\nu_\Gamma = E_{3v} = mc^2$ , откуда следует, что  $\omega_\Gamma = \omega_{\text{кл}} = mc^2/h$  (7.3), где  $E = mc^2$  — полная энергия ЭЧ. При этом  $\lambda_e v_\Gamma = c^2/v = u > c$ . Как пока-

зано в /II/, — уравнение сводится к уравнению Шредингера, широко применяемому в АЧМ.

Каждому из этих представлений о движении ЭЧ должно соответствовать свое волновое уравнение. Рассмотрим простейший одномерный случай.

$v$ -уравнение для скорости  $v < c$ :

$$\partial^2 \varphi / \partial x^2 = (1/v^2) \partial^2 \varphi / \partial t^2 \quad (7.4)$$

Разделяя переменные по  $x$  и  $t$ , получаем:

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} = -\frac{p^2}{h^2} \varphi;$$

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2} = -\frac{E_v^2}{h^2} \varphi. \quad (7.6)$$

Временные части функций  $\varphi(t)$  и  $\psi(t)$  имеют вид:

$$\varphi(t) = \exp\left[\frac{i}{h}(x \cdot p - E_v t)\right] \quad (7.8)$$

Если  $\partial^2 \varphi / \partial t^2$  в (7.4) разделить не на  $v^2$ , а на  $c^2$ , то полученное уравнение не будет уравнением Клейна-Гордона:

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2} = -\frac{m_0^2 v^2}{h^2} \varphi. \quad (7.10)$$

Итак, мы получили два уравнения, которые при  $m_0 = 0$  и  $v = u = c$  преобразуются в одно, описывающее ЭМ поле

$$\partial^2 \varphi (\text{или } \psi) / \partial x^2 = (1/c^2) \partial^2 \varphi (\text{или } \psi) / \partial t^2 \quad (7.12)$$

Теперь рассмотрим пространственные компоненты функций.

Выражение для  $\varphi(x)$  имеет вид:

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{m^2 v^2}{h^2} \varphi = 0. \quad (7.13)$$

Выражение для  $\psi(x)$  имеет вид:

$$\frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + \frac{m^2 c^2}{h^2} \psi = 0. \quad (7.14)$$

Из (7.13) и (7.14) видно, что уравнения для пространственных компонент функций  $\varphi(x)$  и  $\psi(x)$  оказались идентичными. Но при этом не следует забывать, что во временных компонентах этих функций стоят разные частоты и разные скорости (1) и поэтому разной оказывается физическая интерпретация получаемых результатов. В Приложении 5 мы покажем, что:

$\mathcal{U}$  - уравнение с его "реальными" досветовыми скоростями ( $v < c$ ) приводит нас к уравнению КСВ (они же волны де-Бройля), которые образуют ГИН поле ЭМ.

Придавая решению  $\mathcal{U}$  -уравнения физический смысл волн ГИН поля, мы должны функцию  $\varphi$  отождествить либо с векторным ( $\vec{\varphi} = \vec{A}_{\text{гин}}$ ), либо со скалярным ( $\varphi = \varphi_{\text{гин}}$ ) потенциалом этого поля. В результате получаем систему двух уравнений:

$$\frac{\partial^2 \vec{A}_{\text{гин}}}{\partial x^2} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \vec{A}_{\text{гин}}}{\partial t^2} = -\frac{m_0^2 v^2}{\hbar^2} \vec{A}_{\text{гин}}; \quad \frac{\partial^2 \varphi_{\text{гин}}}{\partial x^2} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \varphi_{\text{гин}}}{\partial t^2} = -\frac{m_0^2 v^2}{\hbar^2} \varphi_{\text{гин}}. \quad (7.15)$$

Сравнение (7.15) с уравнениями Максвелла для ЭМ поля:

$$\frac{\partial^2 \vec{A}_{\text{эм}}}{\partial x^2} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \vec{A}_{\text{эм}}}{\partial t^2} = -\rho \frac{v}{c} \vec{v}; \quad \frac{\partial^2 \varphi_{\text{эм}}}{\partial x^2} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \varphi_{\text{эм}}}{\partial t^2} = -\rho / \epsilon_0, \quad (7.16)$$

дает нам следующие выражения:

$$\rho = m_0^2 c / |\vec{A}| / \hbar^2; \quad \rho = m_0^2 v^2 \epsilon_0 \varphi / \hbar^2, \quad (7.17)$$

позволяющие установить связь между скалярным и векторным потенциалами:

$$\vec{A} = \epsilon_0 \frac{v}{c} \varphi \vec{v}. \quad (7.18)$$

Здесь следует отметить, что уравнения (7.15) и все, приведенные ниже, одинаково справедливы как для ЭМ, так и для ГИН поля, что говорит об их большом сходстве. Это же подтверждается таблицей 7.2

Таблица 7.2

Основные уравнения, описывающие ЭМ и ГИН поля

ЭМ поле	ГИН поле
$\varphi_z = \int \vec{E}_z \cdot d\vec{\ell}$	$\varphi_r = \int \vec{E}_r \cdot d\vec{\ell}; \dim \varphi_r = M^2/c^2$
$\vec{H}_M = \text{rot } \vec{A}_{\text{эм}}$	$\vec{H}_H = \text{rot } \vec{A}_{\text{гин}}; \dim \vec{A}_{\text{гин}} = K_2/c$
$\vec{j}_z = \partial \vec{D}_z / \partial t = \partial q_z / \partial t$	$\vec{j}_r = \partial \vec{D}_r / \partial t = \partial q_r / \partial t$

Продолжение табл. 7.2

ЭМ поле	ГИН поле
$\text{rot } \vec{H}_M = \partial \vec{D}_z / \partial t + \vec{j}_z$	$\text{rot } \vec{H}_H = \partial \vec{D}_r / \partial t + \vec{j}_r$
$\text{rot } \vec{E}_z = -\partial \vec{B}_M / \partial t$	$\text{rot } \vec{E}_r = -\partial \vec{B}_H / \partial t$
$\vec{E}_z = -\text{grad } \varphi_{\text{эм}} - \mu_0 \partial \vec{A}_{\text{эм}} / \partial t$	$\vec{E}_r = -\text{grad } \varphi_{\text{гин}} - \mu_{0H} \partial \vec{A}_{\text{гин}} / \partial t$
$\text{div } \vec{D}_z = \rho_z$	$\text{div } \vec{D}_r = \rho_r$
$\rho_z = \epsilon_0 \frac{m_0^2 v^2}{\hbar^2} \varphi_{\text{эм}} = \frac{m_0^2 v}{\hbar^2}  \vec{A}_{\text{эм}} $	$\rho_r = \epsilon_{0r} \frac{m_0^2 v^2}{\hbar^2} \varphi_{\text{гин}} = \frac{m_0^2 v}{\hbar^2}  \vec{A}_{\text{гин}} $
$\vec{j}_z = \frac{m_0^2 v^2}{\hbar^2} \vec{A}_{\text{эм}} = \frac{m_0^2 v^2 \varphi_{\text{эм}}}{\mu_0 c^2 \hbar^2} \vec{v}$	$\vec{j}_r = \frac{m_0^2 v^2}{\hbar^2} \vec{A}_{\text{гин}} = \frac{m_0^2 v^2 \varphi_{\text{гин}}}{\mu_{0H} c^2 \hbar^2} \vec{v}$
$\vec{A}_{\text{эм}} = \epsilon_0 \varphi_{\text{эм}} \vec{v}$	$\vec{A}_{\text{гин}} = \epsilon_{0r} \varphi_{\text{гин}} \vec{v}$
$\text{div } \vec{A}_{\text{эм}} = -\epsilon_0 \partial \varphi_{\text{эм}} / \partial t$	$\text{div } \vec{A}_{\text{гин}} = -\epsilon_{0r} \partial \varphi_{\text{гин}} / \partial t$
$\text{div } \vec{j}_z = -\partial \rho_z / \partial t$	$\text{div } \vec{j}_r = -\partial \rho_r / \partial t$
$\vec{F}_{\text{эм}} = q_z \vec{E}_z + q_z [\vec{v} \times \vec{B}_M]$	$\vec{F}_{\text{гин}} = q_r \vec{E}_r + q_r [\vec{v} \times \vec{B}_H]$

Поскольку решения  $\mathcal{U}$  -уравнения для потенциалов  $\vec{A}_{\text{гин}}$  и  $\varphi_{\text{гин}}$  имеют вид:

$$\vec{A}_{\text{гин}} \text{ (или } \varphi_{\text{гин}}) = \vec{A}_0 \text{ (или } \varphi_0) \exp \left[ \frac{i}{\hbar} (\vec{x} \cdot \vec{p} - E_x t) \right], \quad (7.19)$$

то для  $\varphi_{\text{гин}}$  с учетом (7.18) можно написать:

$$\frac{d\varphi_{\text{гин}}}{dt} = \frac{\partial \varphi_{\text{гин}}}{\partial t} + \vec{v} \frac{\partial \varphi_{\text{гин}}}{\partial x} = \frac{i}{\hbar} (-m v^2 \rho \vec{v}) \equiv 0; \quad (7.20)$$

$$\epsilon_{0r} \frac{\partial \varphi_{\text{гин}}}{\partial t} + \frac{\partial \vec{A}_{\text{гин}}}{\partial x} = 0.$$

К такому же результату приводит решение (7.19) относительно векторного потенциала  $\vec{A}_{\text{гин}}$ . Это значит, что (7.18), которое в реальном трехмерном случае следует записывать в виде трех независимых уравнений, отдельно для каждой координатной оси, дает нам условия Лоренца для градиентной инвариантности относительно преобразований /II/:

$$\vec{A} \rightarrow \vec{A}' + c \varepsilon_0 \vec{\text{grad}} f; \quad \varphi \rightarrow \varphi' - \frac{1}{c} \frac{\partial f}{\partial t}, \quad (7.21)$$

где  $f$  - поток вектора напряженности. Из (7.21) далее вытекает:

$$\text{div} \vec{A} + \varepsilon_0 \frac{\partial \varphi}{\partial t} = 0. \quad (7.22)$$

Кроме того, (7.21) выявляет основное различие ЭМ и ГИН полей /II/. Дело в том, что применение этого уравнения к описанию ЭМ поля возможно в том случае, если функция  $f$  удовлетворяет условию:

$$\frac{\partial^2 f}{\partial x^2} = \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 f}{\partial t^2}. \quad (7.23)$$

Совершенно очевидно, что одновременное выполнение (7.23) и (7.12) возможно при любом  $f$ . Поэтому потенциал ЭМ поля многозначен и для описания ЭМ поля предпочтительно использовать понятие напряженности  $E$ . Если же перейти к описанию ГИН поля, то применимость (7.21) к  $\vec{V}$ -уравнению (7.4), которое с учетом (7.19) можно переписать в виде:

$$\frac{\partial^2 \vec{A}_{\text{гин}}}{\partial x^2} = \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 \vec{A}_{\text{гин}}}{\partial t^2} \quad \text{или} \quad \frac{\partial^2 \varphi_{\text{гин}}}{\partial x^2} = \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 \varphi_{\text{гин}}}{\partial t^2}, \quad (7.24)$$

требует, чтобы функция  $f$  дополнительно удовлетворяла условию:

$$\frac{\partial^2 f}{\partial x^2} = \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 f}{\partial t^2}. \quad (7.25)$$

Одновременное выполнение (7.23) и (7.25) возможно только при  $f=0$ . Это говорит о том, что потенциал ГИН поля однозначен и поэтому именно он должен быть определяющим, а не вспомогательным параметром. Кроме того, в /II/ показано, что для ЭМ поля, рассматриваемого в разных инерциальных системах координат (СК), разность  $\vec{A}_{\text{эм}}^2 - (\varepsilon_0^2 v^4 / c^2) \varphi_{\text{эм}}^2$  в данном месте и в данный момент времени постоянна для всех СК и ни в одной из них не обращается в ноль. Что же касается ГИН поля, то для него разность  $\vec{A}_{\text{гин}}^2 - (\varepsilon_0^2 v^4 / c^2) \varphi_{\text{гин}}^2$  в СК, движущейся вместе с ЭЧ, равна нулю, поскольку равны нулю сами потенциалы  $\vec{A}_{\text{гин}}$  и  $\varphi_{\text{гин}}$ . Там же доказана реля-

тивистская инвариантность  $\vec{V}$ - и  $\vec{U}$ -уравнений, и показано, что в нерелятивистском случае влияние векторного потенциала  $\vec{A}_{\text{гин}}$  мало, и поэтому можно ограничиться исследованием уравнений только для  $\varphi_{\text{гин}}$ .

На этом мы закончим анализ сходства и различия ЭМ и ГИН полей. Отметим только, что вопрос этот еще весьма далек от своего окончательного решения.

## 7.2. Физическая сущность законов Ньютона

Три закона Ньютона, определяющие механическое движение тел, хорошо известны и повторять их формулировку нецелесообразно. Нашей задачей является раскрытие физической сущности тех механизмов, которые обеспечивают сохранение постоянства скорости ЭЧ (в том числе и нулевой), если на нее не действует внешняя сила.

Как было показано в разделе 2.3, классическое движение ЭЧ со скоростью  $\vec{v}$  вызывает появление квантовых сил, которые то тормозят частицу (до мгновенной скорости  $\vec{v}_{\text{мгн}}=0$ ), то ускоряют ее (и тогда  $\vec{v}_{\text{мгн}} > \vec{v}$ ). Другими словами, на классическое движение ЭЧ со скоростью  $\vec{v} = \text{const}$  накладывается квантовое движение со скоростью  $\vec{v} \cos \omega_{\text{кв}} t$ , а суммарная скорость движения ЭЧ меняется по закону (см. рис. 2.4):

$$\frac{dx}{dt} = v(1 + \cos \omega_{\text{кв}} t). \quad (7.26)$$

Нам известно также (см. выражения (5.50) и (5.51)), что кинетическая энергия ЭЧ  $E_{\text{к}}$  заключена в ее магнитных полях: векторном  $\vec{H}_1$  и скалярном  $H_2$ . В среднем она равна  $m v^2 / 2$ . Поскольку под влиянием квантовых сил  $E_{\text{к}}$  периодически изменяется от нуля до  $m v^2$  (см. рис. 2.5), поля  $\vec{H}_1$  и  $H_2$  также изменяются, синхронно с  $E_{\text{к}}$ . Изменение магнитного поля вызывает появление вихревого электрического поля  $\vec{E}_B$ , силовые линии которого будут направлены по  $\vec{v}$ . Это поле является физическим воплощением тех сил, которые мы называем квантовыми; именно оно периодически ускоряет и тормозит ЭЧ. Развивая эти представления и используя выявленные аналогии в поведении ЭМ и ГИН полей, мы можем применить привычные нам представления электромагнетизма для объяснения физической сущности свойства инерции тел.

В работе Николаева Г.В. /15/ показано, что ЭМ волна реализуется путем циклического повторения ЭМ процессов по схеме:



$$\vec{E}_B \rightarrow \vec{j}_{cmB} = \epsilon_0 \frac{\partial \vec{E}_B}{\partial t} \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \text{div } \vec{H}_{LB} = 0 \\ \text{rot } \vec{H}_{LB} = \vec{j}_{cm} \\ \text{grad } H_{LB} = 0 \end{array} \right\} \rightarrow \frac{\partial^2 \vec{A}_B}{\partial x^2} =$$

$$= \vec{j}_{cmB} \rightarrow \vec{A}_B \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \text{rot } \vec{A}_B = \vec{H}_{LB} \\ \text{div } \vec{A}_B = 0 \\ \mu_0 \partial \vec{A}_B / \partial t = -\vec{E}_B \end{array} \right\} \rightarrow \vec{E}_B \rightarrow \dots \quad (7.27)$$

где величины, характеризующие вихревые поля, отмечены индексом "в". Дополнительно поясним, что в (7.27) при переходе от  $\vec{E}_B$  к  $\vec{j}_{cm}$  в коэффициент пропорциональности является  $\rho$  - удельное сопротивление среды, а при переходе от  $\vec{j}_{cm}$  к  $\vec{A}_B$  учтено, что  $\vec{v} \sim \vec{j}_{cm} = 2 \vec{A}_B / r$  /15/, где  $r$  - радиус-вектор точки, в которой определяется потенциал  $\vec{A}_B$ . Используя для  $\vec{A}_B$  выражение, аналогичное (7.23)

$$\nabla \vec{A}_B = \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \vec{A}_B}{\partial t^2}, \quad (7.28)$$

находим напряженности вихревых полей:

$$\vec{E}_B = -\mu_0 \frac{q}{2} \frac{\partial \vec{v}}{\partial t}; \quad \vec{H}_{LB} = \text{rot } \vec{A}_B; \quad H_{LB} = -\text{div } \vec{A}_B, \quad (7.29)$$

и поле тока смещения

$$\vec{j}_{cmB} = \epsilon_0 \partial \vec{E}_B / \partial t. \quad (7.30)$$

Из приведенных рассуждений следует, что вихревое электрическое поле  $\vec{E}_B$  порождает ток смещения  $\vec{j}_{cmB}$ , который, в свою очередь, индуцирует вихревые магнитные поля  $\vec{H}_{LB}$  и  $\vec{H}_{LB}$ . Если теперь неоднократно пройти по всему циклу (7.27), то совершенно очевидно, что превращения электрических полей в магнитные (и обратные превращения) происходят с участием тока смещения, т.е. через поляризацию среды ФВ. Последняя сводится к сдвигу кольцевых токов КШ электронов и позитронов и, естественно, не может происходить мгновенно. Этим обуславливается невозможность мгновенного изменения скорости ЭЧ, а отсутствие энергетических потерь в процессе этих сдвигов (ибо среда ФВ сверхтекуча) обуславливает сохранение средней энергии магнитных полей, т.е. постоянство кинетической энергии и макроскопической скорости  $\vec{v}$  ЭЧ.

Итак, свойство инерции, присущее любому телу, обусловлено периодическим исчезновением и восстановлением скорости частицы  $\vec{v}$  путем ее взаимодействия с вихревым электрическим полем  $\vec{E}_B$ , которое, в свою очередь, индуцируется изменяющимися магнитными полями.

Второй закон Ньютона, устанавливающий количественную связь между массой ЭЧ, ее ускорением, и силой, действующей на нее, уже рассматривался нами в разделе 2.1. Подходя к этому вопросу с несколько другой точки зрения, мы возьмем в качестве исходной формулу (2.65):

$$F_{Bi} = \frac{m_0 c^2}{r_i} \cdot 2\pi d_T, \quad (7.31)$$

где  $m_0$  - масса ЭЧ,  $r_i$  - расстояние до  $i$ -й частицы. Умножая и деля это выражение на  $\lambda_c^2$ , получим:

$$F_{Bi} = \frac{m_0 \lambda_c^2 / r_i}{\lambda_c^2 / c^2} \cdot 2\pi d_T. \quad (7.32)$$

Учитывая, что  $\lambda_c^2 / r_i = D$  - смещение среды ФВ (см. раздел 2.3, где оно обозначено через  $\varphi$ ), а  $\lambda_c^2 / c^2 = \tau^2$ , (7.32) можно представить в виде:

$$F_{Bi} = 2\pi m_0 D \alpha_T / \tau^2. \quad (7.33)$$

Далее учтем, что  $D / \tau = v$  - скорость ЭЧ, воспринимающей сдвиги в среде ФВ; поскольку эта скорость приобретает за квант времени  $\tau$ , то  $\alpha = v / \tau = D / \tau^2$ . Поэтому

$$F_i = m a_i. \quad (7.34)$$

Отсутствие в (7.34) множителя  $2\pi d_T$  объясняется тем, что мы от реальной прерывистой силы  $F_B$  перешли к "общепринятой" непрерывной силе  $F$  (см. рис. 2.8).

Особо отметим, что кулоновские силы, введенные по (7.31) или (7.34), являются силами инерциальными. Но с тем же успехом их можно отождествлять и с силами гравитации, ибо физическая сущность ЭМ и гравитационного взаимодействий (обмен сдвигами через среду ФВ) одина. Поэтому гравитационная и инерциальная массы тел оказываются принципиально тождественными, а силы и время, затраченные на экспериментальное подтверждение этого факта (опыты Дикки, Этвеша, Брагинского и др.), следует считать потерянными впустую. Что же



касается независимости полученного результата от массы ЭЧ (и размера КП, занимаемого ею), то этот вопрос был обсужден в главе 4 и повторить приведенные там рассуждения, очевидно, смысла нет.

Третий закон Ньютона, гласящий, что "все тела действуют друг на друга с силами, равными по величине, но противоположными по направлению", в рамках развиваемых нами представлений о взаимодействии частиц путем обмена сдвигами, через среду ФВ получается "сам собой". Таким образом, все три закона Ньютона выводятся аналитически.

Отметим, что некоторые соображения позволяют утверждать, что справедливость первого закона Ньютона обеспечена не наличием у ЭЧ электрического и магнитного полей, а наличием у нее полей гравитационного и инерциального. Это вытекает из физической сущности ГИН поля, которую мы постарались прояснить в Приложении 5.

На этом мы приостанавливаем изложение материала по инерциальному полю и ГИН явлениям. Очевидно, нам еще придется вернуться к нему, но уже на более высоком уровне.

## 7. ИНЕРЦИАЛЬНОЕ ПОЛЕ И ГРАВИИНЕРЦИАЛЬНЫЕ ЯВЛЕНИЯ

### Алгоритм изложения

"Общепризнанная" физика "потеряла" инерциальное поле. Электрическое поле+магнитное поле=электромагнитное поле; грав. гравитационное поле+?=??. Хаотическое блуждание ЭЧ по КП. "Квантовый пузырь" ЭЧ и его объем. Сходство и различие ЭМ и ГИН полей.

$$\dim q_{\Gamma} = \text{кг}; F_{\Gamma} = q_{\Gamma}^2 / 4\pi \epsilon_{\text{ог}} r^2; \epsilon_{\text{ог}} = 1/4\pi G = 1,2 \cdot 10^9 \text{ кг} \cdot \text{с}^2 / \text{м}^3.$$

$$\epsilon_{\text{ог}} / \mu_{\text{ои}} = 1/c^2, \mu_{\text{ои}} = 9,33 \cdot 10^{-27} \text{ м/кг}. \text{ Новые параметры среды ФВ.}$$

### Основные параметры ГИН поля

$E_{\Gamma} = F_{\Gamma} / q_{\Gamma} = [\text{м/с}^2]$  - ускорение;  $D_{\Gamma} = \epsilon_{\text{ог}} E_{\Gamma} = [\text{кг/м}^2]$  - поток вещества через единицу поверхности;  $\vec{F}_{\text{и}} = q_{\Gamma} [\vec{v} \times \vec{B}_{\text{и}}]$ ,  $[B_{\text{и}} = 1/c]$  - градиент скорости;  $H_{\text{и}} = B_{\text{и}} / \mu_{\text{ои}} = [\text{кг/м} \cdot \text{с}]$  - динамическая вязкость.

### Другие параметры ГИН поля

$\vec{H}_{\text{и}} = \text{rot } \vec{A}_{\text{гин}}, \vec{A}_{\text{гин}} = [\text{кг/с}]$  - скорость массового расхода;  
 $\vec{j}_{\Gamma} = \partial D_{\Gamma} / \partial t = [\text{кг/с} \cdot \text{м}^2]$  - скорость массового расхода через единицу поверхности;  $\varphi_{\Gamma} = [\text{м}^2/\text{с}^2]$  - работа/массу. Уравнения ЭМ и ГИН полей аналогичны (если  $A$  заменить на  $\text{кг/с}$ ).

Решение  $\mathcal{U}$  - уравнения:

$$\nabla^2 \psi = (1/c^2) \partial^2 \psi / \partial t^2.$$

Аналог уравнения Максвелла, ЭМ поле.

Решение  $\mathcal{V}$  - уравнения:

$$\nabla^2 f = (1/v^2) (\partial^2 f / \partial t^2).$$

Только  $\vec{r}$  и  $f \equiv 0$ .

Отличие ЭМ и ГИН полей: потенциал ГИН поля однозначен, и поэтому является его основным параметром.

### 7.2. Физическая сущность законов Ньютона

1. Вихревое электрическое поле ускоряет ↔ тормозит ЭЧ. ФВ сверхтекуч, потери отсутствуют (свойство инерции).

$$2. ma = dp/dt, \quad (\text{раздел 2.1}); \quad m_{\text{гр}} \equiv m_{\text{ин}}.$$

3.  $\vec{F}_1 = \vec{F}_2$ . Обмен сдвигами.

## 8. СТРУКТУРА ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ И КВАНТОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВА ФИЗИЧЕСКОГО ВАКУУМА

... до сих пор неизвестно, что же такое кварки: то ли это реальные объекты, ... то ли это математически удобные модели, не имеющие физического смысла .... Но ни одна из этих точек зрения до сих пор не позволила создать непротиворечивую модель адрона (а тем более атомного ядра).

Кушнirenко А.Н.

В главе 5 нами рассмотрена структура "простейшего" и наиболее распространенного лептона - электрона, обосновано его сходство и различие - позитроном. Теперь мы перейдем к рассмотрению более сложных образований в среде ФВ, и первым объектом нашего внимания станет электрон - позитронная пара, входящая в состав ЭЧВ.

8.1. Виртуальные электрон - позитронные пары, нулевые осцилляторы

ЭЧВ, совокупность которых образует среду ФВ, могут пребывать в нескольких состояниях. Первое (и основное) из них - это ЭЧВ "сама по себе", т.е. невозбужденный КИ, не входящий в состав ВТ. В нем кольцевые токи КИ электрона и позитрона совместно прецессируют в пределах "своего" КИ. Поэтому все параметры ЭЧВ постоянно (а не только в среднем) равны нулю.

Однако часть ЭЧВ (их доля определяется соотношением (1.5)) входит в состав ВТ. Вполне очевидно, что последние являются одномерными образованиями, имеющими выделенное направление, т.е. свою ось. В таких коллективах ЭЧВ, взаимосвязанных между собой, пространственная процессия кольцевых токов КИ электрона и позитрона прекращается, и они своими плоскостями устанавливаются перпендикулярно оси ВТ (рис. 8.1). Такое состояние ЭЧВ, еще не возбужденное, но уже подготовленное к этому акту, мы далее будем называть нулевым осциллятором.

Но, как известно, статических и неподвижных структур в природе не существует, а в данном случае единственным возможным движением кольцевых токов КИ электрона и позитрона оказывается возвратно-поступательное движение вдоль оси ВТ в пределах "своего" КИ. Как видно из рис. 8.1, путь, проходимый кольцевым током:

за период колебания, равен  $2\lambda_c$ , а период этого движения  $T=2\lambda_c/c$ .

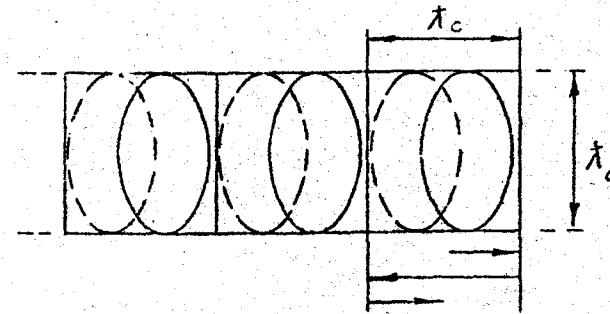


Рис. 8.1. Нулевые осцилляторы и колебания кольцевых токов КИ электрона и позитрона вдоль оси ВТ в пределах "своего" КИ (кольцевые токи КИ виртуальных позитронов показаны пунктиром)

Таким образом энергия колебательного движения кольцевого тока КИ электрона равна:  $E = \hbar / T = \hbar c / 2\lambda_c = \hbar \nu / 2$ . Если эту энергию суммировать с энергией колебания кольцевого тока КИ позитрона, то суммарная энергия нулевого осциллятора окажется равна нулю. Тем не менее, существование этого движения необходимо учитывать, ибо нулевые колебания сопутствуют фотону (и, в частности, готону), обеспечивая формирование фотонной ВТ.

О третьем виде возбужденного состояния ЭЧВ, сопровождающимся сдвигом кольцевого тока КИ электрона поперек ВТ и образованием ее изгиба, мы писали в главах 4 и 5 и поэтому здесь повторяться не будем.

Кроме того, помимо ВТ фотонов в среде ФВ существуют спонтанно возникающие (и также исчезающие) ВТ, являющие собой физическую основу ВГ Бернулли. Впоследствии мы покажем, что эти электрон-позитронные пары принимают участие в формировании атомных решеток конденсированных сред, обеспечивая устойчивость формы твердых тел и продольную упругость жидкостей. Внешне влияние этих пар проявляется через инверсию внутренности КИ на его наружность (см. Приложение 2). При этом плечо диполя электрон-позитронной пары, равное  $\lambda_c$ , приводится к межатомному расстоянию (постоянной решетки)  $a$  конденсированной среды.

Применительно к твердому телу (берется простейший случай кубической кристаллической решетки и плоскостной диагональной связи между узлами ее элементарной ячейки) радиус сферы инверсии по (П2.1) должен быть равен  $\sqrt{a\sqrt{2}\lambda_c}$ , что при  $a = 4 \text{ \AA}$  и  $\lambda_c = 2,43 \cdot 10^{-12} \text{ м}$  дает величину около  $3,7 \cdot 10^{-11} \text{ м}$ , что близко к ради-

усу первой боровской орбиты электрона ( $5,3 \cdot 10^{-11}$  м). Заметим также, что в многоэлектронных атомах радиусы орбит "нижних" электронов намного меньше.

Теперь мы перейдем к исследованию структуры ЭЧ и обоснованию тех свойств, которые они проявляют в экспериментах. Это рассмотрение будет не столь подробным хотя бы потому, что "элементарных" частиц слишком много. Поэтому для исследователей, желающих развивать идею квантованности пространства ФВ применительно к этой области физического знания, здесь оставлено широкое поле деятельности. Начнем, естественно, с частиц, наиболее распространенных.

## 8.2. Структура протона

Структура протона в нашем представлении изображена на рис.8.2. Отметим, однако, что этот рисунок очень упрощен, выполнен без соблюдения масштабов и с использованием "классической" интерпретации квантовомеханических понятий.

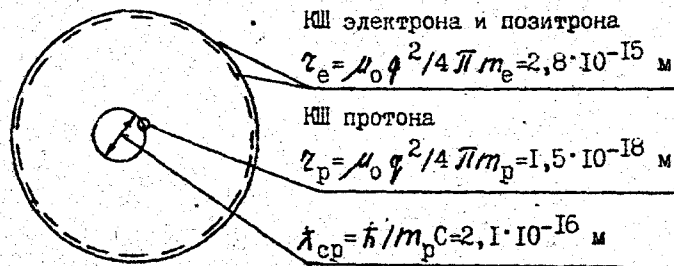


Рис. 8.2. Структура протона (кольцевой ток КШ виртуального позитрона изображен пунктиром и условно отделен от кольцевого тока КШ электрона).

Как видно из рис. 8.2. структура протона существенно сложнее структуры электрона. Она содержит три КШ, первый из которых, КШ собственно протона, вращается по кольцевой орбите, диаметр которой равен  $\lambda_{cp}$  ( $\lambda_{cp} = \hbar / m_p c = 2,1 \cdot 10^{-16}$  м). В этом "шарике" сосредоточена вся масса ЭЧ, а его радиус имеет величину  $r_p = \mu_0 q^2 / (4 \pi m_p) = 1,5 \cdot 10^{-18}$  м. Два других КШ, электрона и позитрона, имеют существенно большие размеры ( $r_e = \mu_0 q^2 / (4 \pi m_e) = 2,8 \cdot 10^{-15}$  м); они определяют диаметр протона как совокупной ЭЧ. Их "центры тяжести"

"(понятие, конечно, условное) движутся по той же кольцевой орбите диаметром  $\lambda_{cp}$ , но, поскольку  $r_e \gg \lambda_{cp}$ , это движение фактически сводится к "дрожанию" КШ электрона и позитрона относительно центра тяжести структуры протона. Поэтому понятие "границы" протона, поверхности, ограничивающей его, оказывается весьма условным. Однако именно через сечение протона, лежащее в пределах его внешних "границ" осуществляются гравитационные взаимодействия, в то время как взаимодействия электромагнитные осуществляются через КШ протона.

Поля, создаваемые КШ электрона и позитрона постоянно совмещены в пространстве и полностью компенсируют друг друга. Следовательно, они не дают вклада ни в массу протона, ни в его механический момент (напомним, что масса виртуального позитрона отрицательна). Поэтому механический момент протона определяется только вращением его собственного КШ по орбите диаметром  $\lambda_{cp}$ ; как показано в разделе 4.3, он равен  $\hbar/2$ , что соответствует спину  $S=1/2$ .

Сложнее обстоит ситуация с магнитным моментом протона; он создается кольцевыми токами всех трех КШ. И если тот факт, что КШ протона вкладывает в суммарный магнитный момент протона ядерный магнетон  $\mu_N = q \hbar / (2 m_p) = 5 \cdot 10^{-27}$  А·м<sup>2</sup> вполне очевиден, то не столь очевиден тот факт, что КШ электрона и позитрона, несущие тот же заряд и движущиеся своими "центрами тяжести" по той же орбите, должны вносить в магнитный момент протона такой же вклад. Таким образом, мы приходим к выводу, что магнитный момент протона должен быть равен  $3\mu_N$ .

Однако экспериментально установлено, что  $\mu_p = 2,7928456 \mu_N$ . Его уменьшение резонно объяснить прецессией кольцевых токов КШ. Поскольку ЭЧ в ФКП-В является изгиб БТ (в данном случае протонной), а ось ее вращения постоянна, кольцевой ток КШ протона прецессировать не должен. В этом случае "дефицит"  $\mu_p$  может объясняться только прецессией кольцевых токов КШ электрона и позитрона, распределяясь между ними, естественно, поровну. На основании этого нетрудно вычислить угол прецессии:

$$\cos \theta_{pr} = (2,7928456 - 1) / 2 = 0,8964; \quad \theta_{pr} = 26,31^\circ. \quad (8.1)$$

В завершение отметим, что представляемая модель протона (и следующего за ним нейтрона) отражает сложную внутреннюю структуру

этих ЭЧ (и этот факт подтвержден экспериментально). Она соответствует реальности и по размерам частиц (хотя экспериментальные данные по этому поводу довольно разноречивы) /51, 71/.

### 8.3. Структура нейтрона

В разделе 5.2 мы говорили о возможности образования нейтрона путем слияния двух заряженных частиц — протона и электрона. Теперь мы более подробно рассмотрим результаты проникновения протона в электронный КП. Представляемая для обсуждения структура нейтрона изображена на рис. 8.3. Снова отметим, что этот рисунок очень упрощен, выполнен без соблюдения масштабов и с использованием "классической" трактовки квантовомеханических понятий.

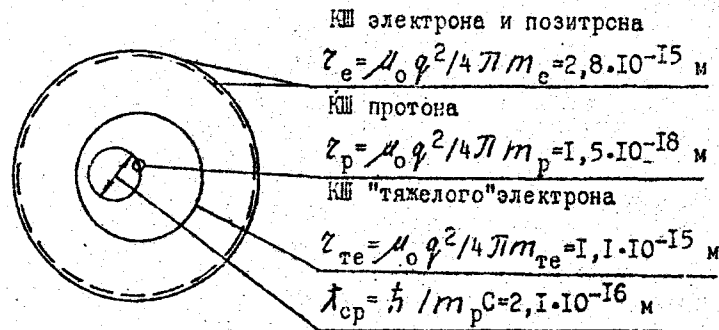


Рис. 8.3. Структура нейтрона

Как видно из рис. 8.3, структура нейтрона имеет много общего со структурой протона; КП протона, имеющий массу  $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$  и радиус  $r_p = \mu_0 q^2 / 4 \pi m_p = 1,5 \cdot 10^{-18} \text{ м}$ , вращается по кольцевой орбите диаметром  $\lambda_{cp} = \hbar / m_p c = 2,1 \cdot 10^{-16} \text{ м}$ . По этой же орбите вращаются центры тяжести сфер КП электрона и позитрона. В сумме сферы имеют нулевую массу и радиус  $r_e = \mu_0 q^2 / 4 \pi m_e = 2,8 \cdot 10^{-15} \text{ м}$ , так что вращение их центров тяжести по орбите с диаметром  $\lambda_{cp}$  проявляется как легкое дрожание поверхности частицы, как некоторое размытие внешних границ нейтрона.

Кроме этих элементов, общих с протоном, в нейтроне есть еще один КП электрона, также образующий сферу. Но "условия существования" этого электрона и радиус образуемой им сферы КП в корне отличается от аналогичных параметров двух других лептонов (электро-

на и виртуального позитрона), входящих в состав нейтрона. Его масса не скомпенсирована массой виртуального позитрона; более того, она увеличена в 2,53 раза и равна

$$m_{te} = m_n - m_p = 2,3058 \cdot 10^{-30} \text{ кг.} \quad (8.2).$$

Массе "тяжелого электрона" (название условное) по (8.2) соответствует радиус сферы КП  $r_{te} = \mu_0 q^2 / 4 \pi m_{te} = 1,1 \cdot 10^{-15} \text{ м}$ . Таким образом, его сфера целиком располагается внутри нейтрона, что экспериментально проявляется через равноразмерность протона и нейтрона и тождественность их поведения во всех видах физических взаимодействий, кроме ЭМ. Уменьшение радиуса КП "тяжелого электрона" и увеличение его массы можно объяснить воздействием КП протона, проявлением кулоновских сил, которые в данном случае будут аналогичны силам всестороннего гидростатического сжатия (см. также главы 4 и 5).

Поскольку центр сферы КП "тяжелого электрона" вращается по кольцевой орбите диаметром  $\lambda_{cp}$ , он вносит в суммарный магнитный момент нейтрона ядерный магнетон. Учитывая его отрицательность (ввиду отрицательности вращающегося заряда), мы приходим к выводу, что полный магнитный момент нейтрона должен равняться  $2\mu_n$ . Отличие этого результата от экспериментального ( $\mu_n^{\text{эксп}} = 1,91315\mu_n$ ), можно объяснить (как и для протона) прецессией кольцевых токов КП. Поскольку ситуация с нейтроном еще более сложна (кольцевых токов стало четыре), определить вклад прецессии каждого тока в суммарный магнитный момент нейтрона не представляется возможным.

Поскольку нейтрон является "избыточно тяжелой" ЭЧ ( $m_n > m_p + m_e$ ), он неустойчив, и за время около 1000 с свободный нейтрон распадается за счет слабого взаимодействия на протон, электрон и антинейтрино ( $n \rightarrow p + e + \bar{\nu}_e$ ) /29/. В /11, гл.6, §4/ показано, что время жизни такой частицы можно рассчитать как конечное время ее нахождения в потенциальной яме при энергии  $E$ , большей глубины ямы  $U_0$  ( $E > U_0$ ). Длительность этого времени определяется вероятностью (не равной нулю) отражения ЭЧ от стенок потенциальной ямы. Невозможно заметить связь между временем жизни и избыточной энергией неустойчивых ЭЧ:

Элементарная частица	Избыточная энергия (МэВ)	Время жизни (с)
$n$	0,786	1000
$\mu^+, \mu^-$	105	$2,26 \cdot 10^{-6}$
$\pi^+, \pi^-$	140	$2,6 \cdot 10^{-8}$
$\Lambda^0$	1115	$2,5 \cdot 10^{-10}$
$\Sigma$	1782	$3,4 \cdot 10^{-13}$

Таким образом, в /II/ практически раскрыта физическая суть слабого взаимодействия, которое можно трактовать, как процесс самопроизвольного распада ЭЧ ввиду ее энергоизбыточности, т.е. превышения энергии частицы над суммарной энергией входящих в нее компонентов. Там же рассмотрена теория этого явления.

#### 8.4. Нейтрино

Говоря об этой неуловимой ЭЧ, мы вернемся к разделу 8.1, в котором, в частности, рассматривались нулевые осцилляторы, или кольцевые токи электрон-позитронных пар, колеблющиеся вдоль оси ВТ. Естественно, что результирующий эффект от таких колебаний равнялся нулю. Однако при сообщении одному из кольцевых токов дополнительной энергии колебательный характер его движения (а вслед за ним - характер движения кольцевых токов других КШ) будет нарушен и вдоль ВТ со световой скоростью  $C$  начнет распространяться волна сдвигов, уносящая с собой энергию, и, следовательно, массу. Именно такой, по нашим представлениям, является физическая сущность нейтрино.

Более того, согласно нашим представлениям та же физическая сущность довольно давно открыта, но так и не получившая всеобщего признания и широкого применения "продольных волн Докучаева" /72/, так что нейтрино и всепроникающие волны Докучаева В.И. по нашим представлениям - одно и то же.

Итак, повторим еще раз, нейтрино представляет собой волну последовательных сдвигов кольцевых токов вдоль оси ВТ. Ее спин определяется механическим моментом выделенного кольцевого тока КШ (электрона или позитрона), являющегося микрокомпонентом ВТ:

$$M = mC \lambda_c / 2 = \hbar / 2. \quad (8.3)$$

Отметим, что найденное значение  $M$  не зависит от массы (или энергии) нейтрино. Поскольку в ВТ, состоящей из нулевых осцилляторов, отсутствует прецессия кольцевых токов КШ, в окружающей среде ФВ не создается механических сдвигов, т.е. не создается электрического поля, "ответственного" за массу покоя ЭЧ (более подробно об

этом см. раздел 5.3). Поэтому по всем теоретическим канонам нейтрино должно быть безмассовой частицей.

Однако очень небольшая масса покоя (около 30 эВ или  $5 \cdot 10^{-36}$  кг) у нейтрино обнаружена. И хотя этот результат еще нуждается в проверке, в принципе объяснить его можно хаотическими колебаниями КШ среды ФВ.

Отсутствие смещений в среде ФВ от сдвиговых волн, проходящих вдоль ВТ, означает отсутствие электрического заряда, неучастие нейтрино в кулоновских и гравитационных взаимодействиях. Поэтому нейтрино взаимодействуют только с теми ЭЧ, которые непосредственно попадают в ее ВТ. Этим объясняется высокая проникающая способность нейтрино и малое сечение взаимодействий.

Поскольку нейтрино занимает одиночную ВТ, оно характеризуется направлением вращения (левым или правым), или новым квантовым числом, называемым спиральностью. Спиральности нейтрино и антинейтрино противоположны, поскольку противоположны направления вращения КШ ЭЧ и АЧ (см. раздел 5.2).

И еще одно свойство нейтрино необходимо отметить: оно, обладая свойствами корпускулярными, не обладает волновыми. Это объясняется тем, что не создавая изгиба "своей" ВТ, нейтрино не рассылает сдвигов в среду ФВ, т.е. не формирует плоский фронт волны, движущийся неотрывно от нее.

Как и фотон, нейтрино является стабильной частицей.

На этом мы приостанавливаем рассмотрение вопроса о структуре ЭЧ в квантованном пространстве. Вне нашего внимания остался вопрос о структуре сложных ЭЧ (и, в частности, вопрос о корректности кварковой модели) и возможном спектре значений их масс. В качестве оправдания мы можем сослаться на сложность и объемность поднятых вопросов. Их рассмотрение будет продолжено в третьей части нашей монографии, выход которой планируется в 1996 году. В ней, кроме того, предполагается рассмотреть структуру атомных ядер, принципиально новую модель твердого тела, наши взгляды на структуру и эволюцию Вселенной, а также другие вопросы.

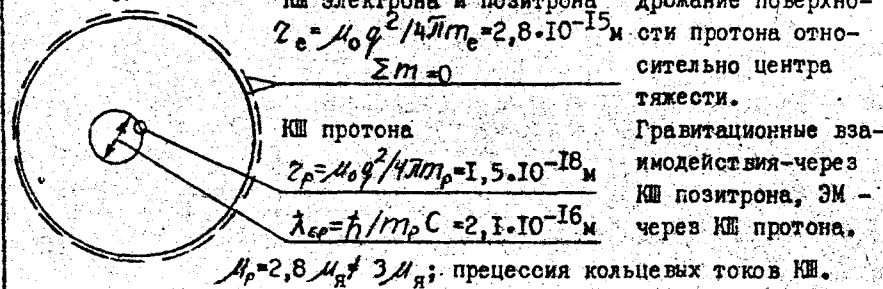
# 8. СТРУКТУРА ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ И КВАНТОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВА ФИЗИЧЕСКОГО ВАКУУМА

Алгоритм изложения

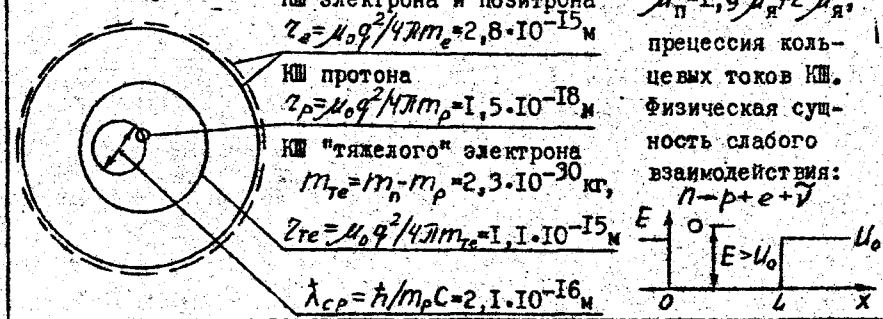
## 8.1. Нулевые осцилляторы



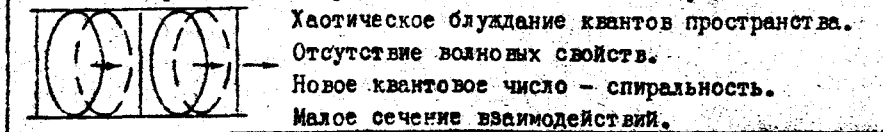
## 8.2. Протон



## 8.3. Нейтрон



## 8.4. Нейтрино



# ФИЗИЧЕСКИЙ ВАКУУМ: ЭЛЕКТРОННЫЙ?, ПРОТОННЫЙ?, ИЛИ КАКОЙ-НИБУДЬ ДРУГОЙ?

... лучше хоть какое-то объяснение, чем никакого.  
Зигуненко С.Н.

До сих пор, излагая ФКП-В, мы принимали размер КП по (1.3):  $\lambda_c = \hbar / m_0 c$  и, подставляя массу электрона  $m_{e0} = 9,1 \cdot 10^{-31}$  кг, получали  $\lambda_c = 3,86 \cdot 10^{-13}$  м и  $\tau_c = \lambda_c / c = 1,29 \cdot 10^{-21}$  с. В дальнейших расчетах мы использовали именно эти значения.

Естественно возникает вопрос: "Почему ФВ, окружающий нас, мы считаем только "электронным"?". Не существует ли ФВ других ЭЧ, из которых наиболее вероятным претендентом на эту роль представляется протон: он распространен не меньше, чем электрон и так же стабилен. Возможен, в принципе, и вариант их совместного сосуществования, поскольку невозбужденные ЭЧВ обладают нулевым спином и являются бозонами.

Как сказал Фейнман Р., "У нас всегда есть возможность опровергнуть теорию, но, обратите внимание, мы никогда не можем доказать, что она правильна" /2/. Поэтому к рассмотрению этого вопроса мы подойдем "от противного": допустим существование ФВ протонных КП и посмотрим, к каким следствиям это приведет. Критерием возможности (или невозможности) существования вакуума протонных КП будет соответствие получаемых результатов объективной реальности.

Прежде всего отметим, что замена  $m_{e0}$  на  $m_{p0}$  в (1.3) приведет к уменьшению размера КП в 1836 раз (округленно). Это значит, что все константы (см. главу 5), характеризующие среду ФВ, изменят свои численные значения. Например, электрическая постоянная среды ФВ, ранее определенная нами по (5.16а), станет равной:

$$\epsilon_{ок}^p = \pi \hbar^4 / 64 \alpha_{дт} m_{p0}^5 c^5 = 2,44 \cdot 10^{-44} \text{ с} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}. \quad (\text{П4.1}).$$

Но ... факт изменения констант еще не означает невозможности существования вакуума протонных КП.

Далее. Вполне очевидно, что анализ глав 4 и 5 ("ЭМ явления") ответа на поставленный вопрос не даст, ибо ЭМ взаимодействие ЭЧ определяется их зарядом, а не массой, не размером их КП (доказательство этого см. в главе 4). Впрочем, убедимся в этом еще раз.

Сделать это можно только с использованием системы единиц СИЗ; систему СИ для этой цели использовать нельзя, ибо по своей идеологии она не учитывает квантованности пространства (см. раздел 5.1).

Если вернуться к задаче о взаимодействии двух заряженных тел (см. там же) и взять результирующую формулу

$$F = P/\tau = \pi \lambda^6 m_0 c^2 / 64 \epsilon_{ок} \hbar z^2, \quad (П4.2)$$

то, подставляя в нее  $\epsilon_{ок}$  по (5.16а) для "электронного" ФВ или  $\epsilon_{ок}^p$  по (П4.1) для "протонного" ФВ, в обоих случаях получим:

$$F = \alpha_T \hbar c / z^2. \quad (П4.3)$$

Естественно, что этот результат совпадает с (2.61).

Теперь попробуем найти ответ на наш вопрос в "гравитационных взаимодействиях". Здесь мы по (6.26) определяли массу гравитона и далее по (6.27) — постоянную Хаббла. Полученный результат ( $H = 59,4$  км/с·Мпк) хорошо совпал с последними экспериментальными данными, что явилось веским подтверждением нашей теории. Но если в (6.26) поставить  $m_{ро}$ , то  $m_{гр}$  и  $H$  возрастут в  $1836^3 = 6,2 \cdot 10^9$  раз, что физической реальности явно не соответствует. Этот результат, а также некоторые более тонкие, не изложенные здесь соображения и определили наш выбор в пользу "электронного" ФВ.

Тем не менее, утверждение, что "каждой ЭЧ соответствует свой размер КП" остается в силе. Его претворение в жизнь продемонстрировано в главе 8 (а также, если внимательно присмотреться, и во многих других главах ФКП-В), и повторять его, очевидно, нет смысла. Добавим только, что сильное поле протона в ВГ приводит к структурированию окружающего пространства, поэтому вокруг протона могут возникать "куски пространства", его кванты, соответствующие энергии (или массе) всех ЭЧ и АЧ.

## КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА И ДИСКРЕТНОСТЬ СРЕДЫ ФИЗИЧЕСКОГО ВАКУУМА

...я смело могу сказать, что квантовой механики никто не понимает.  
Гейнман Р.

Вероятностная квантовая механика (ВКМ) (здесь термин "квантовая" будет использован в общепринятом смысле этого слова), оперирующая вероятностными моделями поведения объектов, появилась в начале 20-го века как попытка обобщения классической механики Ньютона и релятивистской механики для описания процессов, происходящих в мире ЭЧ. Поскольку математический аппарат ВКМ создавался "ощупью" (уравнение Шредингера было счастливо угадано им, а соотношение неопределенностей Гейзенберга введено как постулат), причем эта сторона дела долго не осознавалась, квантовая механика невольно оказалась его заложницей. Отказавшись от вычисления классических траекторий микрочастиц, она отвергла само понятие микрообъекта, заменив исследование его поведения анализом математической модели. И настоящему времени различие в методах исследований и интерпретации получаемых результатов (последним квантовая механика вообще не увлекается) настолько велики, что всякая связь между классической и квантовой механикой представляется утерянной.

Мы хотим показать, что это не так. Вероятностность квантовой механики как единственного способа истолкования результатов обусловлена не своеобразием ее математического аппарата, а его неполнотой. И объясняется это тем, что при создании квантовой механики не учитывалась ... квантованность пространства ФВ.

Начнем с того, уравнение для волновой функции  $\psi$ , "написанное" Шредингером, напрямую выводится из уравнений классической механики. В /10/ и /19/ оно получено из уравнений Навье-Стокса, записанных для представления среды ФВ в виде двух не взаимодействующих жидкостей с положительной и отрицательной массовой плотностью. В §1.3 оно получено суммированием прямого уравнения ЭП (1.7) с его сопряженным (1.8) /18/. Как нетрудно видеть, в обоих случаях физической основой квантовомеханических процессов являются свойства среды ФВ, определяемые его квантованностью. В дополнение к перечисленным, рассмотрим еще один путь вывода основ квантовой механики, предложенный



в /II/ Родимовым Б.Н.

В §2.3 показано, что движению ЭЧ и сопровождающей ее волны де-Бройля соответствует одновременное протекание двух волновых процессов. Общим для них является характеристическая длина волны де-Бройля  $\lambda_B = h/p = h/mv$ . Но процессы описываются различными частотами и скоростями распространения. Первому соответствует частота готона  $\nu_r = mc^2/h$  и скорость распространения  $U = \lambda_B \nu_r > c$ ; второму — частота волн де-Бройля  $\nu_B = mv^2/h$  и скорость распространения  $v = \lambda_B \nu_B < c$ , причем  $U \cdot v = c^2$ . Это наводит на мысль о том, что движению ЭЧ в квантованном пространстве должно соответствовать не одно волновое уравнение, а два:

для скорости  $U > c$  — так называемое  $U$ -уравнение

$$\Delta \psi = U^{-2} \partial^2 \psi / \partial t^2; \quad (П5.1)$$

для скорости  $v < c$  —  $v$ -уравнение

$$\Delta \psi = v^{-2} \partial^2 \psi / \partial t^2, \quad (П5.2)$$

где  $\Delta$  — оператор двойного дифференцирования по координатам (в одномерном случае —  $\partial^2 / \partial x^2$ ).

Рассмотрим роль этих уравнений в формировании математического аппарата квантовой механики. Начнем с (П5.1). Его решением для свободной ЭЧ ( $U, U = \text{const}$ ) является уравнение плоской волны.

$$\psi(\vec{r}, t) = \exp\left[\frac{2\pi i}{h}(x \cdot p_x + y \cdot p_y + z \cdot p_z - Et)\right], \quad (П5.3)$$

где  $E = mc^2$  — полная энергия ЭЧ. Из (П5.3) видно, что временная компонента искомого функции  $\psi$  имеет вид

$$\psi(t) = A \exp(i \frac{2\pi E}{h} t) = A \exp(i \omega_r t), \quad (П5.4)$$

где  $\omega_r = \omega_{кр} = 2\pi E/h = mc^2/h$ . (П5.5)

Для связанной, т.е. находящейся в силовом поле ЭЧ величины  $v$ ,  $U$ ,  $\lambda_B$  не будут постоянными, поскольку изменение положения ЭЧ определяет изменение ее энергии и скорости. Поэтому вместо  $U = \lambda_B \nu_r$  следует использовать интегральное соотношение, которое в одномерном случае имеет вид

$$\int \lambda_B \nu_r dx = \int U dx. \quad (П5.6)$$

Согласно теореме о среднем, вынесем частоту  $\langle \nu_r \rangle$  за знак интеграла и получим выражение

$$\langle \nu_r \rangle = \frac{(c^2/h) \int dx/v}{\int dx/mv}, \quad (П5.7)$$

которое в нерелятивистском случае при разложении  $m(v)$  в ряд и пренебрежении членами выше второго порядка малости, можно переписать в виде

$$\langle \nu_r \rangle = \frac{m_0 c^2}{h} \left(1 + \frac{\int v dx}{2c^2 \int dx/v}\right). \quad (П5.8)$$

Из (П5.8) видно, что средняя частота готона  $\langle \nu_r \rangle$  распадается на две составляющих: "классическую" частоту  $\omega_{ог} = m_0 c^2/h$ , и добавку к ней  $\omega_H$ , обусловленную увеличением массы ЭЧ. В нерелятивистском случае  $\omega_H \ll \omega_{ог}$ .

Пренебрегая величиной  $\omega_H$ , используем временную часть функции  $\psi(t)$  в виде (П5.4); подставляя ее в (П5.1) и учитывая, что амплитуда  $A$  зависит от координат, получаем уравнение для пространственной части функции

$$\Delta \psi(\vec{r}) + \frac{\omega_{ог}^2}{U^2} \psi(\vec{r}) = 0. \quad (П5.9)$$

Если в (П5.9) подставить  $U = c^2/v = c^2/\sqrt{2[E_H - V(\vec{r})]}/m_0$ , где  $[E_H - V(\vec{r})]$  — нерелятивистская кинетическая энергия ЭЧ,  $V(\vec{r})$  — потенциальная энергия поля, ограничивающего ее движение, то полученное уравнение

$$\Delta \psi(\vec{r}) + \frac{2m_0}{\hbar^2} [E_H - V(\vec{r})] \psi(\vec{r}) = 0, \quad (П5.10)$$

оказывается нерелятивистским уравнением Шредингера. Это подтверждается тем, что во временном уравнении (П5.4), которое аналогично (П5.8) распадается на две части, множитель  $[\exp(i\omega_{ог}t)]$  можно отбросить как не несущий информацию о состоянии системы. Тогда (П5.4) получает "общепринятый" вид  $[\exp(iE_H t/\hbar)]$ .

Итак, мы установили, что уравнение Шредингера описывает волновой процесс со скоростью  $U > c$ . Однако исторически это уравнение было получено не из приведенных рассуждений, поэтому его связь с  $U$ -уравнением, вскрытая сейчас, отнюдь не была очевидной. Ее существование подтверждает, что основное уравнение квантовой механики напрямую вытекает из постулата квантованности пространства ФВ.

Однако этим результатом анализ основ квантовой механики отнюдь не завершается. Дополнительные сведения о поведении ЭЧ можно получить из решения волнового уравнения для второй скорости волны де-Бройля ( $v$ -уравнение). Как будет показано ниже, игнорирование его ЭМ приводит к утрате существенной информации.



Исходный вид  $\psi$ -уравнения определяется выражением (П5.3), но энергию  $E$  теперь следует трактовать как энергию волны де-Бройля  $E_\psi = 2E_k = m\psi^2$ . Дифференцируя (П5.3) дважды по координатам и по времени, получаем уравнения:

$$\nabla^2 \psi = -\frac{p^2 \psi}{\hbar^2}; \quad \frac{\partial^2 \psi}{\partial t^2} = -\frac{E_\psi \psi}{\hbar^2}. \quad (\text{П5.14})$$

Здесь и далее через  $\psi$  будем обозначать решения  $\psi$ -уравнения. Учитывая, что  $p^2 = E_\psi / v^2 = (mv)^2$ , два уравнения (П5.14) можно свести в одно

$$\nabla^2 \psi = (1/v^2) \partial^2 \psi / \partial t^2.$$

Это выражение совпадает с (П5.2), что подтверждает наличие общих "корней"  $\psi$  и  $\psi$ -уравнений.

Если  $\partial^2 \psi / \partial t^2$  в (П5.14) разделить не на  $v^2$ , а на  $c^2$ , то получим

$$\nabla^2 \psi - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \psi}{\partial t^2} = \left( -\frac{p^2}{\hbar^2} + \frac{E_\psi^2}{\hbar^2 c^2} \right) \psi = -\frac{m_0^2 v^2}{\hbar^2} \psi. \quad (\text{П5.15})$$

Из (П5.15) подстановкой (П5.2) выделим временной множитель:

$$\left( \frac{1}{v^2} - \frac{1}{c^2} \right) \frac{\partial^2 \psi}{\partial t^2} = -\frac{m_0^2 v^2}{\hbar^2} \psi = \frac{1}{v^2} \left( 1 - \frac{v^2}{c^2} \right) \frac{\partial^2 \psi}{\partial t^2},$$

откуда далее находим

$$\frac{\partial^2 \psi}{\partial t^2} = -\frac{m^2 v^4}{\hbar^2} \psi = -\omega_{kv}^2 \psi, \quad (\text{П5.16})$$

где  $\omega_{kv} = \omega_\psi = 2\pi\nu/\lambda_\psi = m\psi^2/\hbar$  - частота волны де-Бройля, которую в дальнейшем будем называть "квантовой" частотой. Отметим, что ввиду (П5.16) можно было бы привести и (П5.1), естественно, с использованием частоты  $\omega_\psi$ . Подставляя (1.9) в (П5.16), разделяем пространственную и временную части  $\psi$ -уравнения:

$$\nabla^2 \psi + \omega_{kv}^2 \psi / v^2 = 0; \quad (\text{П5.17})$$

$$\psi(t) = A \exp\left(-i \frac{m\psi^2}{\hbar} t\right) = A \exp\left(-i \frac{E_\psi}{\hbar} t\right). \quad (\text{П5.18})$$

Аналогично случаю  $\psi$ -уравнения, для связанных ЭЧ параметры волн де-Бройля оказываются функциями координаты или времени. Усреднение волновых параметров производится аналогично (П5.6):

$$\lambda_\psi v_\psi = \psi \rightarrow \int \lambda_\psi v_\psi dx = \int \psi dx,$$

откуда далее находим выражение для средней частоты волн де-Бройля:

$$\langle v_\psi \rangle = \int \psi dx / \int \lambda_\psi dx = \langle v \rangle / \langle \lambda_\psi \rangle. \quad (\text{П5.19})$$

Выражение (П5.19) показывает, что мы усредняем по классической траектории ЭЧ отдельно ее скорость и волну де-Бройля. Определив  $\langle v_\psi \rangle = \langle v_{kv} \rangle$ , можно написать уравнение для пространственной части  $\psi$ -функции в виде, аналогичном (П5.9)

$$\nabla^2 \psi + \langle \omega_{kv} \rangle^2 \psi / v^2 = 0. \quad (\text{П5.20})$$

Опять рассмотрим нерелятивистский случай, когда  $mv^2/2 = E_\psi - V(\vec{r})$ ; подстановка  $v = \sqrt{2[E_\psi - V(\vec{r})]}/m$  в (П5.20) придает этому уравнению окончательный вид

$$\Delta \psi(\vec{r}) + \frac{m \omega_{kv}^2}{2[E_\psi - V(\vec{r})]} \psi(\vec{r}) = 0. \quad (\text{П5.21})$$

Полученное уравнение (П5.21) отличается от уравнения Шредингера прежде всего математически. Поэтому совершенно другой будет физическая интерпретация его решений. Для начала отметим, что в точках, где  $E_\psi = V$ , т.е. на классических границах движения ЭЧ в потенциальных ямах, коэффициент при  $\psi(\vec{r})$  обращается в бесконечность, поэтому решение  $\psi(\vec{r})$  в этих точках должно обрываться, обращаясь в нуль (а не уходить за классические границы, как это имеет место в механике Шредингера). Это дает возможность трактовать решение  $\psi$ -уравнения как функцию, описывающую стоячую волну. Для образования стоячих волн необходимо, чтобы в каждой точке пространства сходились волны с определенными фазами и результирующее отклонение выражалось бы в виде произведения

$$\psi(\vec{r}, t) = \psi(\vec{r}) \cdot \psi(t). \quad (\text{П5.22})$$

Величина  $\psi(\vec{r}, t)$  во всех точках пространства совершает гармоническое колебание с одинаковой частотой и фазой, но амплитуда колебания различна в различных точках. Поэтому временной множитель  $\psi$ -функции  $\psi$ -уравнения нужно брать не в мнимой, а в

действительной форме, в виде, например,  $\cos \omega_{kb} t$  или  $\sin \omega_{kb} t$ .

Итак, уже в нескольких разделах нашего курса мы приходим к выводу, что движение ЭЧ (в том числе и ее хаотическое блуждание по соседним КП), порождает КСВ. Они постоянно обмениваются энергией с ЭЧ, породившей их, образуя саморегулирующуюся связанную автоколебательную систему (в [11] совокупность КСВ названа "квантовым пузырем" ЭЧ). Характерно, что энергия, излученная ЭЧ в ФВ не рассеивается в нем, а возвращается к ЭЧ и поглощается ею. Поэтому волны сдвигов ФВ в пределах "квантового пузыря" оказываются не бегущими, а стоячими, что соответствует (ПБ.23). Повидимому эта совокупность КСВ (которые по сути-то своей являются волнами сдвигов в среде ФВ, т.е. ЭМ волнами) является физической сущностью ГИН поля, окружающего каждую ЭЧ. Если это так, то в разделе 7.2 было бы логично заменить все электрические поля на гравитационные, а магнитные - на инерциальные. Это предположение тем более реально, что в каждом акте компютации ЭЧ вся, без остатка, "растворяется" в ЭМ поле (т.е. в волнах сдвига среды ФВ), и вся, без каких-либо потерь (кроме испускания гравитона) конденсируется из него. Но это утверждение требует более серьезного обоснования.

Физически существование КСВ обусловлено прерывистостью действия электрической силы. Наглядной аналогией явления является процесс распространения акустических волн вертикально вверх от Земли. По мере разрежения газа увеличивается длина свободного пробега молекул, уменьшается частота столкновений, возрастает время релаксации, т.е. время установления равновесия в газе. В какой-то момент распространение звука в газе станет невозможным; области сгущения и разрежения газа, являющиеся непременным атрибутом продольной звуковой волны, просто не будут успевать сформироваться. Но энергия звуковой волны не исчезнет; волна отразится от пространства и вернется назад. Описанный эффект наблюдается экспериментально.

Если вернуться к рассмотрению движущегося электрона, то в системе отсчета, связанной с ним, задача будет сферически симметричной, т.е. излучаемая волна должна иметь нулевой импульс или момент импульса. Этому условию удовлетворяет только сферическая волна. Поэтому КСВ - это сферические волны, центром которых является ЭЧ. По мере удаления от электрона напряженность поля в волне падает (сдвиги в среде ФВ уменьшаются по амплитуде), а период прерывистости  $\theta$  растет. Эти две величины связаны соотноше-

нием (2.56), которое перепишем в виде:

$$\theta = \sqrt{\hbar / Fc}, \quad (\text{ПБ.29})$$

где  $F$  - "электрическая сила", пропорциональная напряженности поля. Когда период прерывистости сравнится с периодом  $1/\gamma$  электрических колебаний, ЭМ волна отразится от пространства, "склопываясь" вернется к электрону и будет поглощена им. Для оценки радиуса "квантового пузыря" возьмем вектор Умова-Пойнтинга:

$$\vec{y} = [\vec{E}_\phi \times \vec{H}_\phi]; \quad y = E_\phi \cdot H_\phi, \quad (\text{ПБ.30})$$

где  $y$  - энергия, переносимая волной через единичную площадку в единицу времени;  $E_\phi$  и  $H_\phi$  - напряженности электрического и магнитного полей волны (подчеркивая, что КСВ - это не готон, параметры  $E$  и  $H$  мы снабдили индексом "ф"). Используя известное выражение  $E \sqrt{\epsilon_0} = H \sqrt{\mu_0}$ , и учитывая (4.61), перепишем (ПБ.30) в виде:

$$y = q^2 E^2 / 2 d_T \hbar = F^2 / 2 d_T \hbar. \quad (\text{ПБ.31})$$

С другой стороны,  $y$  определяется энергией  $\hbar \gamma_\phi / \tau$ , которую ЭЧ излучает в единицу времени, и площадью сферы  $4\pi r^2$ , по которой эта энергия распределяется:

$$y = \hbar \gamma_\phi / 4\pi r^2 \tau. \quad (\text{ПБ.32})$$

Сравнивая (ПБ.31) и (ПБ.32), получаем:

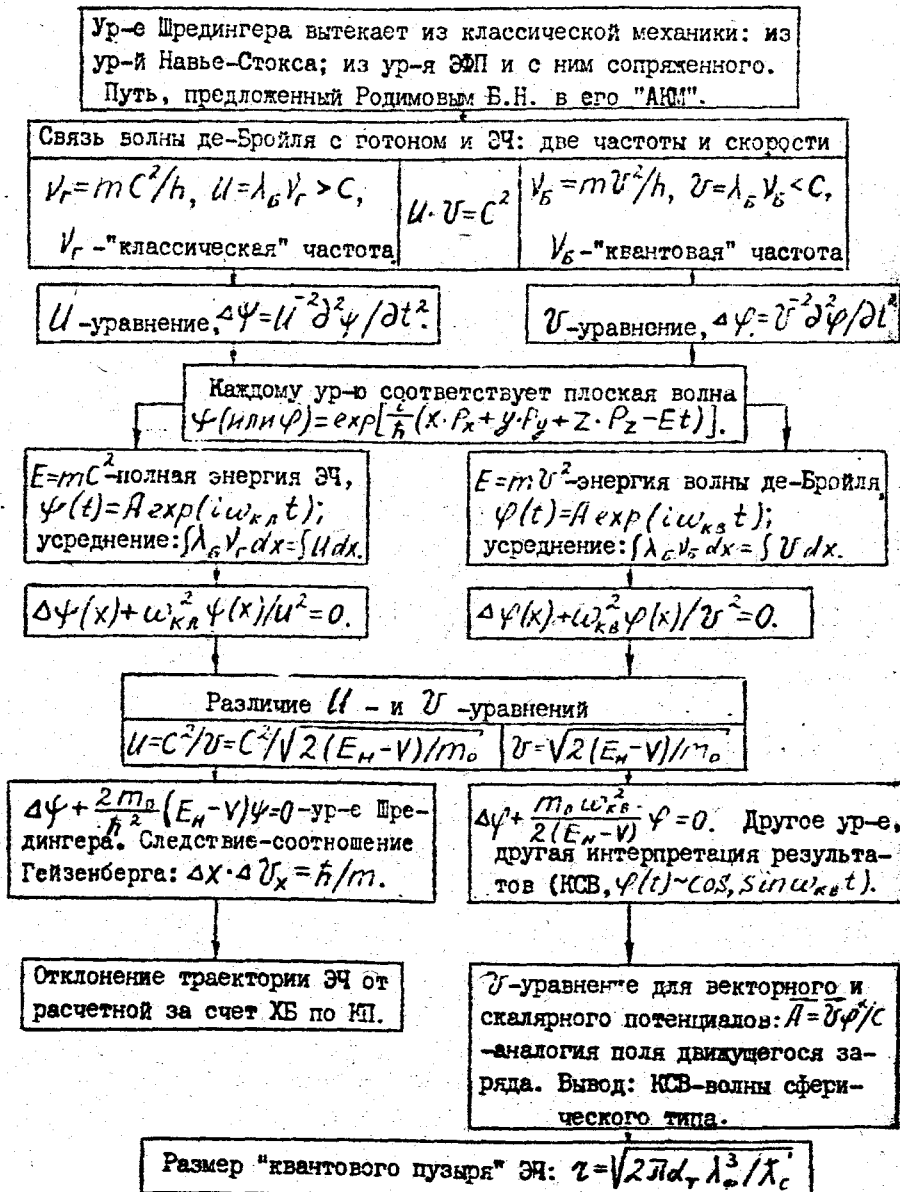
$$F = \frac{\hbar}{2} \sqrt{2\pi d_T \gamma_\phi / \tau}. \quad (\text{ПБ.33})$$

Возвращаясь к (ПБ.29) и принимая  $\theta = 1/\gamma_\phi$  как условие отражения ЭМ волны от стенок "пузыря", определяем его радиус

$$r = \lambda_\phi \sqrt{2\pi d_T \lambda_\phi / \lambda_c}. \quad (\text{ПБ.34})$$

Безусловно, выражение (ПБ.34) носит оценочный характер, но из него видно, что радиус (и объем) "квантового пузыря" ЭЧ зависит от ее макроскопической скорости  $v$  (через массу ЭЧ, входящую в  $\lambda_c$ ).

Приложение 5. КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА И ДИСКРЕТНОСТЬ СРЕДЫ ЭВ  
Алгоритм изложения



## Приложение 6

## КВАНТОВАННОЕ ПРОСТРАНСТВО И АТОМ БОРА

Отсутствие наглядности поначалу может вызвать чувство неудовлетворенности, но со временем это чувство проходит, и все становится на свои места.

Севельев И.В., Курс общей физики.

Известно, что для "общепризнанной", вероятностной квантовой механики (ВКМ) задача об атоме водорода явилась ключевой, нашедшей ее структуру и математический аппарат. Не сумев дать правильной интерпретации полученным результатам, отождествив физическую сущность явления с математическим формализмом, ВКМ и далее пошла этим, приципиально неверным путем.

Мы рассмотрим эту же задачу, анализируя и интерпретируя информацию, содержащуюся в решениях  $v$ -уравнения; информацию, вытекающую из решений уравнения Шредингера ( $u$ -уравнения) считаем общеизвестной.

Решение задачи начнем с  $S$ -состояний атома водорода, т.к. они неврабателыны и  $v$ -уравнение для них имеет более простой вид. Запишем его в сферических координатах /II/:

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial r^2} + \frac{2}{r} \frac{\partial \varphi}{\partial r} = \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2}. \quad (\text{Пб.1})$$

Выделим из (Пб.1) временной множитель в его обычном виде  $\varphi(t) = \cos \omega t$ . Тогда для пространственной части волновой функции получим:

$$\frac{d^2 R}{dr^2} + \frac{2}{r} \frac{dR}{dr} + \frac{\omega_{kb}^2}{v^2} R = 0. \quad (\text{Пб.2})$$

Квантовую частоту  $\omega_{kb}$  находим по усредненным  $v$  и  $\lambda_b$ , беря в качестве классического движения электрона падение по радиусу на протон /II/:  $v = \frac{1}{2\pi r} \int_0^{2\pi r} \sqrt{\frac{2}{m} (E + \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 r})} dz = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{2E}{m}}$ ; (Пб.3)

$$\lambda_b = \frac{1}{2\pi r} \int_0^{2\pi r} \frac{h}{\sqrt{\frac{2}{m} (E + \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 r})}} dz = \frac{\pi}{2} \frac{h}{\sqrt{2mE}}. \quad (\text{Пб.4})$$

где критический радиус равен  $2r_{kp} = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 E}$ . Квантовая частота волны де-Бройля будет равна

$$\omega_{kb} = 2\pi v / \lambda_b = -4\pi E / h. \quad (\text{Пб.5})$$

С учетом (Пб.5) уравнение для пространственной части волновой

функции примет вид

$$\frac{d^2 R}{dz^2} + \frac{2}{z} \frac{dR}{dz} + \frac{8\pi^2 m E^2}{h^2 (E + q^2/4\pi\epsilon_0 z)} R = 0. \quad (\text{П6.6})$$

Для упрощения (П6.6) введем обозначения:

$$8\pi^2 m E^2/h^2 = -B_1 \quad \text{и} \quad q^2/4\pi\epsilon_0 E = -Z_{\text{кр}}, \quad (\text{П6.7})$$

после чего уравнение примет вид

$$\frac{d^2 R}{dz^2} + \frac{2}{z} \frac{dR}{dz} - \frac{B_1}{1 - Z_{\text{кр}}/z} R = 0. \quad (\text{П6.8})$$

Продолжая упрощения (П6.8), выделим из функции  $R$  "сферический множитель"  $1/z$ , т.е. примем:  $X = z/Z_{\text{кр}}$  и  $R = y/X$ . Тогда

$$(1-X) \frac{d^2 y}{dX^2} + B_2 X y = 0. \quad (\text{П6.9})$$

Придадим уравнению окончательный вид, вводя новую переменную  $y = 2(\xi) \exp(\sqrt{B_2} X)$ ;  $\xi = 1-X$ ;

$$\xi \frac{d^2 \eta}{d\xi^2} - 2\sqrt{B_2} \xi \frac{d\eta}{d\xi} + B_2 \eta = 0. \quad (\text{П6.10})$$

Решение этого уравнения имеет вид ряда

$$\eta = \sum a_n \xi^n, \quad (\text{П6.11})$$

коэффициенты которого связаны рекуррентной формулой

$$a_{n+1} = \frac{2n\sqrt{B_2} - B_2}{n(n+1)} a_n. \quad (\text{П6.12})$$

Для корректного задания граничных условий при квантовании энергии атома водорода ряд (П6.11) надо оборвать на члене с  $a_{n+1} = 0$ . При этом  $B_2 = 4n^2$ , и с учетом ранее введенных обозначений можно получить

$$E_n = -m q^4 / 8 h^2 \epsilon_0^2 n^2 = -R_0 h / n^2, \quad (\text{П6.13})$$

где  $R_0 = m q^4 / 8 h^3 \epsilon_0^2$  — постоянная Ридберга,  $n = 1, 2, 3, \dots$

Из (П6.13) непосредственно вытекает известная формула для спектра излучения атома водорода

$$\nu = (E_n - E_m) / h = R_0 \left( \frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right). \quad (\text{П6.14})$$

Полученный результат по форме совпадает с результатом, даваемым ВКМ, но получен без ее применения и физическая сущность явления в рассмотренной трактовке оказывается совершенно иной.

Известно, что Н. Бор ввел понятие устойчивых орбит именно для того, чтобы объяснить, почему электрон не падает на ядро. Однако затем выяснилось, что основное состояние атома водорода невращательно, т.е. электрон при своем движении должен проходить через ядро. От объяснения такой парадоксальной ситуации ВКМ уклонилась, ссылаясь на "природу вещей", которая — де такова, что "нам этого знать не дано."

Новая трактовка квантовой механики позволяет дать физическую

интерпретацию полученному результату. В основном ( $S'$ -) состоянии электрон атома действительно "падает" на ядро. При этом он возбуждает в среде  $\Phi B$  стоячую  $\varphi$ -волну (описываемую  $\mathcal{U}$ -уравнением (2.47)), которая периодически действует на электрон в направлении, противоположном его движению ("квантовое" движение ЭЧ, см. раздел 2.3). Под влиянием возбужденной им же волны электрон отбрасывается от ядра до некоторого крайнего положения  $Z_{\text{кр}}$ , определяемого выражением (П6.7). Естественно, этот процесс периодически повторяется. Волны де-Бройля, создаваемые движением электрона, существуют в ограниченном пространстве и не излучаются вовне. Точнее сказать, электрон излучает всегда, но посланное излучение возвращается к нему обратно. В этом состоит секрет стационарности боровских орбит. Конечно, при определенных условиях отрыв и уход волн от электрона возможен, но этот процесс уже не будет стационарным и требует отдельного исследования.

Теперь рассмотрим физический подход к условиям квантования энергии атома водорода. Пребывающий на боровской орбите электрон находится в потенциальной яме, ширина которой равна длине волны де-Бройля. Если квантовое отклонение электрона от классической координаты обозначить через  $\xi$ , то, поскольку эти отклонения носят колебательный характер, их частота должна равняться частоте колебаний стоячих  $\varphi$ -волн или быть кратной ей

$$\frac{\omega_{\text{кв}} \xi}{\omega_{\text{кл}}} = \frac{\omega_{\text{кв}} \varphi \cdot n}{\omega_{\text{кл}}} = m, \quad (\text{П6.15})$$

где  $m$  — целое число. Отсюда получаем условие стационарности траекторий (аналогичное условию замкнутости траекторий в ВКМ)

$$\frac{\omega_{\text{кв}} \varphi}{\omega_{\text{кл}}} = \frac{m}{n}. \quad (\text{П6.16})$$

В частности, при  $\omega_{\text{кв}} \varphi = \omega_{\text{кв}} \xi$ ,  $\omega_{\text{кв}} \varphi / \omega_{\text{кл}} = k$ , где  $k = 1, 2, 3, \dots$  (П6.17)

В другом простом случае

$$\omega_{\text{кв}} \varphi / \omega_{\text{кл}} = k + 1/2, \quad \text{где } k = 0, 1, 2, \dots \quad (\text{П6.18})$$

Критерием правильности выбора условий квантования является устойчивость соответствующего квантового движения. Поэтому условие квантования для безмоментных (прямолинейных) систем оказывается особенно простым: берем отношение квантовой частоты

$$\nu_{\text{кв}} = m \int \nu dx / h \int dx / \nu \quad (\text{П6.19})$$

к частоте классического движения

$$\omega_{\text{кл}} = 1/2 \int dx / \nu. \quad (\text{П6.20})$$

Для выделенных случаев (П6.17) и (П6.18) должно быть

$$\nu_{\text{кв}} / \nu_{\text{кл}} = \frac{2m \int \nu dx}{h} = n \quad (\text{или } n + 1/2), \quad (\text{П6.21})$$

или, иначе

$$2 \int p dx = \oint p dx = nh \quad (\text{или } (n+1/2)h). \quad (\text{П6.22})$$

Полученные условия по форме совпадают с известными условиями Бора для квантовых орбит. Однако Бор эти условия ввел как постулаты, он не связывал их ни с какими физическими представлениями, тем более, с квантовыми  $\psi$ -волнами. Кроме того, им с самого начала исключался случай радиального движения электрона, т.е.  $S$ -состояния. Отметим также, что наши условия квантования допускают не только целые значения квантовых чисел, но и дробные.

Правильность выбора конкретного закона кратности окончательно определится анализом полного квантового движения частиц системы, его стабильностью и согласованностью с классическим движением в пространстве и времени.

Классическое движение электрона в невращательном  $S$ -состоянии описывается уравнением Ньютона

$$m d^2 z / dt^2 = -q^2 / 4\pi \epsilon_0 z^2. \quad (\text{П6.23})$$

Первый интеграл этого уравнения будет иметь вид

$$\frac{dz}{dt} = \pm 1 / \sqrt{-\frac{2E}{m}} \cdot \sqrt{-1 - \frac{q^2}{4\pi \epsilon_0 E z}}. \quad (\text{П6.24})$$

После второго интегрирования получим /II/

$$t = \frac{\sqrt{-1 - q^2 / 4\pi \epsilon_0 E z}}{\sqrt{-2E/m}} - \frac{q^2}{4\pi \epsilon_0 E \sqrt{-2E/m}} \arctg \sqrt{-1 - \frac{q^2}{4\pi \epsilon_0 E z}}. \quad (\text{П6.25})$$

Используя обозначения (П6.7), это уравнение можно упростить

$$-\frac{4\pi \epsilon_0 E}{q^2} \sqrt{-\frac{2Et}{m}} = \frac{z}{z_{kp}} \sqrt{\frac{z_{kp}}{z}} - 1 + \arctg \sqrt{\frac{z_{kp}}{z}} - 1. \quad (\text{П6.26})$$

Начало отсчета времени ( $t=0$ ) возьмем при  $z = z_{kp}$ . Полный период классического движения  $T_{кл}$  будет равен сумме времени падения электрона на ядро и его отскока. Отсюда

$$T_{кл} = -q^2 / 4\pi \epsilon_0 E \sqrt{-2E/m}, \quad \text{или } \omega_{кл} = \frac{2\pi}{T} = -\frac{8\pi \epsilon_0 E}{q^2} \sqrt{-\frac{2E}{m}}. \quad (\text{П6.27})$$

Полученное значение сравним с частотой квантового движения электрона-средней частотой волны де-Бройля

$$\omega_{кв} = 2\pi m v^2 / h = -4\pi E / h, \quad (\text{П6.28})$$

где  $E = mv^2/2$  — кинетическая энергия электрона на орбите.

Орбита электрона будет устойчивой только в том случае, если  $\omega_{кл}$  и  $\omega_{кв}$  будут кратными друг другу

$$\frac{\omega_{кв}}{\omega_{кл}} = -\frac{q^2}{2h\epsilon_0 \sqrt{-2E/m}} = n, \quad \text{где } n = 1, 2, 3, \dots \quad (\text{П6.29})$$

Из (П6.29) получаем выражение для уровней энергии атома водорода

$$E_n = -mq^4 / 8h^2 \epsilon_0^2 n^2, \quad (\text{П6.30})$$

которое, естественно, совпадает с (П6.13).

Теперь перейдем к анализу вращательных ( $\ell$ -) состояний атома водорода. Для них классическими траекториями будут эллипсы, задаваемые решениями волнового уравнения для скалярной  $\psi$ -функции. Это уравнение с выделенным временным множителем имеет вид /II/

$$\frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} + \frac{2}{z} \frac{\partial \psi}{\partial z} + \frac{1}{z^2} \left[ \frac{1}{\sin \theta} \frac{\partial}{\partial \theta} \left( \sin \theta \frac{\partial \psi}{\partial \theta} \right) + \frac{1}{\sin^2 \theta} \frac{\partial^2 \psi}{\partial \varphi^2} \right] + \frac{\omega_{кв}^2}{v^2} \psi = 0. \quad (\text{П6.31})$$

Подробное решение этого уравнения проведено в /II/, где показано, что все хрестоматийные задачи квантовой механики корректно решаются и интерпретируются с помощью механики классической. Это значит, что в действительности микромир не является вероятностным и большинство виртуальных квантовомеханических процессов вполне реальны. Из этого вытекает вывод о том, что в микромире существуют объективно определяемые эталоны физических величин, в отличие от макромира, где значительная часть эталонов выбрана искусственно.

Для нахождения квантовых уровней энергий  $\ell$ -состояний обратимся к уже использованному критерию устойчивости атомных орбит. Вычислим классический период обращения электрона, беря интегралы вдоль траекторий, которые для  $\ell$ -состояний будут эллипсами с ради-

$$z_1 = -\frac{q^2}{8\pi \epsilon_0 E} (1 - \epsilon) \quad \text{и} \quad z_2 = -\frac{q^2}{8\pi \epsilon_0 E} (1 + \epsilon). \quad (\text{П6.32})$$

Период обращения электрона по орбите равен

$$T_{кл} = 2 \int_{z_1}^{z_2} \frac{dz}{v} = -\frac{q^2}{4\pi \epsilon_0 E \sqrt{-2E/m}}, \quad (\text{П6.33})$$

где  $\epsilon = \sqrt{1 + 32\pi^2 \epsilon_0^2 P_\phi^2 E / m q^4}$  — эксцентриситет орбиты;

$P_\phi$  — момент импульса электрона на орбите.

Нетрудно видеть, что найденное выражение для  $T_{кл}$  совпадает с (П6.27). Поскольку электрон движется по поверхности эллипсоида, квантовая частота вычисляется по формуле для двумерных траекторий /III/:

$$\nu_{кв} = \frac{m \int v_2 dz + \frac{P_\phi^2}{2} \int \frac{dz}{z^2 v_2}}{h \int \frac{dz}{v_2} + m h \int \frac{dz}{z^2 v_2}}. \quad (\text{П6.34})$$

Из сравнения двух последних выражений можно получить

$$\frac{\nu_{кв}}{\nu_{кл}} = \frac{2m}{h} \int_{z_1}^{z_2} \frac{v_2 dz + \frac{P_\phi^2}{2} \frac{dz}{z^2 v_2}}{v_2} = \frac{2m}{h} \int_{z_1}^{z_2} v_2 dz. \quad (\text{П6.35})$$

Из (Пб.35) видно, что квантовая частота оказывается суммой двух частот: радиальной и вращательной (напомним, что речь идет о средних частотах). Более полный анализ, проведенный в /II/, показывает, что отношение частот  $\nu_{KB}/\nu_{KL}$  зависит только от полной энергии  $E$  и не зависит от момента импульса  $P_\varphi$ . Требование кратности  $\omega_{KL}$  и  $\omega_{KB}$  определяет условия квантования энергии:

$$\frac{\nu_{KB}}{\nu_{KL}} = -\frac{m}{h} \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 E} \sqrt{\frac{2E}{m}} = n, \quad (\text{Пб.36})$$

откуда

$$E = -mq^4/8h^2\epsilon_0^2 n^2, \text{ где } n=1,2,3.. \quad (\text{Пб.37})$$

Из сравнения полученного результата с (Пб.30) следует, что вращательные и невращательные уровни атома водорода по энергиям оказались одинаковыми, т.е. они вырождены по  $\ell$ . Это обусловлено тем, что для кулоновского закона сил все траектории финитных движений будут замкнуты. Мы опускаем рассмотрение условий квантования орбит по  $\ell$ , поскольку этот вопрос подробно рассмотрен в /II/.

Полученные результаты позволяют рассчитать спектр атома водорода. Но вне нашего рассмотрения оказалась динамика процесса перехода электрона с одной орбиты на другую, т.е. сам механизм поглощения или испускания фотона.

Процесс излучения несомненно будет переходным нестационарным процессом, который для автоколебательной квантовой механики (АКМ), исследующей физическую сущность явления, представляет несравненно большую трудность для исследования, чем для ВКМ, которая просто трактует их как стационарные статистические процессы. Следуя духу АКМ, мы должны рассматривать конкретный механизм переходного процесса в реальном микроскопическом объекте. Ввиду наличия значительных математических трудностей нам придется несколько упрощать картину, не поступаясь, однако, сущностью явления.

Как мы установили, ЭЧ непрерывно обменивается энергией со своим "квантовым пузырем". Этот стационарный процесс может быть нарушен внешним возмущением, искажающим фазовые соотношения между классическим движением ЭЧ и квантовой стоячей волной (КСВ). Только тогда начнется переходный процесс, приводящий к установлению нового стационарного состояния с другим уровнем энергии (и сопровождающийся испусканием или поглощением фотона), или заканчивающийся возвращением системы в исходное состояние. Но в любом случае этот переходный процесс будет иметь конечную длительность.

В стационарных процессах "квантовое торможение" могло доводить

ЭЧ до нулевой скорости (пусть только на мгновение), так как затем энергия регулярно возвращается обратно к частице. Для нестационарного процесса скорость ЭЧ не может уменьшиться до нуля, так как в этом случае отдача энергии безвозвратна. Но если, имея меньшую скорость, частица получает координату, соответствующую новому устойчивому состоянию системы, она вновь начнет стационарные колебания, но уже на новом, более низком энергетическом уровне. Избыточная же энергия отрывается и уносится в виде фотона. Поскольку отрыв фотона происходит после установления нового резонанса, вопрос о том, почему квант "знает", куда должен попасть электрон, решается сам собой. Справедлив и обратный процесс, поскольку классическое движение ЭЧ сопровождается не только "квантовым торможением", но и "квантовым ускорением" (см. раздел 2.3). В соответствии с этим физика квантовых переходов приобретает черты реального, детерминированного процесса.

Как известно, стационарные боровские орбиты неизлучательны, что говорит о наличии динамического равновесия между электроном и излучением, заполняющим "квантовый пузырь" орбиты. Взаимодействуя с фотоном, принимая его кинетическую энергию, электрон получает возможность удалиться от ядра. Если его траектория пересечет вышележащую орбиту с параметрами, обеспечивающими возможность стационарного резонансного обмена энергией между электроном и новым "квантовым пузырем", и если орбита окажется свободна, т.е. ее "пузырь" не будет заполнен излучением другого электрона, то электрон занимает ее, стационарно переходя на новый, возбужденный уровень. В противном случае фотон покидает поглотивший его электрон (переизлучение) и распространяется дальше.

Рассмотрим нестационарный процесс перехода электрона на нижележащий уровень с испусканием фотона (обратный описанному выше). Он начинается с движения электрона по направлению к ядру, причем взаимодействие классического и квантового движений обеспечивают постоянство (хотя бы и в первом приближении) скорости и кинетической энергии электрона при одновременной убыли потенциальной (Родинов Б.Н. в /II/ употребил термин "кулоновское трение"). Пусть в начальный момент перехода (после нарушения стационарного режима) электрон имел сферические координаты  $r$  и  $\varphi$  и находился на эллиптической орбите с соответствующим уровнем энергии. Кулоновская сила

$$F = -q^2/4\pi\epsilon_0 r^2 = m d(dr/dt)/dt, \quad (\text{Пб.38})$$

действующая на электрон, направлена по  $z$  в сторону ядра. По направлению  $\varphi$  классические силы не действуют. Координата электрона  $z$  будет изменяться по закону (см. также (2.49))

$$z^* = z_{кл} + \xi z = v_z t, \quad \text{где } v_z = \text{const.} \quad (\text{П6.39})$$

Реакция среды ЭВ на квантовое движение электрона будет проявляться уже по всем направлениям (ввиду сферической симметрии хаотического блуждания ЭЧ по КП), в том числе и по азимуту  $\varphi$

$$d[z(d\varphi/dt)]/dt = -q^2/4\pi\epsilon_0 m z^2. \quad (\text{П6.40})$$

Интегрируя это уравнение, получаем

$$z \frac{d\varphi}{dt} \Big|_{t_0}^t = - \int_{t_0}^t \frac{q^2 dt}{4\pi\epsilon_0 m z^2}. \quad (\text{П6.41})$$

Поскольку  $v_z = \text{const}$ , координата  $z$  линейно зависит от времени

$$z = v_z t + \beta, \quad \text{где } \beta = \text{const.} \quad (\text{П6.42})$$

В этом случае (П6.41) принимает вид

$$z \dot{\varphi} \Big|_{t_0}^t = \frac{q^2}{4\pi m \epsilon_0} \cdot \frac{1}{v_z t + \beta} \Big|_{t_0}^t, \quad (\text{П6.43})$$

и, после подстановки пределов интегрирования

$$z \dot{\varphi} - (z \dot{\varphi})_0 = \frac{q^2}{4\pi m \epsilon_0 v_z} \left[ \frac{1}{v_z t + \beta} - \frac{1}{v_z t_0 + \beta} \right]. \quad (\text{П6.44})$$

В процессе перехода электрона с одной орбиты на другую его вращательный момент будет переменным, поскольку меняются  $z$ , и  $z \dot{\varphi}$ :

$$P_\varphi = m(v_z t + \beta) \left[ (z \dot{\varphi})_0 - \frac{q^2}{4\pi m \epsilon_0 v_z (v_z t_0 + \beta)} \right] + \frac{q^2}{4\pi \epsilon_0 v_z}. \quad (\text{П6.45})$$

Суммарная энергия электрона состоит из кинетической, вращательной и потенциальной кулоновской:

$$E = \frac{m v_z^2}{2} + \frac{P_\varphi^2}{2m(v_z t + \beta)^2} - \frac{q^2}{4\pi \epsilon_0 (v_z t + \beta)}, \quad (\text{П6.46})$$

откуда для моментов начала и конца перехода получим:

$$E_H = m v_z^2/2 + P_{\varphi H}^2/2m(v_z t_0 + \beta)^2 - q^2/4\pi \epsilon_0 (v_z t_0 + \beta);$$

$$E_K = m v_z^2/2 + P_{\varphi K}^2/2m(v_z t_K + \beta)^2 - q^2/4\pi \epsilon_0 (v_z t_K + \beta);$$

$$P_{\varphi H} = m(v_z t_0 + \beta)(z \dot{\varphi})_0; \quad (\text{П6.47})$$

$$P_{\varphi K} = (v_z t_K + \beta) \left[ \frac{P_{\varphi H}}{v_z t_0 + \beta} - \frac{q^2}{4\pi \epsilon_0 v_z (v_z t_0 + \beta)} \right] + \frac{q^2}{4\pi \epsilon_0 v_z}.$$

Итак, если мы знаем  $E_H$ ,  $E_K$ ,  $P_{\varphi H}$ ,  $P_{\varphi K}$  — начальные и конечные параметры состояния электрона на орбитах, то мы можем найти  $v_z, \beta$ .

$t_0$  и  $t_K$  — динамические параметры, определяющие траекторию перехода электрона между орбитами. Отсюда следует, что процесс перехода может реализоваться только единственным образом, а реальный разброс детерминированных траекторий определяется квантовыми сдвигами  $\xi_z$  и  $\xi_\varphi$ .

В качестве примера рассмотрим случай перехода электрона в основное состояние (линия Лаймана, 121,6 нм). При этом  $E = E_2 (n=2, \ell=1)$ ,  $E_i = E_1 (n=1, \ell=0)$ . В цифрах это соответствует:  $E = -5,45 \cdot 10^{-19}$  Дж,  $E_K = -2,18 \cdot 10^{-18}$  Дж,  $P_{\varphi H} = \hbar \sqrt{2}$  (полный орбитальный момент электрона, а не его проекция на выделенное направление),  $P_{\varphi K} = 0$ . Все остальные величины, входящие в (П6.47), известны. Решая эту систему уравнений получаем:  $v_z = 10^6$  м/с,  $\beta = 1,438 \cdot 10^{-10}$  м,  $t_K = 5,68 \cdot 10^{-17}$  с при  $t_0 = 0$ . Для оценки "правдоподобности" результатов проверим выполнимость соотношения неопределенностей: поскольку  $\Delta E = E_H - E_K = 1,635 \cdot 10^{-18}$  Дж и  $\Delta t = t_K - t_0 = 5,68 \cdot 10^{-17}$  с, то  $\Delta E \cdot \Delta t = 0,93 \cdot 10^{-34}$  Дж·с  $\leq \hbar$ .

Далее можно рассчитать траекторию межорбитального перехода электрона. Нам известно, что  $v_z = \beta = 1,438 \cdot 10^{-10}$  м и  $z_K = v_z t_K + \beta = 0,87 \cdot 10^{-10}$  м. Эксцентриситет исходной орбиты найдем по (П6.33), подставляя  $E = E_H$  и  $P_\varphi = P_{\varphi H}$ ; получим  $\epsilon = 0,71$ . Затем по (П6.32) найдем радиус орбиты  $z_{\text{max}} = 3,62 \cdot 10^{-10}$  м и  $z_{\text{min}} = 0,627 \cdot 10^{-10}$  м. Конечным участком траектории будет прямая линия, идущая по радиусу на ядро, для которой по (П6.4)  $z_{\text{max}} = 1,06 \cdot 10^{-10}$  м и  $z_{\text{min}} = 0$ . Текущую координату  $\varphi$  находим из (П6.45), задавая  $t_0 = 0$ :

$$\dot{\varphi} = \frac{1}{m(v_z t + \beta)} \left[ \frac{P_{\varphi H}}{\beta} - \frac{q^2}{4\pi \epsilon_0 \beta v_z} \right] + \frac{q^2}{4\pi \epsilon_0 v_z m(v_z t + \beta)^2}, \quad (\text{П6.48})$$

из которого после интегрирования получаем

$$\varphi = \frac{1}{v_z} \left[ \frac{P_{\varphi H}}{\beta} - \frac{q^2}{4\pi \epsilon_0 \beta v_z} \right] \ln \frac{v_z t + \beta}{\beta} - \frac{q^2}{4\pi m \epsilon_0 v_z^2} \left[ \frac{1}{v_z t + \beta} - \frac{1}{\beta} \right]. \quad (\text{П6.49})$$

Траектория электрона, определяемая текущими координатами  $z$  и  $\varphi$ , рассчитывается по (П6.49) и (П6.42). Результаты расчета приведены на рис. П6.1, где:

1. Исходная эллиптическая орбита электрона ( $n=2, \ell=1$ );
  - 2,3. Полуоси эллипса  $z_{\text{max}}$  и  $z_{\text{min}}$ ;
  4. Конечная прямолинейная орбита электрона ( $n=1, \ell=0$ );
  5. Траектория перехода электрона с одной орбиты на другую;
- $t_0 = 0$  — момент начала переходного процесса,  $t_K$  — момент его завершения.

Как видно из рисунка, во время переходного процесса электрон движется по спирали, уменьшая запас потенциальной энергии от  $E_2 = E_H$



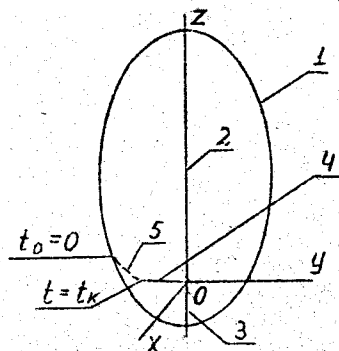


Рис. Пб.1. Траектория перехода электрона с одной орбиты на другую

до  $E_1 = E_K$ . Одновременно уменьшается его момент количества движения от  $P_{K1} = \hbar\sqrt{2}$  до  $P_{K2} = 0$ . Этот момент приобретает излучаемый фотон, уносящий спин  $S=1$ . Становится понятным, почему электрон "знает" свою будущую орбиту; он поочередно "пробует" все нижележащие орбиты, останавливаясь на той, параметры которой позволяют ему сформировать резонансный "квантовый пузырь".

Изложим некоторые соображения по поводу ширины спектральной линии излучения, естественно, руководствуясь не формальным соотношением Гейзеберга, а физической сутью рассматриваемого явления. В рассмотренном примере длительность переходного процесса оказалась равной  $t_K = 5,68 \cdot 10^{-17}$  с. При длительности кванта времени  $\tau = \hbar/mc^2 = 1,29 \cdot 10^{-21}$  с, электрон, двигаясь по переходной траектории, проходит  $N$  КП, где  $N = t_K mc^2/\hbar = 4,4 \cdot 10^4$ . Период излученного фотона ( $\lambda_\phi = 121,6$  нм) равен  $T_\phi = \lambda_\phi/c = 4,05 \cdot 10^{-16}$  с; за это время фотон пройдет  $N_\phi$  КП, где  $N_\phi = T_\phi/\tau = 3,15 \cdot 10^5$ . Отношение  $N_\phi/N = 7,15$ . Это, очевидно, говорит о том, что фотон излучается не в своем стационарном, а в "компактифицированном" виде, расширяясь по мере ухода в "дальнюю зону" от излучателя. Процессы, сопровождающие расширение фотона, мы исследуем после рассмотрения его структуры.

На этом же пути длиной в  $N$  КП фотон "собирает" свою энергию  $E_\phi = \Delta E = E_K - E_1 = 1,635 \cdot 10^{-18}$  Дж, равно как длительность переходного процесса  $t$  суммируется из элементарных интервалов времени  $\tau$ . Усредненная порция энергии, получаемой фотоном за время  $\tau$  оказывается равной  $E_\phi/N = 3,7 \cdot 10^{-23}$  Дж. Эти "порции" суммируются между собой, поскольку несут доли момента импульса, направленного перпендикулярно начальной орбите электрона и спирали переходного процесса. Так что по нашему представлению, причиной естественной ширины спектральной линии является хаотическое движение самих КП. Эта же причина опреде-

ляет угол расходимости светового луча по мере его распространения, т.к. приводит к ломанности траектории фотона. Хаотичность движения КП объясняет дифракцию волн как "эффект поперечной диффузии лучевой амплитуды из одних лучевых трубок в смежные по фронтам распространения волн" /29/. Коэффициент диффузии при этом получается минимален и равен  $D_i = c\lambda_\phi/c/4\pi$ .

Так как собираемое фотоном излучение направлено в одну сторону, оно не входит в состав сферической волны "квантового пузыря". Электрическое поле этой волны неизменно и для него не существует понятия периода прерывистости; оно не задерживается стенками "пузыря". Порции энергии фотона образуют электрические и магнитные колебания, которые в соседних КП сдвинуты на угол  $2\pi/N_\phi$ ; в сумме они определяют круговую поляризацию и единичный спин фотона. Если же момент импульса электрона на начальной и конечной орбитах одинаков, то излучается фотон с линейной поляризацией, обладающий нулевой спиральностью, т.е.  $S=0$ . Так что осциллятор-ротатор фотона с полным вращательным моментом  $\hbar\sqrt{3}$  образует квантовые модификации  $\hbar$ ;  $0$ ;  $-\hbar$ .

При  $m_0 = 0$  уравнение поля вектор-потенциала  $\vec{A}$ , описывающего распространение фотона вдоль оси X, имеет вид уравнения Максвелла

$$\partial^2 \vec{A} / \partial x^2 = (1/c^2) \partial^2 \vec{A} / \partial t^2, \quad (\text{Пб.50})$$

решением которого является плоская волна с вектор-потенциалом

$$\vec{A} = \vec{A}_0 \cos \omega_{KB} (t - x/c), \quad \text{где } \omega_{KB} = mc^2/\hbar. \quad (\text{Пб.51})$$

Эта волна создается боковыми смещениями изгиба ВТ фотона. Волны смещения среды ФВ уходят от ВТ и возвращаются к ней (в плоскости, ортогональной ее направлению) с бесконечной скоростью, образуя плоскую волну, которая вдоль оси ВТ движется со скоростью света  $c$ . Поля этой волны определяются через вектор-потенциал обычным образом:

$$\vec{H} = \text{rot } \vec{A}; \quad \vec{E} = (1/c) \partial \vec{A} / \partial t. \quad (\text{Пб.52})$$



## КВАНТОВАННОЕ ПРОСТРАНСТВО И АТОМ БОРА

## Алгоритм изложения

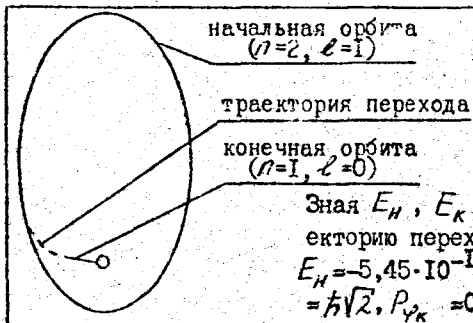
ВКМ не рассматривает физические процессы. Результаты, вытекающие из  $U$ -уравнения известны. Анализируем  $\mathcal{U}$ -уравнение.

Невращательные  $\mathcal{S}$ -состояния ( $\ell=0$ ).  
Уравнение траектории, усреднение  $\mathcal{U}$  и  $\lambda_B$ , упрощение уравнения.

Вращательные  $\mathcal{L}$ -состояния ( $\ell \neq 0$ )  
Траектория-эллипс:  $Z_{1,2} = Z_E(1 \pm \varepsilon)$ ,  
 $\xi = \sqrt{1 + 32 \pi^2 \varepsilon_0^2 P_\varphi^2 E / m q^4}$ ,  
 $Z_E, E, \omega_{K\ell} = f(n) \neq f(\ell)$ ,  $P_\varphi = \ell \hbar \sqrt{2}$ .

Без использования постулатов ВКМ  
расчитан спектр атома водорода  
Интерпретация результатов  
 $\oplus$   
 $Z_{min}=0$   $Z_{cp}=Z_E$   $Z_{max}=\xi/4\pi\varepsilon_0 E$   
Электрон излучает постоянно, но  
энергия возвращается к нему  
("квантовый пузырь").

Орбита устойчива, если  $\omega_{K\ell}/\omega_{K0} =$   
 $= -q^2/2\hbar\varepsilon_0 \sqrt{-2E/m} = n=1,2,3...$



Зная  $E_n, E_k, P_{\varphi n}, P_{\varphi k}$ , можно рассчитать траекторию перехода. Для линии Лаймана 121,6 нм  $E_n = -5,45 \cdot 10^{-19}$  Дж,  $E_k = -2,18 \cdot 10^{-18}$  Дж,  $P_{\varphi n} = \hbar \sqrt{2}$ ,  $P_{\varphi k} = 0$ ; время перехода  $t_k = 5,68 \cdot 10^{-17}$  с.

Родившийся фотон собирает энергию и расширяется по мере ухода в "дальнюю зону".

Собранное излучение односторонне  
и не образует "пузыря".

Естественная ширина спектральной линии и расходимость луча определяются ХБ КП.

## СПИСОК БИБЛИОГРАФИЧЕСКИХ ИСТОЧНИКОВ

49. Чертов А.Г. Физические величины (терминология, определения, обозначения, размерности, единицы): Справ. пособие. -М.: Высш. шк., 1990. -335с.
50. Сухотин А.К. Превратности научных идей. -М.: Мол. гвардия, 1991. -271с.
51. Граммель Р. Гироскоп, его теория и применение. -М.: ГИТТЛ, 1952. -264с.
52. Физический энциклопедический словарь, Т.1-5. -М.: Сов. энциклопедия, 1960-1966.
53. Михайлин В.В. Синхротронное излучение. -М.: Знание, 1988. -64с.
54. Николаев Г.В. Системы уравнений для вихревых электрических полей равномерно и ускоренно движущегося заряда//Известия ВУЗов, Физика. -1980.-#9.-С.126. Деп. ВИНТИ №2665-80.
55. Николаев Г.В. Система уравнений для градиентных электрических полей движущегося заряда//Известия ВУЗов, Физика. -1980.-#9.-С.126. Деп. ВИНТИ №2666-80.
56. Давит Г.Б. Таблицы интегралов и другие математические формулы. -М.: Наука, 1964. -228с.
57. Гузюкин П.Г. Принцип независимости действия магнитных полей (ПНДМП)/в сб. Прикладные и теоретические вопросы нетрадиционной энергетики. -Л.: ЛДНТП, 1990. -136с.
58. Логунов А.А. Лекции по теории относительности и гравитации: Современный анализ проблемы. -М.: Наука, 1987. -272с.
59. Станюкович К.П. Гравитационное поле и элементарные частицы. -М.: Наука, 1965. -311с.
60. Денисов В.И., Логунов А.А. Новый механизм освобождения энергии в астрофизических объектах. Препринт П-0206, -М.: Изд-во МГУ, 1981. -14с.
61. Герценштейн М.Е., Станюкович К.П., Айвазян Ю.М. О природе пульсаров//Проблемы исследования Вселенной: Сб. Ленингр. отд. ВАГО, вып. 1/Отв. ред. К.Ф.Огородников. -Л.: 1973. -С.56-64.
62. Новиков И.Д. Как взорвалась Вселенная. -М.: Наука, 1988. -176с.
63. Терлецкий Я.П. Положительные, отрицательные и мнимые массы /В сб. Труды по теории поля. Ч.II. Космология, гравитация и электродинамика. -М.: Изд-во МГУ, 1965. -С.148-157.
64. Новый метод измерения постоянной Хаббла//природа, -1986,-#8, -С.110.

65. Вейнберг С. Гравитация и космология. -М.: Мир, 1975. -232с.  
 66. Бриллюэн Л. Новый взгляд на теорию относительности. -М.: Мир, 1972. -158с.  
 67. Holt A.C. Prospects for a Breakthrough in Field Dependent Propulsion. AIAA Pap., 80-1233, 1980.  
 68. Уоллес Б.Дж. Проблема пространства и времени в современной физике//Проблемы исследования Вселенной. Томский научный центр СО АН СССР, вып. 14/Отв. ред. В.В.Чешев. -Томск: 1990. -С.258-267.  
 69. Козырев Н.А., Насонов В.В. О некоторых свойствах времени, обнаруженных посредством астрономических наблюдений//Проблемы исследования Вселенной: Сб. ВАГО АН СССР, вып. 9/Отв. ред. А.А.Ефимов. -М.-Л.: 1980. С.76-84.  
 70. Козырев Н.А. О воздействии времени на вещество//Проблемы исследования Вселенной: Сб. ВАГО АН СССР, вып. 11/Отв. ред. А.А.Ефимов. -Л.: 1985. С.82-91.  
 71. Наумов А.И. Физика атомного ядра и элементарных частиц: Учеб. пособие для студентов пед. ин-тов по физ. спец. -М.: Просвещение, 1984. -384с.  
 72. Докучаев В.И. Теоретическое исследование и интерпретация вопросов, связанных с движением электромагнитной энергии. Кандидатская диссертация. Московский областной педагогический институт. -М.: 1970. -140с.

## С О Д Е Р Ж А Н И Е

От авторов.....	3
Глава 5. Электромагнитные явления (продолжение)	
5.1. Новая система единиц измерений и расчет параметров среды физического вакуума.....	7
5.2. Структура и параметры электрона.....	17
5.3. Электродинамика движущихся тел.....	26
Глава 6. Гравитационные взаимодействия	
6.1. Пространственно-временные соотношения.....	40
6.2. Физическая сущность гравитации.....	42
Глава 7. Инерциальное поле и гравиинерциальные явления	
7.1. Гравиинерциальное поле. Физическая сущность и математическое описание.....	55
7.2. Физическая сущность законов Ньютона.....	61
Глава 8. Структура элементарных частиц и квантование пространства физического вакуума	
8.1. Виртуальные электрон-позитронные пары, нулевые осцилляторы.....	66
8.2. Структура протона.....	68
8.3. Структура нейтрона.....	70
8.4. Нейтрино.....	72
Приложение 4. Физический вакуум: электронный?, протонный?, или какой-нибудь другой?.....	75
Приложение 5. Квантовая механика и дискретность среды физического вакуума.....	77
Приложение 6. Квантованное пространство и атом Бора.....	85
Список библиографических источников.....	97

Подписано к печати 15.05.93 г. Формат 60х84 1/16 Бумага писчая.  
 Печать офсетная. Усл.п.л. 5,8. Уч.изд.л.5,2. Заказ 616, тираж 500.  
 Ретайп. Офсетная лаборатория Ульяновского политехнического института. 432600, Ульяновск, ул. Энгельса, 3.