

Л. Б. Болдырева

**ЧТО ДАЕТ ФИЗИКЕ
НАДЕЛЕНИЕ
ФИЗИЧЕСКОГО
ВАКУУМА
СВОЙСТВАМИ
СВЕРХТЕКУЧЕГО
 $^3\text{He-V}$**

*Тлатон мне друг,
но истина дороже
Аристотель*



URSS

Л. Б. Болдырева

**ЧТО ДАЕТ ФИЗИКЕ
НАДЕЛЕНИЕ
ФИЗИЧЕСКОГО ВАКУУМА
СВОЙСТВАМИ
СВЕРХТЕКУЧЕГО ^3He -В**



URSS

МОСКВА

Болдырева Людмила Борисовна

**Что дает физике наделение физического вакуума свойствами
сверхтекучего $^3\text{He-V}$. — М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2012. — 120 с.
(Relata Refero.)**

В настоящей книге показано, что, наделяя физический вакуум свойствами сверхтекучего $^3\text{He-V}$, можно описать такие физические явления, как излучение, распространение и поглощение света, волновые свойства материи, взаимодействие квантовых частиц с электрическими полями, сверхпроводимость, магнетизм, а также действие сверхмалых доз биологически активных веществ на биологические объекты.

Издательство «Книжный дом «ЛИБРОКОМ».

117335, Москва, Нахимовский пр-т, 56.

Формат 60×90/16. Печ. л. 7,5. Зак. № ЖЛ-26.

Отпечатано в ООО «ЛЕНАНД».

117312, Москва, пр-т Шестидесятилетия Октября, 11А, стр. 11.

ISBN 978-5-397-02325-2

© Л. Б. Болдырева, 2011

© Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2011



10874 ID 155098



Все права защищены. Никакая часть настоящей книги не может быть воспроизведена или передана в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами, будь то электронные или механические, включая фотокопирование и запись на магнитный носитель, а также размещение в Интернете, если на то нет письменного разрешения владельцев.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ОТ ИЗДАТЕЛЬСТВА	4
ВВЕДЕНИЕ	4
Список сокращений	9
Глава 1. Свойства сверхтекучего $^3\text{He-B}$, положенные в основу модели сверхтекучего физического вакуума	10
Глава 2. Вихре-волновой процесс в сверхтекучем физическом вакууме	15
Глава 3. Волны материи	24
Глава 4. Вывод формул для описания эффекта Доплера и результатов опыта Физо. Постулат о постоянстве скорости света	32
4.1. Эмиссионная теория Ритца	32
4.2. Эффект Доплера для света	33
4.3. Прохождение света через движущуюся среду. Опыт Физо	40
Глава 5. Электрический дипольный момент, связанный с волнами материи квантовых объектов	44
Глава 6. Сверхпроводимость	64
6.1. Электрический дипольный момент, создаваемый куперовской парой	64
6.2. Образование куперовской пары	70
Глава 7. Магнетизм	74
Глава 8. Взаимодействие объектов в физическом вакууме посредством сверхтекучих спиновых токов	82
8.1. Действие сверхмалых доз биологически активных веществ на биологические объекты	83
8.2. О дистанционном воздействии человека на физические системы (психокинез)	96
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	100
Литература	106

ОТ ИЗДАТЕЛЬСТВА

Эта книга продолжает серию «Relata Refero» (дословный перевод — рассказываю рассказанное).

Под этим грифом издательство предоставляет трибуну авторам, чтобы высказать публично новые идеи в науке, обосновать новую точку зрения, донести до общества новую интерпретацию известных экспериментальных данных, etc.

В споре разных точек зрения только вердикт Великого судьи — Времени — может стать решающим и окончательным. Сам же процесс поиска Истины хорошо характеризуется известным высказыванием Аристотеля, вынесенным на обложку настоящей серии: авторитет учителя не должен довлеть над учеником и препятствовать поиску новых путей.

Мы надеемся, что публикуемые в этой серии тексты внесут, несмотря на свое отклонение от установившихся канонов, свой вклад в познание Истины.

ВВЕДЕНИЕ

С середины 20 века стали появляться работы, в которых предлагалась модель физического вакуума, обладающего свойствами сверхтекучей жидкости, состоящей из пар электрически разноименно заряженных частиц – фермионов с нулевым суммарным спином пары [1–3]. Такая модель описывала диэлектрические свойства вакуума и рождение в нём пар электрически разноимённо заряженных частиц (например, электрон-позитрон). Сверхтекучие свойства физического вакуума объясняли бездиссипативное движение небесных тел (например, планет солнечной системы) в космосе. Развитие теории сверхтекучих сред повлияло на создаваемые модели физического вакуума: в частности, стали рассматривать фазовые переходы в вакууме, аналогичные фазовым переходам в сверхтекучем $^3\text{He-B}$ [4–5]. Авторы работ [6–8], базируясь на свойствах

сверхтекучего ^3He , выявили связь физики конденсированных сред с такими областями знания как физика частиц и космология.

В настоящей работе (см. также [9–12]) значительно расширена аналогия между свойствами физического вакуума и свойствами сверхтекучего $^3\text{He-V}$. В основном, это расширение произошло за счёт учёта свойств вихрей, образующихся в сверхтекучем $^3\text{He-V}$: спиновой и электрической поляризации среды в вихрях, инерционных свойств вихрей и сверхтекучих спиновых токов между ними.

В главе 1 данной работы приведены свойства сверхтекучего $^3\text{He-V}$, положенные в основу предлагаемой модели физического вакуума. В дальнейшем физический вакуум с этими свойствами будем называть сверхтекучим физическим вакуумом (СФВ).

В главе 2, исходя из свойств СФВ и на основе модели трёхмерного евклидова пространства и независимого времени, выведены уравнения, описывающие вихре-волновой процесс в СФВ. Эти уравнения можно рассматривать и как уравнения распространения спиново-магнитных возмущений в СФВ (имеются в виду спины частиц, составляющих СФВ, в дальнейшем будем называть их «микрочастицами»). Электрические явления являются сопутствующими в этом процессе. Показано, что уравнения Максвелла, описывающие распространение электрических и магнитных возмущений, являются следствием выведенных уравнений.

В главе 3 показано, что волновые свойства квантовых объектов могут быть связаны с реальным физическим процессом: созданием этими объектами вихрей в СФВ. Согласно свойствам СФВ в этих вихрях происходит прецессия спинов микрочастиц, составляющих СФВ; частота этой прецессии принимается равной частоте волновой функции Шрёдингера квантового объекта. Правомерность принятого постулата доказывается тем, что

на его основе можно объяснить целый ряд экспериментально наблюдаемых явлений: излучение фотона при изменении энергетического состояния атома, взаимодействие фотона с квантовыми объектами, корреляция по фазе нескольких фотонов, эффект Вавилова–Черенкова, «релятивистская» добавка к массе.

Если рассматривать свет как процесс в СФВ, то необходимо решить некоторые проблемы, связанные с введением такого «светоносного эфира», в частности, показать, что экспериментально проверенные кинематические уравнения специальной теории относительности (СТО) можно получить, оставаясь в рамках модели трехмерного евклидова пространства и независимого от него времени. Это выполнено в Главе 4. Показано, что, принимая эмиссионную теорию Ритца, классический закон сложения скоростей и учитывая взаимодействие света с измерительной системой (детектором света) или с прозрачной средой, можно для описания продольного и поперечного эффектов Доплера и для описания результатов опыта Физо получить формулы, совпадающие с высокой степенью точности с аналогичными формулами, полученными в СТО. Показано, что энергия циркулярно-поляризованного фотона при взаимодействии с измерительной системой преобразуется по тем же законам, что и энергия движущегося материального объекта, обладающего внутренними вращениями относительно центра масс. На основе анализа экспериментальных и теоретических данных выдвигается предположение о выравнивании скорости света до значения фундаментальной константы c в тех системах отсчёта, где материальные объекты обладают волновыми свойствами.

Согласно свойствам СФВ имеет место электрическая поляризация СФВ в сердечниках вихрей. Следовательно, если волновые свойства квантовых объектов обусловлены созданием ими вихрей в СФВ, то существует электрический

дипольный момент, связанный с волнами материи квантовых объектов (в работе он называется ЭДМ-ВМ). В главе 5 показано, что, учитывая ЭДМ-ВМ квантовых объектов, можно объяснить ряд физических явлений: спин-орбитальное взаимодействие, нарушение чётности в оптических экспериментах, взаимодействие в вакууме двух незаряженных параллельных металлических пластин (эффект Казимира), изменение размеров системы электрических зарядов, находящейся в равновесии под действием только электростатических сил, после приведения её в движение.

В главе 6 показано, что, учитывая взаимодействие электронов вещества, обусловленное наличием у них ЭДМ-ВМ, можно создать модель возникновения сверхпроводимости. Эта модель позволяет вывести формулу, описывающую экспериментально полученную зависимость критического магнитного поля сверхпроводящего материала от температуры. В рамках модели СФВ образование куперовских пар можно рассматривать как результат спин-спинового взаимодействия микрочастиц (взаимодействие микрочастиц, определяемое взаимной ориентацией их спинов) в объединённом сердечнике вихрей, создаваемых электронами куперовской пары.

Так как, согласно модели СФВ, движение квантовых объектов в СФВ сопровождается образованием вихрей, поток электрически одноимённо заряженных квантовых объектов образует в СФВ вихревую нить. В главе 7 выводится соотношение между циркуляцией вектора скорости, создаваемой вихревой нитью в СФВ, и электрическим током, создающим эту вихревую нить. Приводятся экспериментальные и теоретические данные, обосновывающие связь скорости СФВ с магнитной индукцией.

Глава 8 посвящена вопросам взаимодействия материальных объектов посредством сверхтекучих спиновых токов, возникающих между спиновыми структурами, создаваемыми этими объектами в СФВ. Показано, что посредством таких токов осуществляется действие сверхмалых доз биологически активных веществ и низкоинтенсивного электромагнитного излучения на биологические объекты. Рассмотрена возможность использования модели СФВ для объяснения результатов некоторых экспериментов по дистанционному действию человека (психокинез) на физические системы.

В **Заключении** перечислены основные физические явления, которые можно объяснить, используя модель физического вакуума, наделённого свойствами сверхтекучего $^3\text{He-V}$.

Список сокращений

БАВ – биологически активное вещество

ОПД – однородно-прецессирующий домен

СМД – сверхмалая доза

СТО – специальная теория относительности

СФВ – сверхтекучий физический вакуум

ЦЕРН (CERN) – Европейская лаборатория физики частиц

ЭДМ-ВМ – электрический дипольный момент, связанный с волнами материи

Глава 1. Свойства сверхтекучего $^3\text{He-B}$, положенные в основу модели сверхтекучего физического вакуума

Согласно предлагаемой модели физический вакуум обладает свойствами сверхтекучей жидкости, состоящей из пар электрически разноименно заряженных частиц (в дальнейшем будем называть их «микрочастицами»), имеющих спин. В невозмущенном состоянии суммарный спин пары равен нулю.

Среда с указанными свойствами (назовем ее «сверхтекучим физическим вакуумом» – СФВ) должна быть во многом подобна сверхтекучему $^3\text{He-B}$, атомы которого также имеют ненулевой спин и образуют пары, полный момент количества движения которых (сумма орбитального и спинового моментов количества движения) в «чистом» состоянии равен нулю. Перечислим свойства $^3\text{He-B}$, положенные в основу модели сверхтекучего физического вакуума. (Используемая литература: [13–16] – для свойств 1–12 и [17–25] для свойств 13–15.)

1. В невозмущенном состоянии сверхтекучий $^3\text{He-B}$ является однородной и изотропной средой.
2. В сверхтекучем $^3\text{He-B}$, как и в любой другой сверхтекучей жидкости, отсутствует сдвиговая (линейная) вязкость.
3. В сверхтекучем $^3\text{He-B}$ при вращении образуются квантованные вихревые нити, в которых момент количества движения спаренных атомов ^3He равен $n\hbar$; $\hbar$ – постоянная Планка, $n = 1, 2, \dots$
4. Квантованные вихри, образованные в $^3\text{He-B}$, в стационарном состоянии не диффундируют.
5. Имеет место намагничивание сердечников вихрей вдоль оси вихря, то есть, имеет место спиновая поляризация сверхтекучей жидкости в сердечнике вихря. Это явление свидетельствует о том, что в сверхтекучем $^3\text{He-B}$ действует эффект Барнетта: передача момента количества движения

спаренных атомов ^3He , составляющих вихрь, спинам этих атомов. Процесс этот особенно значителен в сердечнике вихря. Существование эффекта Барнетта в сверхтекучем ^3He -В согласуется и с экспериментально установленным фактом: вихри с противоположно направленными спинами составляющих их атомов характеризуются противоположным направлением циркуляций вектора скорости жидкости.

6. В сверхтекучем ^3He -В могут образовываться вихри, оканчивающиеся внутри жидкости за счет полной передачи момента количества движения спаренных атомов ^3He , составляющих вихрь, орбитальным моментам и спинам этих атомов. Примерами таких вихрей являются вихри типа “hedgehog”.

7. Эксперименты по магнитному резонансу, проведенные с вращающимся сверхтекучим ^3He -В, выявили прецессионное движение спинов атомов ^3He в сердечниках вихрей.

8. Имеет место эффект Эйнштейна–де Гааза (или, иначе, эффект Ричардсона): в случае сверхтекучего ^3He -В – это вращение объема жидкости при намагничивании. Так как намагничивание атомов ^3He означает и их спиновую поляризацию, то эффект Эйнштейна–де Гааза – это вращение объема жидкости если имеет место $\partial S_I / \partial t \neq 0$, где S_I – суммарный спин рассматриваемого объема жидкости.

9. Сердечники вихрей в сверхтекучем ^3He -В являются электрическими диполями, электрический дипольный момент которых может быть направлен вдоль оси вихря.

10. В сердечнике вихря сверхтекучего ^3He -В за счёт ориентации спинов атомов ^3He в одном направлении происходит фазовый переход: образуются сверхпроводящие А фаза или спонтанно ферромагнитная β -фаза. Фазовый переход приводит к изменению инерционных свойств жидкости в сердечнике вихря по сравнению с инерционными свойствами жидкости в остальном объеме.

11. В сверхтекучем $^3\text{He-B}$ скорость жидкости, циркулирующей вокруг осесимметричного сердечника вихря, изменяется с расстоянием r как $1/r$.

12. Относительное движение частиц, составляющих куперовскую пару в сверхтекучем $^3\text{He-B}$, соответствует p -состоянию. В этом состоянии между электрически одноимённо заряженными частицами со спинами, ориентированными вдоль одной прямой, действуют силы притяжения.

13. В сверхтекучем $^3\text{He-B}$ могут существовать области с одинаково ориентированными и когерентно прецессирующими спинами атомов ^3He , так называемые однородно прецессирующие домены (ОПД). ОПД можно характеризовать суммарной величиной прецессирующих спинов S_D , частотой прецессии ω_D , углом прецессии (фазой прецессии) α и углом нутации β (рис. 1.1).

14. В сверхтекучем $^3\text{He-B}$ углы прецессии и нутации прецессирующих спинов атомов являются углами ориентации параметра порядка, и существуют процессы, стремящиеся выравнять как значения углов прецессии, так и углов нутации во всём объёме жидкости. Такими процессами в сверхтекучем $^3\text{He-B}$ являются сверхтекучие спиновые токи. Например, величина сверхтекучего спинового тока в направлении оси z , J_z , определяется как:

$$J_z = -g_1 \frac{\partial \alpha}{\partial z} - g_2 \frac{\partial \beta}{\partial z}, \quad (1.1)$$

где g_1 и g_2 — коэффициенты пропорциональности, зависящие от угла β и свойств сверхтекучей жидкости.

15. В сверхтекучем $^3\text{He-B}$ существует такое явление как проскальзывание фазы прецессии. При некотором значении разности углов прецессии $\Delta\alpha_c$ двух ОПД происходит проскальзывание фазы (сброс фазы) прецессии на величину $2\pi n$ ($n = 1, 2, \dots$). Величине $\Delta\alpha_c$ соответствует критический

сверхтекучий спиновый ток J_c . На рис. 1.2 приведён пример характера зависимости нормированного сверхтекучего спинового тока J/J_c между двумя ОПД с частотами прецессии ω_1 и ω_2 ($\omega_1 \uparrow \uparrow \omega_2$) от гипотетической разности их углов прецессии $\Delta\varphi$, определяемой как $\Delta\varphi = (\omega_1 - \omega_2)t$, где t – время. До значения $\Delta\varphi$, равного $\Delta\alpha_c$, гипотетическая разность равна разности углов прецессии, определяющей сверхтекучий спиновый ток, $\Delta\alpha$, то есть, $\Delta\varphi = \Delta\alpha$. Изменению сверхтекучего спинового тока в процессе проскальзывания фазы соответствует кривая $a-b$, сброс фазы происходит на величину 2π , $\Delta\alpha_c = \pi$.

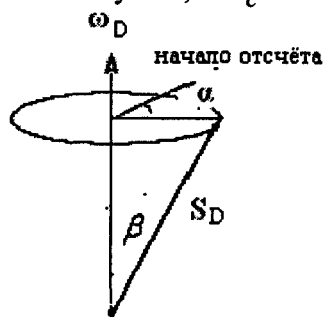


Рис. 1.1.

Характеристики ОПД: S_D – суммарный спин атомов, составляющих ОПД, ω_D – частота прецессии, α – угол прецессии, β – угол нутации.

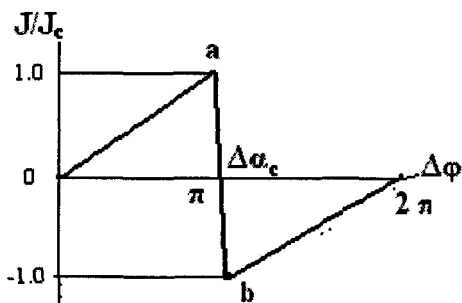


Рис. 1.2.

Зависимость нормированного сверхтекучего спинового тока J/J_c от гипотетической разности фаз (углов) прецессии $\Delta\varphi$. Сброс фазы показан линией $a-b$ и происходит на величину 2π при $\Delta\alpha_c = \pi$. До $\Delta\varphi = \Delta\alpha_c$ имеет место $\Delta\varphi = \Delta\alpha$.

Как следует из приведённой зависимости, спиновый ток J вне области проскальзывания фазы можно считать пропорциональным $\Delta\alpha$:

$$J = k_j \Delta \alpha, \quad (1.2)$$

где k_j – коэффициент пропорциональности.

В последующих главах перечисленные в этой главе свойства сверхтекучего $^3\text{He-B}$ рассматриваются как свойства сверхтекучего физического вакуума (СФВ). При этом подобно тому, как сверхтекучий $^3\text{He-B}$ состоит из атомов ^3He , СФВ состоит из микрочастиц.

Глава 2. Вихре-волновой процесс в сверхтекучем физическом вакууме

Так как свойства СФВ подобны свойствам сверхтекучей жидкости $^3\text{He-B}$, то согласно свойствам 1-5 и 8 (глава 1) динамика СФВ в нестационарном случае в завихрённой области может быть описана моделью идеальной спиновой жидкости, то есть, жидкости, в которой отсутствует сдвиговая (линейная) вязкость и имеются внутренние степени свободы, характеризующиеся вектором $\mathbf{A}$ суммарного спина бесконечно малого элемента объёма жидкости и вращательной вязкостью. Вращательная вязкость обуславливает передачу макровращений в жидкости микровращениям и наоборот.

Уравнение движения жидкости, если пренебречь потоком импульса через границу, можно записать в виде [26]:

$$\rho \frac{\partial \mathbf{u}}{\partial t} = (\nabla_i P_{ji}) \exists_j, \quad (2.1)$$

где ρ – плотность жидкости, $\mathbf{u}$ – вектор скорости движения жидкости, $\exists_j$ – базисный вектор, P_{ji} – компоненты тензора напряжений в этом базисном векторе ($i, j = 1, 2, 3$). В декартовой системе координат

$$\nabla_i P_{ji} = \frac{\partial P_{j1}}{\partial x} + \frac{\partial P_{j2}}{\partial y} + \frac{\partial P_{j3}}{\partial z}. \quad (2.2)$$

Используя формализм, разработанный в механике для записи уравнений движения сплошных сред с внутренними степенями свободы, представим компоненты тензора напряжения P_{ji} в виде [26]:

$$P_{ji} = B_{jilm} A_{lm}, \quad l, m = 1, 2, 3, \dots, \quad (2.3)$$

где A_{lm} – компоненты антисимметричного тензора внутренних вращений. В модели СФВ тензор характеризует

суммарный спин бесконечно малого элемента объёма жидкости. Определяем A_{lm} в виде:

$$A_{lm} = \sum_{q=1}^3 \varepsilon_{qlm} a_q = a_1 \varepsilon_{1lm} + a_2 \varepsilon_{2lm} + a_3 \varepsilon_{3lm}. \quad (2.4)$$

Коэффициенты ε_{qlm} определяются как

$$\varepsilon_{qlm} = \begin{cases} 1 & \text{при } q, l, m = 1, 2, 3; 2, 3, 1; 3, 1, 2 \\ -1 & \text{при } q, l, m = 2, 1, 3; 1, 3, 2; 3, 2, 1 \\ 0 & \text{в остальных случаях.} \end{cases}$$

Выражая ε_{qlm} через дельта Кронекера, δ , уравнение (2.4) записываем в виде:

$$A_{lm} = a_1 (\delta_{l2} \delta_{m3} - \delta_{l3} \delta_{m2}) + a_2 (\delta_{l3} \delta_{m1} - \delta_{l1} \delta_{m3}) + a_3 (\delta_{l1} \delta_{m2} - \delta_{l2} \delta_{m1}). \quad (2.5)$$

Коэффициенты B_{jilm} зависят от свойств жидкости; таким образом, они должны формировать тензор IV ранга и не должны изменяться при любых ортогональных преобразованиях координат. Как уже было сказано выше, среда, моделирующая свойства СФВ, характеризуется внутренними степенями свободы, отсутствием сдвиговой (линейной) вязкости и вращательной вязкостью, проявляющейся в нестационарном случае. Для такой среды, при условии однородности и изотропности пространства (свойство 1, глава 1), в линейном случае, в декартовой системе координат рассматриваемый тензор имеет следующие компоненты [9, 27]:

$$B_{jilm} = b_1 \delta_{jm} \delta_{il} + b_2 \delta_{ji} \delta_{lm} + b_3 \delta_{jl} \delta_{im}, \quad (2.6)$$

где b_1, b_2, b_3 – константы. Подставляя (2.5) и (2.6) в (2.3), мы получаем выражение для компонентов тензора напряжений в форме:

$$\begin{aligned}
P_{ji} &= (b_1 \delta_{jm} \delta_{il} + b_2 \delta_{ji} \delta_{lm} + b_3 \delta_{jl} \delta_{im}) \cdot [a_1 (\delta_{l2} \delta_{m3} - \delta_{l3} \delta_{m2}) \\
&+ a_2 (\delta_{l3} \delta_{m1} - \delta_{l1} \delta_{m3}) + a_3 (\delta_{l1} \delta_{m2} - \delta_{l2} \delta_{m1})] \\
&= b_1 [a_1 (\delta_{j3} \delta_{i2} - \delta_{j2} \delta_{i3}) + a_2 (\delta_{j1} \delta_{i3} - \delta_{j3} \delta_{i1}) \\
&+ a_3 (\delta_{j2} \delta_{i1} - \delta_{j1} \delta_{i2})] + b_3 [a_1 (\delta_{j2} \delta_{i3} - \delta_{j3} \delta_{i2}) \\
&+ a_2 (\delta_{j3} \delta_{i1} - \delta_{j1} \delta_{i3}) + a_3 (\delta_{j1} \delta_{i2} - \delta_{j2} \delta_{i1})]. \quad (2.7)
\end{aligned}$$

Учитывая (2.4) в уравнении (2.7), имеем:

$$\begin{aligned}
P_{ji} &= b_1 (-a_1 \varepsilon_{1ji} - a_2 \varepsilon_{2ji} - a_3 \varepsilon_{3ji}) \\
&+ b_3 (a_1 \varepsilon_{1ji} + a_2 \varepsilon_{2ji} + a_3 \varepsilon_{3ji}) = -(b_1 - b_3) A_{ji}. \quad (2.8)
\end{aligned}$$

Записываем уравнение (2.1), используя (2.2) и (2.8):

$$\begin{aligned}
-\frac{\rho}{b_1 - b_3} \frac{\partial \mathbf{u}}{\partial t} &= \left(\frac{\partial A_{11}}{\partial x} + \frac{\partial A_{12}}{\partial y} + \frac{\partial A_{13}}{\partial z} \right) \Xi_1 \\
&+ \left(\frac{\partial A_{21}}{\partial x} + \frac{\partial A_{22}}{\partial y} + \frac{\partial A_{23}}{\partial z} \right) \Xi_2 \\
&+ \left(\frac{\partial A_{31}}{\partial x} + \frac{\partial A_{32}}{\partial y} + \frac{\partial A_{33}}{\partial z} \right) \Xi_3 = \left(\frac{\partial a_3}{\partial y} - \frac{\partial a_2}{\partial z} \right) \Xi_1 \\
&+ \left(\frac{\partial a_1}{\partial z} - \frac{\partial a_3}{\partial x} \right) \Xi_2 + \left(\frac{\partial a_2}{\partial x} - \frac{\partial a_1}{\partial y} \right) \Xi_3 = \text{rot} \mathbf{A},
\end{aligned}$$

или

$$\frac{\partial \mathbf{u}}{\partial t} = \frac{b_3 - b_1}{\rho} \text{rot} \mathbf{A}. \quad (2.9)$$

Согласно свойству 8 (глава 1) в СФВ действует эффект Эйнштейна-де Гааза (или, иначе, эффект Ричардсона), то есть, имеет место преобразование микровращений в макровращения и можно записать:

$$\frac{\partial \mathbf{A}}{\partial t} = -\chi \cdot \text{rot} \mathbf{u}, \quad (2.10)$$

где χ – коэффициент пропорциональности, причём

$$\chi > 0. \quad (2.11)$$

В обычной несверхтекучей среде внутренние вращения не могут распространяться как волновой процесс вследствие значительной диффузии вихрей. Но согласно свойству 4 (глава 1) в СФВ квантованные вихри не диффундируют. Если существует в СФВ механизм, который, подавляя вихрь в одной точке пространства, одновременно транспортирует энергию вихря в соседние точки пространства, вихревой процесс может распространяться в СФВ.

Введём константу ξ :

$$\xi = \sqrt{\frac{\chi(b_3 - b_1)}{\rho}}. \quad (2.12)$$

Используя (2.12) в уравнениях (2.9) и (2.10), получаем:

$$\frac{\partial \mathbf{u}}{\partial t} = \xi \cdot \text{rot} \left(\frac{\xi}{\chi} \mathbf{A} \right), \quad (2.13)$$

$$\frac{\partial \left(\frac{\xi}{\chi} \mathbf{A} \right)}{\partial t} = -\xi \cdot \text{rot} \mathbf{u}. \quad (2.14)$$

Введя обозначение

$$\mathbf{Y} = -\frac{\xi}{\chi} \mathbf{A}, \quad (2.15)$$

записываем (2.13) и (2.14) в виде:

$$\frac{\partial \mathbf{u}}{\partial t} = -\xi \cdot \text{rot} \mathbf{Y}. \quad (2.16)$$

$$\frac{\partial \mathbf{Y}}{\partial t} = \xi \cdot \text{rot} \mathbf{u}. \quad (2.17)$$

Эти уравнения описывают вихре-волновой процесс в СФВ, распространяющийся со скоростью ξ . Рассмотрим физический смысл переменной $\mathbf{Y}$, которая согласно (2.11), (2.12) и (2.15) пропорциональна $\mathbf{A}$, направлена противоположно $\mathbf{A}$ и имеет размерность скорости. Для этого обратимся к свойству 9 главы 1. Согласно этому свойству в

сердечнике вихря, образующегося в СФВ, может иметь место электрическая поляризация СФВ, направленная вдоль оси вихря.

Электрическая поляризация происходит вследствие относительного движения в сердечнике вихря электрически разноименно заряженных микрочастиц (подробно см. главу 5). Полагаем, что переменная Y обозначает скорость движения микрочастиц в сердечнике вихря относительно СФВ, при этом скорость электрически разноименно заряженных микрочастиц относительно друг друга будет равна $2Y$.

Рассмотрим составляющие энергии вихре-волнового процесса в СФВ.

1. Удельная кинетическая энергия W_u , связанная со скоростью u движения СФВ: $W_u = \rho u^2 / 2$. В главе 7 будет показано, что движение СФВ вызывает магнитные явления, и скорость СФВ u связана с магнитной индукцией B соотношением $B = 2\sqrt{\pi\rho} \cdot u$ (см. 7.7). Используя это соотношение в выражении для W_u , получаем $W_u = B^2 / (8\pi)$. Таким образом, удельная кинетическая энергия СФВ, W_u , равна удельной магнитной энергии [28].

2. Удельная кинетическая энергия, связанная со скоростью Y движения заряженных микрочастиц в сердечнике вихря, W_Y : $W_Y = \rho Y^2 / 2$. Как уже было сказано выше, относительное движение электрически разноименно заряженных микрочастиц в сердечнике вихря вызывает электрическую поляризацию СФВ в сердечнике. Считая, что вся энергия W_Y переходит в удельную энергию W_E возникшего электрического поля E [28]: $W_E = E^2 / 8\pi$, и, принимая $E \uparrow \uparrow Y$, получаем:

$$E = 2\sqrt{\pi\rho} \cdot Y. \quad (2.18)$$

3. Энергия, связанная с прецессирующими спинами микрочастиц.

Согласно свойству 7 (глава 1) в сердечниках вихрей СФВ имеет место прецессия спинов микрочастиц. Частота этой прецессии ω_v (индекс v – от англ. *vortex* (вихрь)) определяет энергию, связанную с прецессирующими спинами микрочастиц W_v [26]:

$$W_v = S_v \omega_v, \quad (2.19)$$

где S_v – суммарная величина прецессирующих спинов.

Так как, в соответствии со свойством 5 главы 1, в СФВ происходит передача момента количества движения пар микрочастиц, составляющих вихрь, спинам этих микрочастиц, то согласно свойству 3 (глава 1) суммарный спин S_v микрочастиц в вихре может быть равным $n\hbar$, $n = 1, 2, 3, \dots$ При $n = 1$ имеем:

$$S_v = \hbar. \quad (2.20)$$

Тогда уравнение (2.19) запишется в виде

$$W_v = \hbar \omega_v. \quad (2.21)$$

Используя (2.18) и (7.7) (см. главу 7), уравнения (2.16) и (2.17) можно преобразовать следующим образом:

$$\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} = -\xi \cdot \text{rot} \mathbf{E}, \quad (2.22)$$

$$\frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t} = \xi \cdot \text{rot} \mathbf{B}. \quad (2.23)$$

Известен только один процесс в природе, который характеризуется электрическими и магнитными явлениями и описывается уравнениями, аналогичными по своей структуре уравнениям (2.22) и (2.23) – это распространение электрических и магнитных возмущений, описываемых уравнениями Максвелла. Кроме того, именно энергия регистрируемого фотона связана с частотой фотона соотношением, подобным (2.21). Таким образом, можно

предположить, что процесс, который в физике носит название «электромагнитный», является вихре-волновым процессом в СФВ, то есть, можно принять, что:

$$\xi = c, \quad (2.24)$$

где c – скорость света.

По характеру распространяющихся физических возмущений (см. (2.9), (2.10), (7.7)) вихре-волновой процесс в СФВ является спиново–магнитным процессом, а электрические явления являются сопутствующими этому процессу. Отметим, что $\text{rot} \mathbf{E}$ в уравнении (2.22) характеризует не вихревое движение в электрическом поле, а циркуляцию вектора $\mathbf{E}$, являющуюся результатом электрической поляризации СФВ в сердечниках вихрей.

Так как спины микрочастиц в вихрях совершают прецессионные колебания, вихре-волновой процесс обладает гироскопическими свойствами. Это означает, в частности, сохранение плоскости спиновой (и соответственно электрической) поляризации СФВ в этом процессе.

Согласно свойству 10 (глава 1) инерционные свойства сердечников вихрей в СФВ отличаются от инерционных свойств СФВ в остальной области. Таким образом, вихре-волновой процесс обладает инерционными свойствами, и, следовательно, сопровождается возмущениями в гравитационном поле.

Примечание. Так как уравнение (2.9) получено для завихрённой области СФВ, элемент объёма среды, движущийся со скоростью $\mathbf{u}$, будет характеризоваться моментом количества движения. Следовательно, вихре-волновой процесс в СФВ является и процессом распространения момента количества движения: происходит передача момента количества движения элемента объёма среды спинам микрочастиц, составляющим СФВ, и обратно. Отметим, что именно

распространение света рассматривается в физике как распространение момента количества движения [29].

Историческая справка. В 1839 году физик Дж. Мак Куллагх (James McCullagh) создал модель эфира, который обладал способностью противодействовать вращательному движению соседних частиц (составляющих эфир). Он получил, практически, те же формулы для света, что и Максвелл, и правильно описал многие оптические явления [30]. Сам Максвелл наделил светоносную среду свойствами, поразительно близкими свойствам сверхтекучего физического вакуума. Он предположил [31, 32]:

- 1) вращение частиц среды, что, согласно модели СФВ, сопоставимо с наличием спина у микрочастиц, составляющих СФВ;
- 2) поступательное движение частиц среды без трения между собой и без потери энергии, что современным языком можно интерпретировать как отсутствие сдвиговой вязкости и сверхтекучесть;
- 3) вращение частиц эфира без проскальзывания, что, по существу, является вращательной вязкостью;
- 4) образование вихрей во время распространения электромагнитных колебаний, что полностью совпадает с выводами рассматриваемой модели СФВ;
- 5) диэлектрические свойства светоносной среды; Максвелл называл составляющую $\partial E / \partial t$ в своих уравнениях «током смещения», имея в виду, что электрическое поле создаётся в светоносном эфире за счёт относительного движения составляющих его разноимённо заряженных частиц, что согласуется с выводами рассматриваемой модели СФВ;
- 6) образование значительной массы в вихрях, много большей массы частиц среды, что идентично свойству вихрей в СФВ.

Выводы к главе 2

1. В физическом вакууме со свойствами сверхтекучего ³He-B (то есть, в сверхтекучем физическом вакууме) может

распространяться вихре-волновой процесс. По характеру физических процессов, происходящих в СФВ, этот процесс является спиново-магнитным (имеются в виду спины микрочастиц, составляющих СФВ). Электрические явления являются сопутствующими в этом процессе. По существу, уравнения, описывающие спиново-магнитный процесс, связывают классическую электродинамику с квантовой физикой.

2. Вихре-волновой процесс сопровождается прецессией спинов микрочастиц в образующихся вихрях, что определяет гироскопические свойства процесса, в частности, сохранение плоскости спиновой (и, соответственно, электрической) поляризации СФВ.

3. Вихре-волновой процесс сопровождается образованием массы в вихрях, что обуславливает возмущения в гравитационном поле.

4. Подобие выражений для удельной магнитной $B^2 / (8\pi)$ и удельной электрической энергии $E^2 / (8\pi)$ (B и E – соответственно магнитная индукция и напряжённость электрического поля) обусловлено тем, что оба выражения определяют удельную кинетическую энергию СФВ. Первое выражение определяет удельную кинетическую энергию движения СФВ вокруг сердечников вихрей, а второе – удельную кинетическую энергию движения СФВ внутри сердечников вихрей.

Глава 3. Волны материи

В 1923 году Луи де Бройль [33, 34] выдвинул гипотезу о том, что с каждой материальной частицей связана волна. Следующие несколько десятилетий были посвящены поискам «физической» волны, которая могла бы сопровождать материальную частицу, – так называемой «пилот-волны» [35, 36]. Однако эти поиски ни к чему не привели, и было принято, что частота в волновой функции, описывающей материальные частицы, не имеет физического смысла, т. е. не является частотой колебаний какого-либо физического процесса. Этот постулат «устраивал» учёное сообщество и тем, что делал непринципиальным противоречие в определении частоты волновой функции де Бройля в нерелятивистском приближении, ω_B , и волновой функции Шрёдингера, ω_{Sh} [35]. Действительно, для свободно движущейся частицы имеем:

$$\omega_B = \frac{U_k}{\hbar} + \frac{m_0 c^2}{\hbar}, \quad (3.1)$$

$$\omega_{Sh} = \frac{U_k}{\hbar}, \quad (3.2)$$

где m_0 и U_k – соответственно масса покоя и кинетическая энергия частицы. В отношении волновой функции было принято предложение Макса Борна, состоящее в том, что физический смысл имеет только квадрат абсолютного значения волновой функции: он определяет плотность вероятности нахождения частицы в какой-либо точке пространства. С этой точки зрения нет противоречия между волновыми функциями Шрёдингера и де Бройля: они описывают одинаковую плотность вероятности нахождения частицы в какой-либо точке пространства.

Покажем, что модель СФВ позволяет связать с частотой волновой функции квантовых объектов реальный физический процесс [10, 11, 37].

Как будет показано в главе 5, материальные частицы, рождаемые фотоном, являются квазиколлапсами микрочастиц, составляющих СФВ. Суммарный спин микрочастиц в квазиколлапсе равен $\hbar/2$. Согласно свойству 12 главы 1, между микрочастицами, составляющими СФВ, возможно взаимодействие, зависящее от взаимной ориентации их спинов (в дальнейшем для этого взаимодействия будем использовать термин «спин-спиновое взаимодействие микрочастиц»). Согласно модели СФВ, в возмущённом СФВ (например, в завихрённой области) пары микрочастиц, составляющих СФВ, имеют ненулевой суммарный спин. Следовательно, в возмущённой области СФВ возможно спин-спиновое взаимодействие между микрочастицами, образующими квазиколлапс, и другими микрочастицами, составляющими СФВ.

Примечание. Возмущение СФВ может иметь место и в электрических полях. В электрических полях увеличивается расстояние между электрически разноимённо заряженными микрочастицами пары и, следовательно, согласно (5.32) уменьшается спин-спиновое взаимодействие микрочастиц. Уменьшение этого взаимодействия приводит к увеличению «чувствительности» микрочастиц пары по отношению к внешнему воздействию, ориентирующему спины микрочастиц.

Таким образом, движение материальной частицы в возмущённом СФВ будет сопровождаться изменением характеристик спинов микрочастиц в СФВ, что согласно (2.10) может привести к возникновению вихрей в СФВ. В соответствии со свойством 6 (глава 1), образующиеся в СФВ вихри могут оканчиваться внутри объёма среды.

Согласно свойству 7 (глава 1) в сердечнике вихря имеет место прецессия спинов микрочастиц. В соответствии с (2.21) энергия, связанная с прецессией спинов, U_p , может

быть выражена через частоту прецессии ω_v соотношением, аналогичным (3.2). Полагаем, что эта аналогия неслучайна и можно принять:

$$\omega_{Sh} = \omega_v. \quad (3.3)$$

Таким образом, спины микрочастиц в сердечнике вихря, создаваемого движущейся частицей в СФВ, прецессируют с частотой, равной частоте волновой функции Шрёдингера. Правомерность этого постулата доказывается тем, что на его основе можно объяснить целый ряд приведенных ниже экспериментально наблюдаемых явлений.

1. Излучение фотона атомом

Согласно постулату Бора [38, 39] излучение фотона происходит при переходе электрона в атоме на более низкий энергетический уровень. Изменение энергетического уровня электрона, в соответствии с (3.2), означает изменение частоты волновой функции электрона ω_{Sh} .

В модели СФВ изменение ω_{Sh} , в соответствии с (7.4) (см. главу 7), вызывает изменение циркуляции Γ вектора скорости СФВ, $\mathbf{u}$, вокруг сердечника вихря, создаваемого электроном в СФВ. В соответствии с (2.16) – (2.17) неравенство $\partial \mathbf{u} / \partial t \neq 0$ является условием возникновения вихре-волнового (спиново-магнитного) процесса в СФВ. Процесс сопровождается возникновением электрического поля в физическом вакууме.

Примечание. Рассматриваемая модель СФВ отвечает на один из главных вопросов классической электродинамики: почему отсутствует электромагнитное излучение при движении электрона в невозбужденном атоме? Действительно, так как движение электрона в атоме является ускоренным, то для создаваемого им электрического поля $\mathbf{E}$ имеет место $\partial \mathbf{E} / \partial t \neq 0$. Согласно уравнениям Максвелла это неравенство является условием возникновению электромагнитных колебаний.

Согласно модели СФВ свет является вихре-волновым, или по характеру физических процессов, происходящих в СФВ, спиново-магнитным, процессом, а электрические возмущения являются сопутствующими в этом процессе. Поэтому неравенство $\partial E / \partial t \neq 0$ может не быть условием возникновения электромагнитных колебаний.

2. Взаимодействие фотона с другими квантовыми объектами

Из экспериментов известно, что энергия, передаваемая фотоном квантовому объекту, равна $\hbar \omega_{ph}$. Если предположить, что фотон при взаимодействии с квантовым объектом создаёт вихрь с частотой прецессии ω_v , определяемой как:

$$\omega_v = \omega_{ph}, \quad (3.4)$$

то, согласно (2.21) энергия фотона равна энергии, заключённой в прецессирующих спинах вихря, создаваемого фотоном в СФВ. Таким образом, взаимодействие фотона с квантовым объектом можно рассматривать как спин-спиновое взаимодействие микрочастиц, составляющих два вихря, один из которых образован квантовым объектом, другой фотоном.

3. Корреляция фазы фотонов

Согласно свойству 14 (глава 1) в СФВ существует выравнивание фазы прецессии спинов составляющих его микрочастиц. Таким образом, если квантовые объекты имеют одинаковую энергию и, следовательно, одинаковую частоту их волновых функций, то прецессия спинов микрочастиц в создаваемых квантовыми объектами сердечниках вихрей может происходить когерентно. Этой когерентностью можно объяснить наблюдаемую в экспериментах корреляцию по фазе фотонов одинаковой частоты независимо от способа их приготовления. Этот

эффект относится к явлениям квантовой нелокальности [40-42].

4. Эффект Вавилова–Черенкова

Так как движение квантовых объектов сопровождается образованием вихрей в СФВ, то, если скорость квантового объекта превысит скорость «распространения» вихре-волнового процесса, возникнет сам вихре-волновой процесс (спиново-магнитный процесс, сопровождающийся возникновением электрического поля в физическом вакууме). Такой эффект обнаружен – это свечение, создаваемое электроном, движущимся в среде со скоростью, превышающей фазовую скорость распространения света в этой среде (эффект Вавилова–Черенкова) [43-45].

Отметим, что излучение Вавилова–Черенкова аналогично ударной волне, производимой в молекулярной среде звуковыми колебаниями, возникающими при движении материального тела со скоростью, превышающей скорость звука в этой среде.

Известно объяснение эффекта Вавилова–Черенкова лауреатами Нобелевской премии И. Таммом и И. Франком [46]. Они объяснили его излучением электрически поляризованной среды, через которую движется электрон. В рамках рассматриваемой модели излучение Вавилова–Черенкова можно наблюдать и при движении со скоростью, превышающей скорость света, частицы, не вызывающей электрической поляризации среды.

5. «Релятивистская» добавка к массе

В соответствии со свойством 10 (глава 1) сердечник вихря, создаваемого в СФВ, обладает инерционными свойствами, то есть, сердечник вихря можно характеризовать массой. Фотон является вихревым образованием в СФВ. Это объясняет, почему фотон может рождать в физическом вакууме частицы с ненулевой массой покоя. Эксперименты показали [35], что в электрическом поле ядер атомов фотон

может рождать пару частица–античастица с суммарной массой m_{ph} , определяемой как $m_{ph} = \hbar \omega_{ph} / c^2$.

На основании (3.4) можно предположить, что масса, образуемая в сердечнике вихря, m_v , связана с частотой прецессии спинов микрочастиц в сердечнике вихря, ω_v , таким же соотношением:

$$m_v = \frac{\hbar \omega_v}{c^2}. \quad (3.5)$$

Тогда в соответствии с (3.3) масса m_{Sh} , связанная с частотой волновой функции, ω_{Sh} , любого квантового объекта, определяется как:

$$m_{Sh} = \frac{\hbar \omega_{Sh}}{c^2}. \quad (3.6)$$

Рассмотрим случай, когда полная энергия квантового объекта равна его кинетической энергии U_k :

$$U_k = \frac{m_0 v^2}{2}, \quad (3.7)$$

где v ($v < c$) и m_0 – соответственно скорость и масса покоя квантового объекта. Используя (3.2) и (3.7) в (3.6), получаем: $m_{Sh} = m_0 v^2 / (2c^2)$. С точностью до второго порядка по $\beta = v/c$ величина m_{Sh} совпадает с величиной «релятивистской» добавки Δm к массе движущегося материального объекта, полученной в СТО [30]: $\Delta m = m_0 / \sqrt{1 - \beta^2} - m_0 = m_0 (\beta^2 / 2 + o(\beta^2))$, где $o(\beta^2)$ слагаемые более высокого порядка малости, чем β^2 .

Примечание. Из (3.6) следует, что все виды энергии квантового объекта, влияющие на величину ω_{Sh} , будут влиять и на m_{Sh} .

6. Инерционные свойства материи

Из (3.2), (3.3) и (3.7) следует: $v = \sqrt{2\hbar\omega_v / m_0}$, и в соответствии с (5.8) и (5.10) (глава 5) направления ω_v и v связаны друг с другом. Таким образом, изменение величины и/или направления скорости квантового объекта означает изменение величины и/или направления частоты прецессии спинов микрочастиц в сердечнике вихря, образованном квантовым объектом в СФВ. Следовательно, инерционные свойства материальных объектов могут быть связаны с гироскопическими свойствами сердечников вихрей, создаваемых этими объектами в СФВ, то есть, инерционные свойства материальных объектов могут быть неотделимы от их волновых свойств.

Таким образом, можно предположить, что не только волновые, но и инерционные свойства материи обязаны своим существованием одному и тому же взаимодействию, а именно спин-спиновому взаимодействию в возмущённой области СФВ между микрочастицами, образующими материальный объект, и микрочастицами, составляющими СФВ.

7. «Память» СФВ

Согласно свойству 4 (глава 1), в СФВ в стационарном состоянии квантованные вихри не диффундируют. Следовательно, возможно образование системой квантовых объектов вихревых структур, которые не будут исчезать после удаления системы из занимаемой ею области пространства. То есть, можно говорить о возможности создания системой квантовых объектов так называемых «следов» своего нахождения в какой-либо области пространства.

Выводы к главе 3

1. Модель СФВ связывает волновые свойства квантовых объектов с созданием ими вихрей в возмущённом СФВ. В сердечнике вихря происходит прецессия спинов

микрочастиц, составляющих СФВ. Частота этой прецессии равна частоте шрёдингеровской волновой функции квантовых объектов. (Для фотона она равна частоте фотона.) Этот постулат объясняет следующие физические явления:

- излучение атома;
- взаимодействие фотона с другими квантовыми объектами;
- корреляцию по фазе фотонов одинаковой частоты независимо от способа их приготовления;
- эффект Вавилова–Черенкова;
- «релятивистскую» добавку к массе.

2. В модели СФВ волновые и инерционные свойства материи могут быть обусловлены спин-спиновым взаимодействием между микрочастицами, образующими материальные частицы, и микрочастицами, составляющими СФВ.

Глава 4. Вывод формул для описания эффекта Доплера и результатов опыта Физо.

Постулат о постоянстве скорости света

В главе 2 было показано, что сверхтекучий физический вакуум является светоносной средой, то есть, свет распространяется в нём как процесс. Как в этом случае описать поперечный эффект Доплера, результат опыта Физо и другие световые явления, успешно объяснённые специальной теорией относительности (СТО), «упразднившей» светоносный эфир?

В данной главе будет показано, что, приняв эмиссионную теорию Ритца, классический закон сложения скоростей и учитывая взаимодействие света с измерительной системой или с прозрачной средой, можно для описания продольного и поперечного эффектов Доплера и для описания результатов опыта Физо получить формулы, совпадающие с высокой степенью точности с аналогичными формулами, полученными в СТО. В этой главе использованы результаты работ [10, 11, 47–51], выполненных автором совместно с Н.Б. Сотиной.

4.1. Эмиссионная теория Ритца

В 1908 году Ритц предположил, что фундаментальная константа c – это скорость света относительно источника в вакууме и верен классический закон сложения скоростей [52]. Так называемая «эмиссионная» теория Ритца объяснила эффект звездной aberrации и опыт Майкельсона, а также большинство других экспериментов, поставленных для обнаружения «эфирного ветра» [53]. Однако были явления, в частности, результаты экспериментов Майкельсона-Морли с внеземным источником света и результаты спектроскопического анализа света от двойных звёзд [54, 55], объяснение которых с помощью эмиссионной теории встретило трудности. Окончательный, как казалось физикам, отказ от теории Ритца произошёл после эксперимента,

выполненного в ЦЕРНе, в Женеве, в 1964 году [56]. В этом эксперименте измерялось время пролёта фотонами с энергией 6 ГэВ, образующимися при распаде высокоэнергетических нейтральных пионов, пути, равного 80 метрам. Пионы образовывались при бомбардировке бериллиевой мишени протонами 19,2 ГэВ и имели скорость, равную 0,99975 с. В пределах экспериментальной ошибки было найдено, что скорость испущенных движущимся источником фотонов при пролёте указанного пути равнялась с.

В этой главе будет показано, что полученные в ЦЕРНе результаты могут быть объяснены в рамках рассматриваемой в работе модели СФВ и при сохранении эмиссионной теории.

4.2. Эффект Доплера для света

Вывод формулы, описывающей эффект Доплера выполнен для циркулярно-поляризованного фотона, находящегося в чистом состоянии, то есть, с определённым импульсом и поляризацией.

С точки зрения инерционных свойств фотон рассматривается как движущаяся масса. Отметим, что первые корпускулярные модели светового поля, состоящего из элементарных частиц — квантов, появились после экспериментов А. Комптона по рассеянию рентгеновских лучей (1922 г.) [57]. Наблюдавшееся в них изменение частоты рассеянного излучения могло быть объяснено упругим соударением электрона и частицы, обладающей энергией $\hbar\omega$ (ω — частота излучения) и импульсом $\hbar\omega/c$. В 1929 году Г. Н. Льюис назвал эту частицу фотоном.

Энергия фотона в системе детектора

Рассмотрим инерциальную систему отсчета, связанную с детектором, в которой источник света массой M движется со скоростью v_0 . Принимаем, что источник света покоится относительно Земли. Энергия источника складывается из

кинетической энергии $Mv_0^2/2$ и внутренней энергии W_0 возбужденных атомов. При излучении фотона внутренняя энергия источника изменяется и становится равной W_1 . Кроме того, из-за давления излучения источник испытывает отдачу: его скорость получает приращение $v_1 - v_0$ (v_1 – скорость источника после испускания фотона). Из законов сохранения энергии и импульса имеем:

$$\frac{Mv_0^2}{2} + W_0 = \frac{(M - m_{ph})v_1^2}{2} + W_1 + U_{ph}, \quad (4.1)$$

$$Mv_0 = (M - m_{ph})v_1 + m_{ph}(c + v_0), \quad (4.2)$$

где U_{ph} – энергия фотона в системе детектора; m_{ph} – масса фотона, связанная с характеристической частотой излучения атома, ω_0 , соотношением [30]:

$$m_{ph} = \frac{\hbar\omega_0}{c^2}. \quad (4.3)$$

Учитывая, что

$$\hbar\omega_0 = W_0 - W_1, \quad (4.4)$$

из уравнений (4.1) и (4.2) получаем:

$$\begin{aligned} U_{ph} - \hbar\omega_0 &= \frac{Mv_0^2}{2} - \frac{(Mv_0 - m_{ph}(c + v_0))^2}{2(M - m_{ph})} \\ &= \frac{m_{ph}v_0^2 + 2m_{ph}(c \cdot v_0) - m_{ph}^2(c + v_0)^2 / M}{2(1 - m_{ph} / M)}. \end{aligned}$$

Если масса M источника много больше массы фотона, m_{ph} , членами, содержащими отношение m_{ph} / M , можно пренебречь. В этом приближении имеем: $U_{ph} = \hbar\omega_0 + m_{ph}(c \cdot v_0) + m_{ph}v_0^2 / 2$, или:

$$U_{ph} = \hbar\omega_0 + \frac{m_{ph}(c+v_0)^2}{2} - \frac{m_{ph}c^2}{2}. \quad (4.5)$$

Подставляя (4.3) в уравнение (4.5), получаем:

$$U_{ph} = \frac{m_{ph}(c+v_0)^2}{2} + \frac{\hbar\omega_0}{2}. \quad (4.6)$$

В частном случае, при $v_0 = 0$ (источник света находится в покое относительно выбранной инерциальной системы отсчёта) с учётом (4.3) энергия испущенного фотона U_{ph} равна $\hbar\omega_0$.

Таким образом, энергия фотона U_{ph} как объекта с массой m_{ph} представима в виде двух слагаемых. Первое слагаемое – кинетическая энергия центра масс в предположении, что в нем сосредоточена вся масса фотона, второе – энергия, обусловленная движением вокруг центра масс, характеризующая внутренние степени свободы фотона. Представление (с точки зрения энергии) циркулярно-поляризованного фотона как объекта с внутренними степенями свободы согласуется с тем, что в квантовой механике законы сохранения для систем, состоящих из материальных частиц и фотонов, учитывают наличие у фотона момента количества движения $\hbar$. (Отметим, что внутренних степеней свободы у материального объекта может быть бесконечное множество, однако при построении физической модели учитываются только те внутренние движения, которые проявляют себя при взаимодействиях.)

Взаимодействие фотона с детектором (измерительной системой)

Из экспериментов (например, фотоэффект) известно, что свет поглощается квантами энергии $\hbar\omega_1$, где ω_1 – частота регистрируемого излучения.

Если масса детектора, как и масса источника, велика, то движением детектора за счёт давления света можно пренебречь, и, следовательно, можно пренебречь потерями энергии фотона. Тогда при взаимодействии фотона с детектором вся энергия U_{ph} фотона в рассматриваемой инерциальной системе отсчета равна регистрируемой энергии $\hbar\omega_1$, и формула (4.6) представима в виде:

$$\hbar\omega_1 = \frac{m_{ph}(\mathbf{c} + \mathbf{v}_0)^2}{2} + \frac{\hbar\omega_0}{2}. \quad (4.7)$$

Введём вектор $\mathbf{w}$, направленный от источника к детектору (рис. 4.1):

$$\mathbf{w} = \mathbf{c} + \mathbf{v}_0. \quad (4.8)$$

Используя (4.3) и (4.8), введя угол θ между векторами $\mathbf{w}$ и $\mathbf{v}_0$ и обозначение $\beta = v_0 / c$, формулу (4.7) можно записать в виде:

$$\begin{aligned} \hbar\omega_1 &= \hbar\omega_0 \left(1 + \frac{(\mathbf{v}_0 \cdot \mathbf{w})}{c^2} - \frac{v_0^2}{2c^2} \right) \\ &= \hbar\omega_0 \left(1 + \frac{w}{c} \beta \cos \theta - \frac{1}{2} \beta^2 \right). \end{aligned} \quad (4.9)$$



Рис. 4.1. Схема хода луча света от источника к приёмнику. c – скорость света, испущенного источником; v_0 – скорость источника света относительно детектора света; w – результирующая скорость света, направленной от источника к детектору; θ – угол между векторами $\mathbf{w}$ и $\mathbf{v}_0$.

Величина w/c определяется из соотношения $c^2 = (w - v_0)^2 = w^2 + v_0^2 - 2w \cdot v_0 \cos \theta$. Разделив обе части этого соотношения на c^2 , имеем $(w/c)^2 - 2\beta \cos \theta (w/c) - (1 - \beta^2) = 0$. Учитывая, что $w/c > 0$, и принимая $\beta \ll 1$, получаем только одно решение:

$$w/c = \beta \cos \theta + \sqrt{1 - \beta^2 \sin^2 \theta}. \quad (4.10)$$

Подставляя (4.10) в (4.9), получаем:

$$\omega_1 = \omega_0 \left(1 + \beta \cos \theta (\beta \cos \theta + \sqrt{1 - \beta^2 \sin^2 \theta}) - \frac{\beta^2}{2} \right). \quad (4.11)$$

С точностью до β^3 уравнение (4.11) можно записать в виде:

$$\omega_1 = \omega_0 (1 + \beta \cos \theta + \beta^2 \cos^2 \theta - \frac{\beta^2}{2} - \frac{\beta^3}{2} \cos \theta + \frac{\beta^3}{2} \cos^3 \theta + o(\beta^3)), \quad (4.12)$$

где $o(\beta^3)$ – слагаемые более высокого порядка малости, чем β^3 .

Формула (4.12) совпадает с точностью до β^2 включительно (а при $\theta = \pi/2$ с точностью до β^3 включительно) с формулой, описывающей эффект Доплера в СТО [30, 58]:

$$\omega_1 = \omega_0 \frac{\sqrt{1 - \beta^2}}{1 - \beta \cos \theta} = \omega_0 (1 + \beta \cos \theta + \beta^2 \cos^2 \theta - \frac{\beta^2}{2} - \frac{\beta^3}{2} \cos \theta + \beta^3 \cos^3 \theta + o(\beta^3)).$$

Рассмотрим некоторые частные случаи, следующие из формулы (4.11).

– При $\cos \theta = 0$ получаем поперечный эффект Доплера $\omega_1 = \omega_0 (1 - \beta^2 / 2)$.

– При $\cos \theta = 1$ и $\cos \theta = -1$ получаем классический продольный эффект Доплера, соответственно $\omega_1 = \omega_0 (1 + \beta + \beta^2 / 2)$ и $\omega_1 = \omega_0 (1 - \beta + \beta^2 / 2)$.

Таким образом, если принять эмиссионную теорию Ритца и учесть взаимодействие фотона с измерительной системой, то можно получить формулы для описания продольного и поперечного эффектов Доплера, используя классический закон сложения скоростей.

Постулат о постоянстве скорости света

Для взаимодействия фотона с детектором (измерительной системой) характерно следующее.

1. Сохранение энергии фотона; преобразование энергии происходит по формуле (4.7).
2. Сохранение момента количества движения фотона, $\hbar$.
3. Связь между энергией U_{ph} и частотой ω_1 фотона описывается формулой $\omega_1 = U_{ph} / \hbar$.

4. Изменение количества движения фотона. Количество движения фотона в системе детектора в результате взаимодействия с детектором (измерительной системой) изменяется от $m_{ph} |\mathbf{c} + \mathbf{v}_0|$, см. (4.2), до $\hbar \omega_1 / c$, в соответствии с данными эффекта Комптона. Учитывая (4.2), (4.3), (4.8), (4.10) и (4.11), можно определить разность Δp между количеством движения фотона (в направлении $\mathbf{w}$) до его взаимодействия с детектором и количеством движения, определяемом в процессе взаимодействия.

$$\Delta p = \frac{\hbar \omega_1}{c} - \frac{\hbar \omega_0}{c^2} w = \frac{\hbar \omega_0}{c} [1 + (\beta \cos \theta - 1) \cdot (\beta \cos \theta + \sqrt{1 - \beta^2 \sin^2 \theta}) - \frac{\beta^2}{2}]. \quad (4.13)$$

При $\beta = 0$ и $\beta = 2 \cos \theta$ $\Delta p = 0$, так как в этих случаях $w = c$, см. (4.10).

Несохранение количества движения связано с изменением инерционных свойств фотона при изменении его частоты. До взаимодействия с детектором в системе детектора масса фотона, в соответствии с (4.2), принималась равной $\hbar\omega_0/c^2$, а при взаимодействии с детектором масса становилась равной $\hbar\omega_1/c^2$. Отметим, что, в соответствии с выводами главы 3, масса образуется в вихрях СФВ.

5. Равенство скорости света относительно детектора фундаментальной константе c . Этот вывод следует из того, что в электрических полях атомных ядер фотон может рождать пару частица-античастица с суммарной массой $\hbar\omega_1/c^2$, а его количество движения равно $\hbar\omega_1/c$. Следовательно, в рамках модели СФВ при взаимодействии фотона с детектором его скорость изменяется от $|\mathbf{w}| = |\mathbf{c} + \mathbf{v}_0|$, см. (4.2), до c .

Таким образом, на основании перечисленных выше характеристик 3 – 4 и выводов главы 3 можно сформулировать условия выравнивания скорости света при взаимодействии с детектором до значения фундаментальной константы c . Скорость фотона выравнивается в тех системах отсчёта, где фотон образует вихрь, в сердечнике которого частота прецессии ω_1 спинов микрочастиц, составляющих СФВ, связана с энергией фотона U_{ph} соотношением $\omega_1 = U_{ph}/\hbar$, а масса сердечника равна $\hbar\omega_1/c^2$.

Этот вывод относится не только к взаимодействию света с детектором (измерительной системой). В системе источника, относительно которого, согласно эмиссионной теории Ритца, скорость света равна фундаментальной

константе c , энергия, частота и масса фотона согласно (4.3) и (4.4) связаны между собой такими же соотношениями, как и при взаимодействии с детектором. В то же время, в рамках модели СФВ (см. главу 3) фотон образуется при изменении характеристик вихря, создаваемого электроном в атоме.

Таким образом, из модели СФВ следует, что скорость света выравнивается до значения фундаментальной константы c в тех системах отсчёта (в тех измерительных системах), в которых квантовые объекты создают вихри в СФВ, а именно в системах, в которых, согласно выводам главы 3, возникают волновые свойства материи. Этот вывод в определённой степени согласуется со вторым постулатом специальной теории относительности, согласно которому скорость света в вакууме в любых инерциальных системах отсчёта равна фундаментальной константе c независимо от движения источника [30, 58].

Примечание. Выравнивание скорости света до величины c в полях, связанных с Землёй, объяснило бы результаты эксперимента, выполненного в ЦЕРНе (см. раздел 4.1), так как в этом эксперименте скорость фотонов измерялась относительно Земли.

4.3. Прохождение света через движущуюся среду.

Опыт Физо

Еще в 1818 г. Френель предложил формулу, определяющую скорость света c_v в прозрачной среде, которая движется относительно наблюдателя со скоростью v [30].

$$c_v = \frac{c}{n} + \left(1 - \frac{1}{n^2}\right)v, \quad (4.14)$$

здесь n – показатель преломления среды. Формула (4.14) совпадает с точностью до $\beta = v/c$ с формулой, полученной в СТО. Заметим, что значение показателя преломления n принимается не зависящим от движения среды по отношению к источнику света.

Формула (4.14) была экспериментально подтверждена Физо в 1851 г. Суть его опыта заключалась в следующем [30]. Луч от источника света раздваивался системой зеркал. Затем один луч проходил через трубку с движущейся жидкостью в направлении u , второй луч проходил через эту же трубку в противоположном направлении. После прохождения трубки оба луча поступали на интерферометр. Из-за различия скоростей лучей относительно неподвижных стенок трубки между ними при выходе из трубки возникала разность хода, изменяющаяся с изменением скорости течения u . По смещению интерференционных полос измерялась c_0 . Вся установка покоилась относительно Земли.

Ниже будет показано, что формулу (4.14) можно получить, основываясь на эмиссионной теории Ритца и классическом принципе сложения скоростей, если учесть взаимодействие фотона с атомами (молекулами) прозрачной среды.

Заметим, что скорость U в уравнении (4.14) не зависит от длины пути, проходимого светом в прозрачной среде. Следовательно, вывод формулы может производиться для элемента среды произвольной длины l . Рассмотрим два случая.

1) $u = 0$. Обозначим через

$$t_0 = \frac{l}{c} \quad (4.15)$$

время прохождения фотоном пути длиной l в вакууме (вне среды). Тогда время прохождения фотоном такого же пути внутри прозрачной среды определяется как

$$t_0 + \Delta t = \frac{l \cdot n}{c}, \quad (4.16)$$

где Δt – суммарное время задержки фотона на длине l за счет взаимодействия фотона с атомами среды.

2) $v \neq 0$. Допустим, что v направлена от источника к интерферометру (результат не изменится, если скорость v направить в противоположном направлении). Тогда в системе, связанной с движущейся средой, скорость фотона вне среды, в вакууме, равна $c-v$ и, следовательно, время прохождения фотоном пути длиной l в вакууме будет равно

$$t_1 = \frac{l}{c-v}, \quad (4.17)$$

а время прохождения фотоном того же пути в среде будет равно

$$t_1 + \Delta t = \frac{l}{c^*}, \quad (4.18)$$

где c^* – средняя скорость фотона в системе, связанной с движущейся средой.

Из экспериментов известно, что показатель преломления n слабо зависит от частоты. Учитывая эффект Доплера, это означает, что в первом приближении по β время задержки можно считать не зависящим от скорости v . Таким образом, можно считать, что в соотношениях (4.16) и (4.18) используется одно и то же значение Δt . Из (4.15) – (4.18) получаем:

$$\frac{l}{c^*} = \frac{l}{c-v} + \frac{ln}{c} - \frac{l}{c}. \quad (4.19)$$

Используя (4.19), определяем скорость фотона c_v относительно неподвижного интерферометра:

$$c_v = c^* + v = \frac{c(c-v)}{cn + v(1-n)} + v = \frac{c^2 - vc(1-n) + v^2(1-n)}{cn + v(1-n)}.$$

Из последнего соотношения с точностью до β получается формула Френеля (4.14):

$$c_v = c \frac{1/n - \beta/n + \beta + \beta^2/n - \beta^2}{1 - \beta(1 - 1/n)} = c \left(\frac{1}{n} - \frac{\beta}{n} + \beta + \frac{\beta^2}{n} - \beta^2 \right) \cdot \left(1 + \beta \left(1 - \frac{1}{n} \right) + \beta^2 \left(1 - \frac{1}{n} \right)^2 + \dots \right) = \frac{c}{n} + \left(1 - \frac{1}{n^2} \right) v.$$

Выводы к главе 4

1. Постулируя величину скорости света относительно источника равной c , энергию фотона как объекта с массой m_{ph} можно представить в виде двух слагаемых. Первое слагаемое – кинетическая энергия центра масс в предположении, что в нем сосредоточена вся масса фотона, второе – энергия, обусловленная движением вокруг центра масс, характеризующая внутренние степени свободы фотона.
2. Основываясь на эмиссионной теории Ритца, классическом законе сложения скоростей и принимая, что при взаимодействии фотона с измерительной системой вся энергия свободного фотона регистрируется как энергия $\hbar\omega_1$ (ω_1 – регистрируемая частота фотона), можно получить формулу для описания эффекта Доплера, совпадающую с точностью до β^2 с аналогичной формулой, полученной в СТО.
3. Основываясь на эмиссионной теории Ритца, принимая классический закон сложения скоростей и учитывая динамическое взаимодействие фотона с атомами среды, можно получить формулу Френеля для скорости света в движущейся среде.
4. Из модели СФВ следует, что скорость света выравнивается до значения фундаментальной константы c в тех системах отсчёта, в которых квантовые объекты создают вихри в СФВ, то есть, в системах, в которых, согласно выводам главы 3, возникают волновые свойства материи.

Глава 5. Электрический дипольный момент, связанный с волнами материи квантовых объектов

Согласно выводам главы 3 волновые свойства квантовых объектов обусловлены созданием этими объектами вихрей в СФВ. В соответствии со свойством 9 (глава 1) сердечник вихря имеет электрический дипольный момент.

Электрическая поляризация среды в сердечнике вихря в сверхтекучем $^3\text{He-V}$ происходит за счёт деформации атомов ^3He , состоящих из электрически разноимённо заряженных электронов и протонов. Механизм образования электрического дипольного момента сердечника вихря существует и в СФВ.

Согласно свойству 12 (глава 1) в сверхтекучем $^3\text{He-V}$ атомы ^3He образуют пары в p -состоянии. Это состояние, в котором между электрически одноимённо заряженными частицами со спинами, ориентированными в одном направлении, действуют силы притяжения, а между электрически разноименно заряженными частицами со спинами, ориентированными в одном направлении, действуют силы отталкивания [35, 59, 60]. Если существует аналогия между взаимодействием составляющих сверхтекучий $^3\text{He-V}$ частиц и взаимодействием составляющих СФВ микрочастиц, то между одноименно заряженными микрочастицами со спинами, ориентированными в одном направлении, действуют силы притяжения, а разноимённо заряженными со спинами, ориентированными в одном направлении — силы отталкивания. Так как согласно свойству 5 (глава 1) в сердечнике вихря СФВ имеет место спиновая поляризация СФВ, то есть, ориентация спинов микрочастиц в одном направлении, в сердечнике образуются два пространственно разделённых, электрически разноимённо заряженных «квазиколлапса» микрочастиц. Следовательно, можно говорить об электрическом дипольном моменте сердечника вихря и соответственно электрическом дипольном моменте

квантового объекта, создающего этот вихрь. В дальнейшем этот электрический дипольный момент будем называть ЭДМ-ВМ (электрический дипольный момент, связанный с волнами материи). В данной главе будут рассмотрены явления, обусловленные существованием ЭДМ-ВМ. Используются материалы работ [61-63].

Обозначим величину заряда квазиколлапса, образующегося в сердечнике вихря, через q_v , а расстояние между квазиколлапсами через L . Тогда величину ЭДМ-ВМ вихря, d_v , можно представить в виде:

$$d_v = q_v L. \quad (5.1)$$

Определим ЭДМ-ВМ d_e для электрона, то есть, $d_v = d_e$. При определении q_v принимаем, что удельный заряд квазиколлапса в сердечнике вихря, создаваемого электроном, равен удельному заряду электрона:

$$\frac{2q_v}{m_v} = \frac{e}{m_e}, \quad (5.2)$$

где e и m_e соответственно заряд и масса электрона, m_v — масса, заключённая в сердечнике вихря, то есть, суммарная масса двух квазиколлапсов. Заметим, что ещё В. Ритц отмечал, что эксперименты Кауфмана по магнитному и электрическому отклонению бета-лучей радия «приводят к убеждению», что масса электрона имеет полностью электромагнитную природу [30, 64]. В модели СФВ это означает, что электрон является квазиколлапсом только электрически отрицательно заряженных микрочастиц, составляющих СФВ, позитрон — только положительных. Размер диполя L определим следующим образом:

$$L = \gamma \lambda, \quad (5.3)$$

где γ — коэффициент пропорциональности; λ — длина волны волновой функции квантового объекта, связанная с его количеством движения p как [35]:

$$\lambda = \hbar / p. \quad (5.4)$$

Выражение (5.1), определяющее ЭДМ-ВМ электрона, с использованием (3.3), (3.5), (5.2) и (5.3) преобразуется к виду: $d_e = \frac{\gamma e \hbar}{2m_e c^2} \omega_{Sh} \lambda$. Или, с учётом (5.4) и выражения

для магнетона Бора [28] $\mu_B = e \hbar / (2m_e c)$, имеем:

$$d_e = \frac{\gamma \mu_B \hbar \omega_{Sh}}{c p}. \quad (5.5)$$

Подставляя (3.2) в уравнение (5.5), получаем для d_e :

$$d_e = \frac{\gamma \mu_B U_k}{c p}. \quad (5.6)$$

Учитывая равенства $U_k = m_e v^2 / 2$ и $p = m_e v$ (v – скорость электрона), имеем:

$$d_e = \frac{\gamma \mu_B}{2c} v. \quad (5.7)$$

Очевидно, что выражения (5.6) и (5.7) будут справедливы также и для ЭДМ-ВМ позитрона, d_p .

Рассмотрим взаимную ориентацию $\mathbf{v}$ и $\mathbf{d}_v$. Согласно (5.3) размер диполя, образованного в СФВ движущимся квантовым объектом, определяется длиной волны его волновой функции. Принимаем, что $\mathbf{d}_v \uparrow \uparrow \mathbf{k}_{Sh}$ или $\mathbf{d}_v \uparrow \downarrow \mathbf{k}_{Sh}$, где $\mathbf{k}_{Sh}$ – волновой вектор шрёдингеровской волновой функции квантового объекта, $\mathbf{k}_{Sh} \uparrow \uparrow \mathbf{p}$ [35]. Если квантовый объект электрически заряжен, то его электрическое поле действует на создаваемый им электрический диполь как момент. Следовательно, в зависимости от знака квантового объекта, при условии $\mathbf{p} \uparrow \uparrow \mathbf{v}$, создаваемый им ЭДМ-ВМ направлен вдоль скорости этого объекта или противоположно. Таким образом, например, для электрона: $\mathbf{d}_e \uparrow \uparrow \mathbf{v}$, для позитрона: $\mathbf{d}_p \uparrow \downarrow \mathbf{v}$, или в общем виде:

$$\mathbf{d}_v \uparrow \downarrow \mathbf{I}, \quad (5.8)$$

где $\mathbf{I}$ – электрический ток, создаваемый движущимся заряженным квантовым объектом.

По определению электрического дипольного момента: $\mathbf{d}_v \uparrow \downarrow \mathbf{E}$, где $\mathbf{E}$ – напряженность электрического поля в диполе (в сердечнике вихря). Согласно (2.15) и (2.18) направление электрической поляризации СФВ в сердечнике вихря противоположно направлению спиновой поляризации СФВ, то есть, направлению суммарного спина вихря $\mathbf{S}_v$. Таким образом,

$$\mathbf{d}_v \uparrow \uparrow \mathbf{S}_v. \quad (5.9)$$

Согласно свойству 7 (глава 1) спиновая поляризация СФВ в сердечнике вихря сопровождается прецессией (с частотой ω_v) спинов микрочастиц, составляющих СФВ. При незначительности угла нутации в этом прецессионном движении справедливо: $\mathbf{S}_v \uparrow \uparrow \omega_v$. Учитывая (5.9), имеем:

$$\mathbf{d}_v \uparrow \uparrow \omega_v. \quad (5.10)$$

На рис. 5.1 представлена схема взаимной ориентации векторов $\mathbf{v}$, $\mathbf{S}_v$, ω_v и $\mathbf{d}_v$, в соответствии с (5.8)-(5.10), для движущихся электрически заряженных квантовых объектов: положительного e^+ и отрицательного e^- .

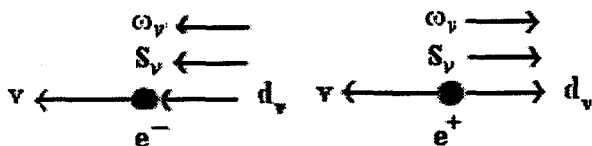


Рис. 5.1. Взаимная ориентация скорости $\mathbf{v}$ и характеристик сердечников вихрей, создаваемых движущимися электрически заряженными квантовыми объектами: положительным e^+ и отрицательным e^- : $\mathbf{S}_v$ – суммарный спин, ω_v – частота прецессии спинов, $\mathbf{d}_v$ – ЭДМ-ВМ.

Существованием электрического дипольного момента квантового объекта можно объяснить целый ряд экспериментально наблюдаемых явлений.

1. Спин-орбитальное взаимодействие

Рассмотрим движение электрона в атоме. В электрическом поле атомного ядра E_a на сердечник вихря, создаваемого электроном в СФВ, как на электрический диполь, будет действовать момент M [28]:

$$M = d_v \times E_a. \quad (5.11)$$

Рассмотрим атом водорода, находящийся в невозмущённом состоянии. В этом случае полная энергия электрона равна кинетической энергии. Используя (5.7) и (5.8) (считаем, что электрическое поле E_a не влияет на величину ЭДМ-ВМ квантового объекта) в (5.11), имеем:

$$M = \frac{\gamma \mu_B}{2c} (v \times E_a). \quad (5.12)$$

При $\mu_B \uparrow \uparrow (E_a \times v)$ и

$$\gamma = 1 \quad (5.13)$$

правая часть уравнения (5.12) совпадает с выражением для энергии спин-орбитального взаимодействия электрона в атоме водорода [60, 65]: $U_{s-o} = -\mu_B (E_a \times v) / (2c)$. Таким образом, если спин-орбитальное взаимодействие электрона определяется моментом, действующим в электрическом поле ядра на диполь, создаваемый электроном в СФВ, то ЭДМ-ВМ электрона d_e , в соответствии с (5.6), (5.8) и (5.13), можно представить в виде:

$$d_e = \frac{\mu_B U_k}{cp^2} p. \quad (5.14)$$

Для электрона атома водорода, находящегося в основном состоянии ($U_k = 13,6$ эВ, $p = 2 \cdot 10^{-24}$ кг·м·с⁻¹), в соответствии с (5.14) имеем: $d_e \approx 10^{-34}$ Кл·м ($7 \cdot 10^{-14}$ е·см).

Примечания.

1. Равенство $\gamma = 1$ согласно (5.1) и (5.3) означает, что при принятии «планетарной модели» атома радиус R орбиты электрона в основном состоянии кратен размеру создаваемого им электрического диполя в СФВ, то есть, $R = n_e L$, где n_e – главное квантовое число, характеризующее энергию электрона в атоме. (Не исключено, что именно размер диполя, создаваемого квантовым объектом в СФВ, определяет дифракцию квантовых объектов).

2. В современной квантовой механике, в системе частицы, движущейся со скоростью v в электрическом поле E_a , величина $(1/c)(E_a \times v)$ интерпретируется как магнитное поле, ориентирующее спиновый магнитный момент этой частицы вдоль $(E_a \times v)$. В рамках рассматриваемой в работе модели СФВ, согласно (5.11), роль этого ориентирующего момента выполняет момент M . Под действием момента M происходит ориентация спина частицы вдоль M и, следовательно, ориентация её спинового магнитного момента.

3. В настоящее время во многих лабораториях ведутся эксперименты по определению электрического дипольного момента электрона. Согласно полученным данным, если электрический дипольный момент электрона существует, то его значение не должно превышать $\sim 10^{-27} \text{ е } \cdot \text{ см}$ [66]. Вычисленное выше значение ЭДМ-ВМ электрона в атоме водорода не противоречит этим экспериментальным данным, так как рассматриваемый в данной главе электрический дипольный момент квантового объекта не является свойством самого объекта, он возникает в сверхтекучем физическом вакууме только при

движении объекта (имеется в виду движение, с которым связана волновая функция Шрёдингера). Так как ЭДМ-ВМ является характеристикой волновой функции частицы, экспериментальное определение значения этой характеристики связано с проблемой измерений в квантовой механике.

4. Использование формулы (5.14) для определения ЭДМ-ВМ фотона d_{ph} даёт: $d_{ph} = \mu_B$.

2. Спин-орбитальное взаимодействие при рассеянии нейтронов на ядрах

Из экспериментов по рассеянию нейтронов на ядрах следует, что для нейтрона, движущегося в электрическом поле ядер, спин-орбитальное взаимодействие имеет две составляющие: так называемое «электромагнитное» спин-орбитальное взаимодействие, определяющее швингеровское рассеяние (в [61, 62, 67] используется термин «кулоновское» спин-орбитальное взаимодействие), и ядерное спин-орбитальное взаимодействие [67-69].

Модель СФВ предлагает объяснение спин-орбитального взаимодействия нейтронов. При рассеянии нейтронов на ядрах вещества энергия нейтрона будет содержать два слагаемых: кинетическую энергию U_k и энергию U_{ni} , определяемую ядерными силами, действующими на нейтрон. Если энергия U_{ni} влияет на частоту волновой функции Шрёдингера нейтрона, а ЭДМ-ВМ нейтрона, d_n , так же как и у электрона, является функцией этой частоты, см. (5.5), то в соответствии с (5.11) (в этом случае $d_v = d_n$) полный момент M , действующий на нейтрон в электрическом поле ядра, будет содержать две составляющие: M_1 , связанную с U_k , и M_2 , связанную с U_{ni} . Момент M_1 можно интерпретировать как электромагнитное (кулоновское) спин-орбитальное

взаимодействие, а момент M_2 как ядерное спин-орбитальное взаимодействие.

Примечания.

1. Так как нейтрон является электрически нейтральной частицей, он не создаёт электрического момента, который действовал бы на электрический диполь, создаваемый нейтроном в СФВ, то есть, вектор d_n может быть направлен как по скорости нейтрона, так и против скорости. Тогда, в соответствии с (5.11) не определено и направление момента M , и, следовательно, с одинаковой вероятностью спин рассеиваемого нейтрона может быть ориентирован как вдоль своего орбитального момента, так и противоположно. Отметим, что, хотя эта равновероятность противоречит (в определённости знака) принятому в официальной науке выражению для электромагнитного спин-орбитального взаимодействия нейтрона: $(1/c)\mu_n(E_a \times v)$ (μ_n – спиновый магнитный момент нейтрона), она не противоречит экспериментальным данным по рассеянию нейтронов. Действительно, при рассеянии нейтронов веществом равновероятно любое положение нейтрона относительно рассеивающего ядра (рис. 5.2), следовательно, для рассеиваемого нейтрона равновероятен любой знак $\mu_n(E_a \times v)$.

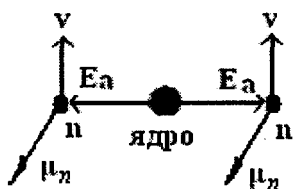


Рис. 5.2. Рассеяние нейтронов в поле ядерных сил.

n – рассеиваемые нейтроны; ядро – рассеивающее ядро; v – скорость нейтронов; E_a – напряжённость электрического поля ядра, μ_n – спиновый магнитный момент нейтрона.

2. В соответствии с (5.11) и с учётом зависимости ЭДМ-ВМ от энергии можно утверждать, что все виды энергии движущегося в электрическом поле нейтрона, определяющие частоту его волновой функции Шрёдингера, вносят вклад в спин-орбитальное взаимодействие нейтрона.

3. Несохранение чётности в атомах

На электроны атома в электрическом поле ядра действует электрическая сила, проекция которой F_{d_e} на электрический дипольный момент ЭДМ-ВМ $\mathbf{d}_e$ электрона определяется выражением [28]:

$$F_{d_e} = \mathbf{d}_e \text{grad} E_{d_e}, \quad (5.15)$$

где E_{d_e} – проекция напряжённости электрического поля ядра на $\mathbf{d}_e$. Для примера рассмотрим силу, действующую на электрон в атоме водорода, находящемся в основном состоянии. В этом случае полная энергия электрона равна его кинетической энергии U_k . В соответствии с (5.14), (5.15) и с учётом размеров диполя (5.1), (5.3), (5.4) и (5.13) сила F_{d_e} определяется как:

$$F_{d_e} = \frac{\mu_B U_k e}{cp^2 r_a^3 \left(1 + \frac{\hbar^2}{p^2 r_a^2}\right)^{3/2}} \mathbf{p}, \quad (5.16)$$

r_a – расстояние между электроном и ядром в атоме. Для электрона атома водорода, находящегося в невозмущённом состоянии: $U_k = 13,6$ эВ, $p = 2 \times 10^{-24}$ кг·м/с, $r_a = 5,3 \times 10^{-11}$ м. Подставляя эти значения в (5.16), получаем $F_{d_e} \approx 10^{-13}$ Н.

Полученная величина на шесть порядков меньше кулоновской радиальной силы между электроном и ядром, и на тридцать четыре порядка больше гравитационной силы.

Существование силы E_{de} между электроном и ядром в атоме объясняет наблюдаемое в ряде экспериментов несохранение чётности в атомах [70-71]: например, оптическую активность атомарного висмута – вращение плоскости поляризации проходящего через него света. Отметим, что существование слабого электронно-ядерного взаимодействия (слабее радиального электрического, но сильнее гравитационного), в котором сохраняются электрический заряд и все квантовые числа, было предсказано ещё в Единой теории Глэшоу–Вайнберга–Салама [72].

4. Взаимодействие электрически нейтральных параллельных проводящих пластин (эффект Казимира)

В рамках модели СФВ между двумя металлическими пластинами может возникнуть электрическая сила, обусловленная существованием ЭДМ-ВМ электронов проводимости. Для двух параллельных металлических пластин сила F_d определяется как [28]:

$$F_d = \frac{3d_1d_2}{r_c^4}, \quad (5.17)$$

где d_1 и d_2 – соответственно суммарный ЭДМ-ВМ электронов проводимости первой и второй пластины ($\mathbf{d}_1 \uparrow \downarrow \mathbf{d}_2$ или $\mathbf{d}_1 \uparrow \uparrow \mathbf{d}_2$); r_c – расстояние между пластинами, $r_c \perp \mathbf{d}_1(\mathbf{d}_2)$. Если пластины идентичны, то $d_1 = d_2$. Отметим, что использование формулы (5.17) правомерно при условии малости размеров диполей, создаваемых электронами проводимости по сравнению с расстоянием между пластинами. В соответствии с (5.3), (5.4) и (5.13) размер L электрического диполя, создаваемого электроном проводимости в металлах, определяется как $\hbar/p$, что составляет $\approx 10^{-10}$ м. В экспериментах $r_c \approx 10^{-9}$ м. Полагаем, что величины d_1 и d_2 можно определять

простым суммированием электрических дипольных моментов электронов проводимости в каждой пластине, без учёта размеров диполей, тогда использование формулы (5.17) правомерно.

Рассмотрим пластины единичной площади, учитывая только электроны, расположенные в поверхностном слое пластины толщиной ζ . Примем достаточно сильное допущение: электрические дипольные моменты рассматриваемых электронов каждой пластины ориентированы в одном направлении. Тогда из (5.14) и (5.17) получаем:

$$F_d = \frac{3\mu_B^2 U_k^2}{r_c^4 c^2 p^2} \zeta^2 N_0^2, \quad (5.18)$$

где N_0 — концентрация электронов проводимости в металлах.

Энергия электрона проводимости в металлах, U_k , равна энергии Ферми ε_F ; количество движения p электрона проводимости в металлах определяется формулой $p = \sqrt{2m_e \varepsilon_F}$. С учетом этого (5.18) принимает вид:

$$F_d = \frac{3\mu_B^2 \varepsilon_F}{r_c^4 c^2 2m_e} \zeta^2 N_0^2. \quad (5.19)$$

Концентрация электронов проводимости в металлах N_0 имеет порядок 10^{22} , а энергия Ферми определяется выражением $\varepsilon_F = \hbar^2 (3\pi^2 N_0)^{2/3} / (2m_e)$ [59]. Подставляя в (5.19) выражение для ε_F , значения констант и принимая ζ равной атомному размеру 10^{-10} м, получаем:

$$F_d = \frac{4 \cdot 10^{-23}}{r_c^4} \text{ (Н)}. \quad (5.20)$$

Выражение (5.20) согласуется с выражением, определяющим силу Казимира, F , действующую на

единицу площади двух незаряженных параллельных металлических пластин, расстояние между которыми не превышает нескольких атомных диаметров:

$$F = \hbar c \pi^2 / \left(240 a_c^4 \right) \approx 10^{-23} / r_c^4 \text{ (Н) [73, 74].}$$

Знак силы F_d зависит от взаимного направления векторов $\mathbf{d}_1$ и $\mathbf{d}_2$. При $\mathbf{d}_1 \uparrow \downarrow \mathbf{d}_2$ F_d является силой притяжения, при $\mathbf{d}_1 \uparrow \uparrow \mathbf{d}_2$ – силой отталкивания (последний вариант является неустойчивым по отношению к возмущающим воздействиям). Таким образом, согласно модели СФВ между двумя незаряженными металлическими пластинами могут действовать как силы притяжения, так и отталкивания. Этот вывод согласуется с экспериментальными данными: было обнаружено как притяжение двух незаряженных параллельных металлических пластин [73, 74], так, при определённых условиях, и отталкивание [75]. Последний эффект носит название «эффект Казимира-Лифшица».

Таким образом, к имеющимся в настоящее время объяснениям силы Казимира: например, с использованием концепции виртуальных частиц [73, 74] или сил Ван-дер-Ваальса [75], можно добавить ещё и объяснение, учитывающее взаимодействие квантовых объектов, обусловленное наличием у них ЭДМ-ВМ. *Отметим, что при описании силы Казимира с использованием концепции виртуальных частиц [73] вводится допущение о возможности сложения энергий всех виртуальных частиц вакуума, связанных с проводящими пластинами. Просматривается аналогия этого допущения с допущением, принятым в приведённом выше описании силы Казимира с использованием модели СФВ: электрические дипольные моменты электронов каждой пластины, учитываемых в формуле (5.18), ориентированы в одном направлении, то есть, складываются.*

Примечание. Согласно выводам главы 6, эффект Казимира будет отсутствовать для пластин, находящихся в сверхпроводящем состоянии, так как в сверхпроводящих веществах электроны образуют куперовские пары с нулевым суммарным дипольным электрическим моментом.

5. Изменение размеров системы электрических зарядов, находящейся в равновесии под действием только электростатических сил, при приведении её в движение
Ещё Лоренц заметил, что размеры системы электрических зарядов, находящейся в равновесии под действием лишь электростатических сил, изменяются при приведении системы в движение. Коэффициент сокращения размера системы в направлении движения, согласно предложенной

им теории, равен $\sqrt{1 - v^2 / c^2}$ (v – скорость системы зарядов, c – скорость света). (Следует отметить, что впервые гипотеза о сокращении длин в направлении движения была выдвинута в 1832 году Фицджеральдом [30].)

Проанализируем это явление, учитывая наличие электрического дипольного момента у движущегося заряда. Для простоты рассмотрим систему из двух электрически заряженных квантовых объектов, движущихся со скоростью v (имеется в виду движение, с которым связана волновая функция Шрёдингера). Введём обозначения: q_1 и d_1 – соответственно заряд и электрический дипольный момент первого квантового объекта; q_2 и d_2 – аналогичные характеристики второго квантового объекта. Сила взаимодействия между объектами складывается из двух слагаемых [28]: силы, обусловленной их взаимодействием как электрических диполей – F_d , и силы, обусловленной их взаимодействием как электрических зарядов – F_q ,

$$F_q = \frac{k_q q_1 q_2}{r_q^2}, \quad (5.21)$$

где k_q – коэффициент, определяемый системой единиц, в которой проводятся вычисления, r_q – расстояние между зарядами. Рассмотрим два варианта движения квантовых объектов: вдоль одной прямой (рис. 5.3а) и параллельно друг другу (рис. 5.3б).

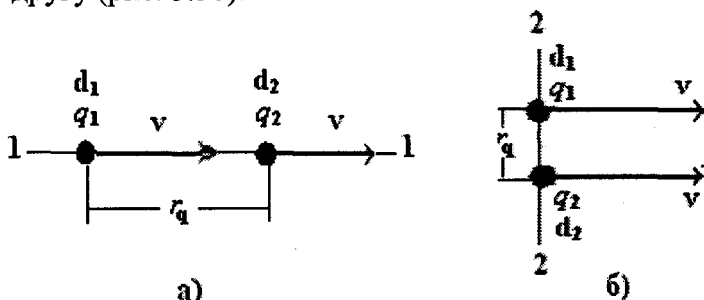


Рис. 5.3. Варианты взаимного расположения движущихся со скоростью v двух квантовых объектов с электрическими зарядами q_1 и q_2 и с ЭДМ-ВМ соответственно d_1 и d_2 ; r_q – расстояние между зарядами.

Определим результирующую силу, действующую между двумя зарядами для варианта их взаимного расположения, приведенного на рис. 5.3а. Сила F_d в этом случае определяется как [28]:

$$F_d = \frac{6d_1d_2}{r_q^4}. \quad (5.22)$$

В соответствии с (5.8) при любых знаках q_1 и q_2 силы F_q и F_d направлены в разные стороны вдоль прямой 1-1. Поэтому величина суммарной силы, действующей на заряды, F_{11} в соответствии с (5.21) и (5.22) определяется как:

$$F_{11} = |F_q - F_d| = \frac{k_q q_1 q_2}{r_q^2} \left| 1 - \frac{6d_1 d_2}{k_q q_1 q_2 r_q^2} \right|. \quad (5.23)$$

Определим результирующую силу, действующую между двумя зарядами для варианта их взаимного расположения, приведенного на рис. 5.36. Сила F_d в этом случае определяется как:

$$F_d = \frac{3d_1d_2}{r_q^4}. \quad (5.24)$$

В соответствии с (5.8) при любых знаках q_1 и q_2 силы F_q и F_d направлены в одну сторону вдоль прямой 2-2, перпендикулярной скорости зарядов v . Величина суммарной силы F_{22} , действующей на заряды перпендикулярно скорости v , в соответствии с (5.21) и (5.24) определяется как:

$$F_{22} = |F_q + F_d| = \frac{k_q q_1 q_2}{r_q^2} \left| 1 + \frac{3d_1d_2}{k_q q_1 q_2 r_q^2} \right|. \quad (5.25)$$

Таким образом, движение зарядов любого знака приводит к ослаблению электрической силы, действующей между ними в направлении движения, с коэффициентом ослабления, согласно (5.23), $1 - \frac{6d_1d_2}{k_q q_1 q_2 r_q^2}$, и к увеличению

силы, действующей в перпендикулярном направлении, с коэффициентом усиления, согласно (5.25), $1 + \frac{3d_1d_2}{k_q q_1 q_2 r_q^2}$.

Если движущимися зарядами являются электроны и/или позитроны, и энергия этих зарядов равна кинетической, то в соответствии с (5.7) и (5.13) коэффициент ослабления определяется выражением $1 - \beta^2 \frac{3\mu_B^2}{2k_q r_q^2 e^2}$, а коэффициент

усиления выражением $1 + \beta^2 \frac{3\mu_B^2}{4k_q r_q^2 e^2}$, $\beta = v/c$.

При условии, что система находится в равновесии под действием лишь электростатических сил между зарядами, указанное изменение электрических сил приведёт к изменению размеров системы электрических зарядов при движении.

Следствие 1. Электрическое взаимодействие проводов с током; при отсутствии тока провода являются электрически нейтральными

В рамках модели СФВ, между проводами с током (электрически нейтральными при отсутствии тока) возможно не только магнитное взаимодействие, но и электрическое взаимодействие электрических диполей, создаваемых движущимися зарядами в СФВ, причём эти взаимодействия имеют противоположные знаки. Рассмотрим два параллельно расположенных провода с током, имеющих бесконечную длину, и сравним две силы: магнитную, F_m , и электрическую, F_d , действующие на единицу длины проводов. Магнитная сила определяется как [28]:

$$F_m = \frac{2I^2}{c^2 r_w}, \quad (5.26)$$

где r_w – расстояние между проводами.

Полагаем, что ток I образован электронами, тогда:

$$I = N_0 v s e, \quad (5.27)$$

где N_0 – средняя концентрация электронов проводимости в материале провода, e – заряд электрона, v – скорость электронов, s – площадь сечения провода. Электрическая сила F_d определяется формулой (5.17), в которой $r_c = r_w$ и

$$d_1 = d_2 = N_0 v s d_e, \quad (5.28)$$

где d_e – ЭДМ-ВМ электрона (размер диполя не принимается во внимание). Среднее значение скорости электронов, образующих ток, равно скорости v дрейфа

электронов. Таким образом, при определении среднего значения ЭДМ-ВМ электрона проводимости в формуле (5.7) следует использовать скорость v . Тогда, в соответствии с (5.7), (5.13), (5.17) и (5.28) имеем:

$$F_d = \frac{3N_0^2 v^4 s^2 \mu_B^2}{4c^2 r_w^4} : \quad (5.29)$$

Определим отношение F_m / F_d , учитывая (5.26), (5.27) и (5.29):

$$\frac{F_m}{F_d} = \frac{8e^2 r_w^3}{3v^2 \mu_B^2} . \quad (5.30)$$

Из (5.30) следует, что $F_m > F_d$ при $r_w^3 / v^2 < 10^{-24} \text{ м} \cdot \text{с}^2$. При оценке r_w необходимо принимать во внимание, что уравнение (5.17), при $r_c = r_w$, справедливо только при $r_w \gg L$, где L – размеры диполей, образуемых движущимися зарядами в проводе.

Следствие 2. Рождение электронно-позитронных пар фотонами

В модели СФВ экспериментально обнаруженное рождение электронно-позитронной пары фотоном в электрическом поле тяжелых ядер [35] объясняется разрушением связи между двумя электрически разноимённо заряженными квазиколлапсами, образующимися в сердечнике вихря, создаваемого фотоном в СФВ.

Суммарный спин составляющих СФВ микрочастиц, содержащихся в каждом из квазиколлапсов, согласно (2.20), равен $\hbar/2$. Масса каждого квазиколлапса определяется, согласно (3.5) как $\hbar\omega_v / (2c^2)$, где ω_v – частота прецессии спинов микрочастиц в сердечнике вихря. Эти характеристики квазиколлапсов, образующихся в вихре, с учётом (3.4) идентичны соответствующим характеристикам частиц, образуемых фотоном.

Анализ такого явления, как рождение пары частица-античастица, позволяет произвести оценку силы, действующей между спинами микрочастиц. Условием рождения пары частица-античастица является соотношение $F^* \leq 0$, где F^* — результирующая сила, действующая между квазиколлапсами в сердечнике вихря и состоящая из следующих компонентов: 1) F_e — кулоновская сила между квазиколлапсами, в соответствии с (5.1) и (5.2) определяемая как $F_e = k_q q_v^2 / L^2$; 2) F_m — гравитационная сила, определяемая с учётом (3.5) как: $F_m = G m_v^2 / (4L^2)$, где G — гравитационная постоянная; 3) F_s — сила, определяющая спин-спиновое взаимодействие микрочастиц; представим её в виде: $F_s = D_1 \hbar^2 / (L^{D_2})$, где D_1 и D_2 — коэффициенты; 4) F_n — электрическая сила, действующая на квазиколлапсы в электрическом поле ядра, в окрестности которого фотон образует пару, её максимальное значение определяется как $F_n = 2q_v E_a$, где E_a — напряжённость электрического поля ядра в месте нахождения квазиколлапсов (в данном случае размером диполя, создаваемого в СФВ фотоном, пренебрегаем). Используя приведённые выражения для сил, представим F^* в виде:

$$F^* = \frac{k_q q_v^2}{L^2} + G \frac{m_v^2}{4L^2} - \frac{D_1 \hbar^2}{L^{D_2}} - 2q_v E_a. \quad (5.31)$$

В квантовой механике тот факт, что фотон образуется в электрическом поле ядра, объясняется требованиями законов сохранения. В модели СФВ ядро главным образом выполняет роль детектора (измерительной системы), при взаимодействии с которым фотон образует вихрь.

Фотон, создающий электрон-позитронную пару, образует в СФВ вихрь со следующими характеристиками: $m_v = 2m_e$, $q_v = e$, $\lambda = \hbar / (m_v c)$. Используя значения этих констант в (5.31), полагая $F_n < F_e$ и принимая в (5.4) $\gamma = 1$, получаем, что условие $F^* = 0$ выполняется при $D_1 \approx 150 \text{ м}^2/\text{кг}$ и $D_2 \approx 5$. То есть,

$$F_s \approx \frac{150 \hbar^2}{L^5} (\text{Н}). \quad (5.32)$$

(Например, у фотона с энергией $2m_e c^2$, то есть, у фотона, рождающего электрон-позитронную пару, $F_s \approx 7 \cdot 10^{-3} (\text{Н}).$)

Примечание. С каждой материальной частицей связана энергия W , определяемая выражением: $W = \hbar \omega_B$, где ω_B частота волновой функции де Бройля, см. (3.1). Энергия W заключена в прецессирующих спинах двух «групп» микрочастиц; в первую «группу» входят микрочастицы, составляющие квазиколлапс, который образует частицу; ко второй «группе» относятся микрочастицы, составляющие сердечник вихря, создаваемого этой частицей в СФВ при её движении.

Выводы к главе 5

1. Согласно модели СФВ с волнами материи квантового объекта связан электрический дипольный момент (в данной главе он назван ЭДМ-ВМ). Наличие такого момента обуславливает следующие явления:

- спин-орбитальное взаимодействие электрона в атоме;
- электромагнитное и ядерное спин-орбитальные взаимодействия при рассеянии нейтронов на ядрах;
- несохранение чётности в атомах;

- взаимодействие двух параллельных электрически нейтральных проводящих пластин (эффект Казимира);
- изменение размеров системы электрических зарядов, находящихся в равновесии под действием лишь электростатических сил, при приведении её в движение;
- электрическое взаимодействие проводов с током; при отсутствии тока провода являются электрически нейтральными.

2. Согласно модели СФВ образуемые фотоном частицы являются квазиколлапсами микрочастиц, составляющих СФВ.

Глава 6. Сверхпроводимость

Согласно выводам главы 5 квантовый объект обладает электрическим дипольным моментом, связанным с волнами материи этого объекта (ЭДМ-ВМ). Взаимодействие квантовых объектов, обусловленное существованием ЭДМ-ВМ, влияет на вязкость среды, состоящей из квантовых объектов. Одним из способов уменьшения вязкости среды является создание групп квантовых объектов с нулевым суммарным ЭДМ-ВМ. Примером такой группы является куперовская пара электронов в сверхпроводниках [59, 76]. В рассматриваемой модели СФВ сверхпроводимость возникает при уменьшении вязкости, связанной с ЭДМ-ВМ квантовых объектов. В этой главе на основе указанной концепции выведено экспериментально апробированное уравнение, связывающее температуру и критическое значение магнитной индукции в сверхпроводниках. В главе использованы материалы работ [77, 78].

6.1. Электрический дипольный момент, создаваемый куперовской парой

Куперовская пара состоит из двух электронов. Согласно уравнениям (5.5), (5.8) и (5.13) ЭДМ-ВМ электрических диполей, образованных электронами куперовской пары, соответственно d_1 и d_2 равны:

$$d_1 = \frac{\mu_B \hbar (\omega_{Sh})_1}{cp_1^2} p_1, \quad (6.1)$$

$$d_2 = \frac{\mu_B \hbar (\omega_{Sh})_2}{cp_2^2} p_2, \quad (6.2)$$

где $(\omega_{Sh})_1$ и $(\omega_{Sh})_2$ – частота волновой функции Шрёдингера, а p_1 и p_2 количество движения соответственно первого и второго электрона куперовской пары.

Так как куперовская пара образована тождественными электронами, то при $T = 0\text{K}$ и $B = 0$ (T – температура, B – магнитная индукция) имеем:

$$(\omega_{Sh})_1 = (\omega_{Sh})_2 = \omega_{Sh}, \quad (6.3)$$

$$p_1 = p_2 = p. \quad (6.4)$$

Согласно свойствам куперовской пары при $T = 0$:

$$p_1 = -p_2. \quad (6.5)$$

На расстоянии X_p от пары, значительно превышающем размер пары x_p ,

$$X_p \gg x_p, \quad (6.6)$$

полный ЭДМ-ВМ пары d_s :

$$d_s = d_1 + d_2 \quad (6.7)$$

согласно (6.1)–(6.5) может быть принят равным нулю.

Следовательно, между куперовскими парами, удаленными друг от друга на расстояние X_p , удовлетворяющее условию (6.6), будет отсутствовать электрическое дипольное взаимодействие, и среду, состоящую из таких пар, можно моделировать средой с минимальным взаимодействием составляющих её компонентов.

Проанализируем, как будет зависеть d_s от магнитной индукции B и температуры T .

1 случай: $B \neq 0$, $T = 0\text{K}$.

Экспериментально доказано, что спины электронов в куперовской паре ориентированы взаимно противоположно, поэтому наложение магнитного поля будет изменять энергию одного электрона пары на величину $\mu_B B$, а другого $-\mu_B B$. Согласно определению частоты волновой функции Шрёдингера [35] в этом случае имеем:

$$(\omega_{Sh})_1 = \omega_{Sh} + \mu_B B / \hbar, \quad (\omega_{Sh})_2 = \omega_{Sh} - \mu_B B / \hbar. \quad (6.8)$$

В соответствии с (6.1), (6.2), (6.4), (6.7) и (6.8) суммарный ЭДМ-ВМ пары уже не будет равен нулю, и его величина d_s составит:

$$d_s = \left| \frac{2\mu_B^2 B}{cp} \right|. \quad (6.9)$$

Введём критическое значение d_s , а именно d_{sc} , при котором пропадают сверхпроводящие свойства среды. Используя уравнение (6.9), свяжем величину d_{sc} с критическим значением магнитной индукции при $T = 0\text{K}$, B_{c0} . (Рассматриваются чистые сверхпроводящие элементы, характеризующиеся только одним значением критического магнитного поля.)

$$d_{sc} = \left| \frac{2\mu_B^2 B_{c0}}{cp} \right|. \quad (6.10)$$

2 случай. $B = 0$, $T \neq 0\text{K}$.

Согласно определению частоты волновой функции Шрёдингера [35] и с учётом (6.3) имеем:

$$(\omega_{Sh})_1 = \omega_{Sh} + kT / \hbar, \quad (\omega_{Sh})_2 = \omega_{Sh} + kT / \hbar, \quad (6.11)$$

где k — постоянная Больцмана. Количество движения электронов куперовской пары, учитывая (6.4), будет равно:

$$\mathbf{p}_1 = \mathbf{p} + \mathbf{z}, \quad \mathbf{p}_2 = -\mathbf{p} + \mathbf{z}, \quad (6.12)$$

где $\mathbf{z}$ — количество движения, связанное с тепловым движением:

$$z = \sqrt{2m_e kT}, \quad (6.13)$$

где m_e — масса электрона.

Согласно (6.1), (6.2), (6.7), (6.11), (6.12) и при условии, что суммарная величина ЭДМ-ВМ $(d_s)_{Sh}$, определяемая только ω_{Sh} , при любой температуре равна нулю:

$$(d_s)_{Sh} = 0, \quad (6.14)$$

выражение для d_s можно записать в виде:

$$d_s = \frac{\mu_B kT}{c|p+z|^2} (p+z) + \frac{\mu_B kT}{c|-p+z|^2} (-p+z). \quad (6.15)$$

Для простоты принимаем: $z \uparrow\uparrow p$. Тогда:

$$d_s = \left| \frac{\mu_B kT}{c} \frac{2z}{p^2 - z^2} \right|. \quad (6.16)$$

Используя последнее уравнение, выразим d_{sc} через критическую температуру T_c и соответствующее значение z_c :

$$d_{sc} = \left| \frac{\mu_B kT_c}{c} \frac{2z_c}{p^2 - z_c^2} \right|. \quad (6.17)$$

3 случай: $B \neq 0$, $T \neq 0K$.

Как и в предыдущем случае, принимаем, что $z \uparrow\uparrow p$. Характеристики электронов пары будут определяться уравнением (6.12) и приведёнными ниже (6.18) – (6.19):

$$(\omega_{Sh})_1 = \omega_{Sh} + kT/\hbar + \mu_B B/\hbar, \quad (6.18)$$

$$(\omega_{Sh})_2 = \omega_{Sh} + kT/\hbar - \mu_B B/\hbar. \quad (6.19)$$

Согласно (6.1), (6.2), (6.7), (6.12), (6.14), (6.16), (6.18) и (6.19) максимальное значение d_s , $(d_s)_{\max}$, равно:

$$(d_s)_{\max} = \left| \frac{\mu_B kT}{c} \frac{2z}{p^2 - z^2} \right| \left| \frac{\mu_B^2 B}{c} \frac{2p}{p^2 - z^2} \right|.$$

Для произвольной T (в диапазоне температур $0-T_c$) существует критическое значение магнитной индукции B_c , при котором $(d_s)_{\max} = d_{sc}$:

$$d_{sc} = \left| \frac{\mu_B kT}{c} \frac{2z}{p^2 - z^2} \right| \left| \frac{\mu_B^2 B_c}{c} \frac{2p}{p^2 - z^2} \right|. \quad (6.20)$$

Разделив обе стороны уравнения (6.20) на d_{sc} , используя уравнения (6.10), (6.13) и (6.17), получаем:

$$\frac{B_c}{B_{c0}} = \frac{p^2 - z^2}{p^2} - \frac{p^2 - z_c^2}{p^2} \left(\frac{T}{T_c} \right)^{3/2}. \quad (6.21)$$

Совместное решение уравнений (6.10) и (6.17), при условии независимости p от температуры и соблюдения неравенства $p > z_c$ (иначе теоретически возможна остановка одного из электронов куперовской пары), позволяет получить следующее выражение для p :

$$p = \frac{kT_c z_c}{2\mu_B B_{c0}} \left(1 + \sqrt{1 + \left(\frac{2\mu_B B_{c0}}{kT_c} \right)^2} \right). \quad (6.22)$$

В качестве примера на рис. 6.1 показаны зависимости B_c/B_{c0} от T/T_c для олова (Sn) в сверхпроводящем состоянии: сплошная кривая — аппроксимация экспериментально полученных данных [79]; отдельные точки — значения, вычисленные по формуле (6.21). В таблице 6.1 приведены характеристики Sn, находящегося в сверхпроводящем состоянии. Величины p и d_{sc} вычислены по формулам (6.10) (или (6.17)) и (6.22).

Таблица 6.1.

Характеристики олова (Sn)	T_c (К)	B_{c0} (Тл)	z_c (кг·м/с)	p (кг·м/с)	d_{sc} (Кл·м)
Значения	3,72	0,0306	$0,96 \cdot 10^{-26}$	$1,7 \cdot 10^{-24}$	$3 \cdot 10^{-41}$

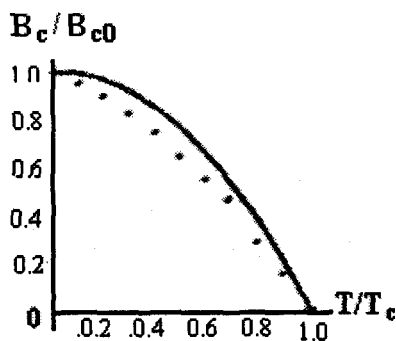


Рис. 6.1. Зависимости B_c/B_{c0} от T/T_c для олова (Sn): сплошная кривая — аппроксимация экспериментально полученных данных; отдельные точки — значения, вычисленные по формуле (6.21).

В настоящее время в физике для связи B_c/B_{c0} с T/T_c используется приближённое уравнение, полученное из анализа имеющихся экспериментальных данных:

$$B_c/B_{c0} = 1 - (T/T_c)^2 \quad [59, 79].$$

Следствия

1. Уравнение (6.21) получено исходя из допущения о существовании критического значения суммарного ЭДМ-ВМ электронов куперовской пары. При превышении этого значения вещество теряет сверхпроводящие свойства, но куперовские пары могут сохраняться. Имеются экспериментальные данные, свидетельствующие о возможности сохранения куперовских пар после потери сверхпроводящих свойств [80].

2. С позиций рассматриваемой модели СФВ образование пар электронов не является необходимым для возникновения сверхпроводимости. Образование пар электронов вызывает только уменьшение вязкости среды за счёт уменьшения электрического дипольного взаимодействия электронов в среде. Тот же самый эффект может быть получен, если электрический дипольный момент, связанный с неспаренным электроном, по величине будет меньше критического значения d_{sc} . Например, из уравнений (5.7) и (5.13) следует, что, если скорость v_e электронов среды, обладающих только кинетической

энергией $m_e v_e^2 / 2$, удовлетворяет условию: $v_e \leq 2cd_{sc} / \mu_B$, в этой среде могут появиться сверхпроводящие свойства (например, согласно данным, приведенным в таблице 6.1, для Sn это условие выполняется при $v_e < 1$ м/с). Однако при этом необходимо, чтобы расстояние между электронами X было больше размеров создаваемых ими в СФВ диполей, то есть, согласно (5.3), (5.4) и (5.13) должно выполняться условие: $X > \hbar / (m_e v_e)$.

3. Критическая температура интерпретируется согласно (6.11) и (6.12) как источник дополнительной энергии kT_c и дополнительного количества движения z_c для электронов куперовской пары. С этой точки зрения роль критической температуры может выполнять просто движение куперовской пары со скоростью $\sqrt{2kT_c / m_e}$. Это теоретическое следствие из рассмотренной модели сверхпроводимости подтверждается экспериментально [59, 79]: существует критическое значение электрического тока, при котором сверхпроводимость исчезает. (Влияние на сверхпроводящие свойства вещества магнитного поля, создаваемого током, не рассматривается.) Минимальный критический ток $(I_c)_{\min}$, создаваемый одной куперовской парой и соответствующий T_c , определяется как $(I_c)_{\min} = 2e\sqrt{2kT_c / m_e}$.

6.2. Образование куперовской пары

Одним из ключевых вопросов в теории сверхпроводимости является вопрос о природе сил, соединяющих электроны в куперовской паре.

Куперовская пара образуется из электронов, волновые функции которых имеют одинаковые характеристики («тождественных» электронов). Расстояние между электронами куперовской пары меньше их длины волны.

В модели СФВ волновые свойства квантовых объектов обусловлены созданием этими объектами вихрей в СФВ. Тожественность квантовых объектов, согласно (3.2), (3.3), (5.1) (5.3) и (5.4), означает, что спины микрочастиц в сердечниках этих вихрей прецессируют с одинаковой частотой, а электрические диполи, образующиеся в сердечниках (можно предположить, что и сами сердечники), имеют одинаковые размеры. Если расстояние между квантовыми объектами меньше размеров их длины волны, то, в соответствии с (5.3) и (5.4), сердечники вихрей, создаваемые этими объектами будут объединяться в один сердечник. В соответствии со свойством 14 (глава 1) в объединённом сердечнике будет иметь место выравнивание углов прецессии и нутации спинов микрочастиц, составляющих СФВ. В главе 5 на основе свойства 12 (глава 1) показано, что между микрочастицами существует взаимодействие, характер которого определяется взаимным направлением их спинов (так называемое «спин-спиновое взаимодействие»). Полагаем, что это спин-спиновое взаимодействие микрочастиц в объединённом сердечнике вихрей, создаваемых электронами в СФВ, и определяет возникновение куперовских пар.

В обоснование этого предположения сравним способы разрушения куперовской пары в рамках модели СФВ и способы разрушения пар, наблюдаемые в экспериментах.

- В рамках модели СФВ разрушение пары может осуществляться воздействием на спины микрочастиц в объединённом сердечнике вихрей, образуемых электронами куперовской пары в СФВ. Это можно осуществить, например, облучением сверхпроводящего вещества фотонами, так как фотоны также представляют собой в СФВ вихри, в сердечниках которых происходит спиновая поляризация СФВ. Экспериментально обнаружено разрушение куперовских пар при облучении сверхпроводника фотонами [81]. Причём, при поглощении

фотона куперовской парой наблюдается та же квантованность, что и при поглощении фотона электроном в атоме, сопровождающемся изменением характеристик волновой функции электрона.

- В рамках модели СФВ пара разрушается, если электроны пары перестают быть тождественными частицами и/или расстояние между электронами станет больше их длины волны. Это можно осуществить повышением температуры и/или наложением магнитного поля на сверхпроводник; при этом, в соответствии с (5.3), (5.4), (6.12), (6.18) и (6.19) электроны перестают быть тождественными. Разрушение пары при повышении температуры сверхпроводника и/или при наложении магнитного поля наблюдается в экспериментах [59, 79].

Приведём ещё одно доказательство состоятельности предложенной модели образования куперовской пары. Согласно выводам главы 3 спин-спиновое взаимодействие микрочастиц в сердечнике вихря, образуемого квантовым объектом в СФВ, приводит к появлению так называемой релятивистской добавки к массе квантового объекта. Объединение сердечников вихрей, создаваемых электронами пары в СФВ, повлияет на характер спин-спинового взаимодействия в этих вихрях, и, следовательно, на величину «релятивистской» добавки к массе. То есть, масса куперовской пары будет не равна сумме масс электронов, входящих в пару. Это явление было обнаружено экспериментально [82].

Примечание. Полагаем, что рассмотренный выше механизм взаимодействия тождественных частиц лежит в основе так называемого обменного взаимодействия. Обменным взаимодействием в квантовой физике объясняется, например, принцип Паули и образование доменов в ферромагнетиках [35, 59, 60].

Выводы к главе 6

1. Согласно модели СФВ сверхпроводимость возникает при уменьшении вязкости вещества, обусловленной взаимодействием электронов, вследствие наличия у них электрического дипольного момента, связанного с волнами материи. Эта концепция позволяет:

- вывести уравнение, описывающее экспериментально полученную зависимость критического значения магнитной индукции сверхпроводящего материала от температуры;
- объяснить существование куперовских пар при температуре выше критической;
- определить минимальное значение критического электрического тока, вызывающего исчезновение сверхпроводящих свойств.

2. Образование куперовской пары объясняется спин-спиновым взаимодействием микрочастиц в объединённом сердечнике вихрей, создаваемых в СФВ электронами, составляющими пару.

Глава 7. Магнетизм

В этой главе будет показано, что движение СФВ в окрестности сердечников вихрей вызывает магнитные явления, в частности, скорость этого движения определяет магнитную индукцию.

Рассмотрим движение электрически заряженных квантовых объектов.

1. Согласно выводам главы 3 движущийся квантовый объект создаёт вихрь в СФВ, а согласно выводам главы 5 поток электрически заряженных квантовых объектов (ток I) можно моделировать вихревой нитью в СФВ. Из уравнений (2.10) и (2.11) следует, что направление циркуляции Γ вектора скорости СФВ вокруг сердечника вихря противоположно направлению суммарного спина S_v микрочастиц в сердечнике вихря. Следовательно, в соответствии с (5.8) и (5.9):

$$\Gamma \uparrow \uparrow I. \quad (7.1)$$

Аналогично направлена циркуляция магнитной индукции B вокруг провода с током по отношению к направлению тока [28].

2. Согласно свойству 11 (глава 1) в СФВ могут образовываться вихри с осесимметричным сердечником, скорость СФВ вокруг которого зависит от расстояния r от оси вихря как $1/r$. Такая же зависимость от расстояния характерна для величины магнитной индукции вокруг проводника бесконечной длины с током [28].

3. Частота волновой функции Шрёдингера движущихся электрически заряженных квантовых объектов (определяющая согласно приведённому ниже уравнению (7.4) циркуляцию Γ) и магнитная индукция, создаваемая этими движущимися объектами, определяются в одной и той же системе отсчета. Например, магнитная индукция B вокруг провода с током определяется скоростью движения электрически заряженных квантовых объектов относительно «молекулярной системы» этого провода [28].

Относительно той же системы определяется энергия, а, следовательно, и частота волновой функции этих объектов.

4. В работе [26] показано, что имеется аналогия между структурами формул, описывающих магнитные взаимодействия токонесущих проводов и структурами формул, описывающих взаимодействие вихрей в идеальной несжимаемой жидкости с отрицательным давлением. Может ли сверхтекучий физический вакуум быть такой средой?

В рамках гидродинамической модели стационарное движение сверхтекучей жидкости описывается уравнением [84]: $\rho u^2 / 2 + \rho \mu = \text{const}$, где μ – химический потенциал, ρ – плотность СФВ. Вследствие фазового перехода внутри сердечника вихря (свойство 10, глава 1) потенциал μ может не проявляться внутри вихря [9]. В связи с этим действие сверхтекучей жидкости на сердечник вихря может быть математически описано введением давления p на границе сердечника вихря в СФВ. Знак давления зависит от характера внутренних напряжений в среде. Если эти внутренние напряжения имеют характер «всесторонних растяжений» [84], то давление будет отрицательным. «Всесторонние растяжения» это то, чем можно охарактеризовать СФВ в завихрённой области. Обоснуем это утверждение.

В соответствии со свойством 5 СФВ (глава 1), суммарный спин пары микрочастиц в сердечниках вихрей не равен нулю. Согласно свойству 12 СФВ (глава 1) эти пары образуются в p -состоянии; в этом состоянии между электрически противоположно заряженными микрочастицами с ориентированными вдоль одной прямой спинами существуют силы отталкивания. В главе 5 показано, что результатом действия этих сил является возникновение электрического дипольного момента сердечника вихря и рождение фотоном пары частица-античастица. Кроме того, так как сердечники вихрей в СФВ

являются электрическими диполями, в завихрённой области имеет место электрическая поляризация СФВ, то есть, про пары микрочастиц, составляющие СФВ в завихрённой области, можно сказать, что они «растянуты» вдоль электрического поля.

Так как рождающиеся из вакуума частицы с ненулевой массой покоя являются квазиколлапсами микрочастиц, составляющих СФВ (см. главу 5), плотность СФВ можно считать положительной.

Такие характеристики СФВ как отрицательное давление и положительная плотность, не противоречат существующим моделям «космического» вакуума [85-88]. Согласно этим моделям, около 70% всей энергии Вселенной существует в виде так называемой тёмной энергии или «квинтэссенции», характеризующейся однородным распределением положительной плотности и отрицательным давлением. «Квинтэссенция» не излучает, не поглощает и не отражает свет, что вполне объяснимо, если предположить, что она является светоносной средой. (Отметим, что в ряде работ [4–8, 89] обсуждаются аналогии между некоторыми свойствами сверхтекучего ^3He и космологическими явлениями.)

Таким образом, можно предположить, что давление p на границе сердечника вихря в СФВ удовлетворяет уравнению:

$$\rho u^2 / 2 - p = \text{const} . \quad (7.2)$$

(Если, как это принято в гидродинамике, рассматривать силу как интеграл $\mathbf{F} = -\int_{S'} p \mathbf{n} ds$, где $\mathbf{n}$ – внешняя нормаль к непротекаемой поверхности S' , а ds – бесконечно малый элемент этой поверхности, то, принимая во внимание (7.2), получаем: $\mathbf{F} = -\frac{1}{2} \int_{S'} \rho u^2 \mathbf{n} ds$. То есть, все динамические характеристики будут иметь знак, противоположный тому, который они имели бы для обычной идеальной

несжимаемой жидкости с теми же самыми кинематическими свойствами [26]).

Полагаем, что рассмотренная в перечисленных выше пунктах 1-4 аналогия между характеристиками поля скоростей, создаваемого в СФВ вихревыми нитями, образованными движущимися зарядами, и характеристиками магнитного поля, создаваемого этими зарядами, не случайна. То есть, движение СФВ вокруг сердечников вихрей обуславливает магнитные явления.

На базе уравнения (7.2) можно вывести соотношения, устанавливающие связь между характеристиками магнитного поля и как динамическими, так и кинематическими характеристиками СФВ.

Взаимодействие двух бесконечной длины вихревых нитей и взаимодействие двух бесконечной длины проводов с током.

Сила, действующая на единицу длины каждой из двух параллельных бесконечных по длине вихревых нитей с циркуляцией Γ , равна $F = \rho \Gamma^2 / (2\pi r_w)$, где r_w — расстояние между вихревыми нитями [26]. Сила, действующая на единицу длины каждого из двух бесконечных по длине параллельных проводов с током I , равна $F = 2I^2 / (r_{wl} c^2)$, где c — скорость света, r_{wl} — расстояние между проводами с током, принимаем $r_{wl} = r_w$ [28]. Приравнявая вышеприведённые выражения для сил и учитывая, что при одинаковом направлении токов, так же как и при одинаковом направлении циркуляции вектора скорости СФВ вокруг вихревых нитей, рассматриваемые силы являются силами притяжения, имеем:

$$\Gamma = \frac{2I}{c} \sqrt{\frac{\pi}{\rho}}. \quad (7.3)$$

Используя соотношения (3.2) и (7.3) и выражая ток как $I = qv_q$ (q – величина заряда, проходящего через поперечное сечение провода в единицу времени, v_q – скорость заряда), можно получить связь Γ с частотой волновой функции ω_{Sh} заряженных квантовых объектов, образующих ток. Рассмотрим случай, когда эти квантовые объекты имеют одинаковые значения массы m_q , электрического заряда, и полная энергия каждого из них равна кинетической энергии $m_q v^2 / 2$. Учитывая (3.2), (5.8) и (5.10), получаем:

$$\Gamma = -\frac{2q}{c} \sqrt{\frac{2\pi\hbar}{m_q \rho \omega_{Sh}}} \omega_{Sh}. \quad (7.4)$$

Если заряд выразить в кулонах, то формулу (7.4) следует записать в виде:

$$\Gamma = -\chi^* \frac{2q}{c} \sqrt{\frac{2\pi\hbar}{m_q \rho \omega_{Sh}}} \omega_{Sh},$$

где $\chi^* = 1 \text{ кг}^{1/2} \text{ М}^{1/2} \text{ с}^{-1} \text{ Кл}^{-1}$.

Поле скоростей, образованное замкнутой вихревой нитью, и магнитная индукция вокруг петли с током.

Поле скоростей $\mathbf{u}$, создаваемое замкнутой вихревой нитью с циркуляцией Γ вдоль произвольной петли, охватывающей вихревую нить, определяется как [26]:

$$\mathbf{u} = \frac{\Gamma}{4\pi} \int_L \frac{d\mathbf{l} \times \mathbf{r}}{r^3}, \quad (7.5)$$

где $d\mathbf{l}$ – бесконечно малый векторный элемент нити, L – длина вихревой нити, $\mathbf{r}$ – вектор расстояния между элементом $d\mathbf{l}$ и исследуемой точкой. Вне вихревой нити $\text{rot } \mathbf{u} = 0$. Структура уравнения (7.5) совпадает со структурой уравнения для магнитной индукции $\mathbf{B}$ вокруг

произвольного провода длины L' с током I (закон Био-Савара) [28]:

$$\mathbf{B} = \frac{I}{c} \int_{L'} \frac{d\mathbf{l} \times \mathbf{r}}{r^3}. \quad (7.6)$$

Решая совместно уравнения (7.3), (7.5) и (7.6), получаем уравнение, связывающее $\mathbf{B}$ со скоростью среды $\mathbf{u}$:

$$\mathbf{B} = 2\sqrt{\pi\rho} \cdot \mathbf{u}. \quad (7.7)$$

Примечание. Уравнение (7.2) записано для завихрённой области СФВ. (Эта область характеризуется электрической поляризацией СФВ в окрестности вихрей, а также электрической и спиновой поляризацией СФВ в сердечниках вихрей.) Следовательно, уравнения (7.3) – (7.7), являющиеся следствиями уравнения (7.2), справедливы в завихрённой области. Справедливость их в незавихрённой области СФВ не рассматривается.

Из (7.7) следует, что движение объекта в завихрённой области СФВ равносильно наложению на него внешнего магнитного поля. Если принять плотность СФВ в этой области равной принятой в космологии плотности «квинтэссенции»: $7 \cdot 10^{-27} \text{ кг/м}^3$ [85, 86, 89], то объект, летящий со скоростью света в СФВ, испытает на себе действие магнитного поля величиной $B = 3 \cdot 10^{-9} \text{ Тл}$, что составляет $\sim 10^{-4}$ от величины магнитного поля Земли.

Имеются экспериментальные данные, косвенно свидетельствующие о том, что при отсутствии магнитного поля в системе физического вакуума в системе движущегося объекта магнитное поле существует. Использован термин «косвенно», так как в рассматриваемых экспериментах данные относятся к нейтрину, свойства которого во многом ещё представляют загадку. На современном этапе развития физики наиболее приемлемой считается концепция массивного нейтринно,

имеющего направленный вдоль спина магнитный момент. При движении относительно «космического» вакуума ориентация спина нейтрино противоположна направлению скорости, в то же время при движении в магнитном поле (существенно превышающем магнитное поле Земли) спин нейтрино ориентируется вдоль магнитной индукции [90–92].

Используя формулы (2.16), (2.17), (2.24) и (7.7), можно записать систему уравнений, описывающую вихреволновой процесс в СФВ, с учётом поля скоростей, создаваемого вихревой трубкой, образованной движущимися зарядами.

$$\begin{aligned}\frac{\partial \mathbf{u}}{\partial t} &= -c \cdot \operatorname{rot} \mathbf{Y}, \\ \frac{\partial \mathbf{Y}}{\partial t} + c \mathbf{\Gamma}^* &= c \cdot \operatorname{rot} \mathbf{u},\end{aligned}$$

где $\mathbf{\Gamma}^*$ – циркуляция вектора скорости СФВ вокруг вихревой трубки, созданной однонаправленным движением электрически одноимённо заряженных частиц, делённая на площадь сечения вихревой трубки.

Историческая справка. Ещё в начале 20 века Г. А. Лоренц выдвинул предположение, что характеристики магнитного поля определяются скоростью светового эфира [93–94].

Изложенная в этой главе модель возникновения магнитного поля позволяет предложить объяснение эффекта «выталкивания» внешнего магнитного поля из массивного сверхпроводника.

Эффект имеет место как в случае, когда магнитное поле B , $B < B_c$ (B_c – критическое значение магнитной индукции при произвольной температуре T) наложено на сверхпроводник при температуре T , меньшей критической температуры T_c , так и в том случае, когда магнитное поле B накладывается при $T > T_c$, и лишь затем происходит охлаждение материала до $T < T_c$ (эффект Мейснера–

Оксенфельда [95]). Этот эффект показывает, что сверхпроводимость нельзя рассматривать как простую потерю проводником электрического сопротивления. Если бы обычный проводник, на который наложено магнитное поле, при охлаждении до $T < T_c$ становился сверхпроводящим, то в нём должно было бы сохраниться магнитное поле, которое было в момент перехода в сверхпроводящее состояние.

В модели СФВ, согласно (7.7), существование магнитного поля в какой-либо области пространства означает движение СФВ в этой области. В рамках гидродинамического описания СФВ «выталкивание» магнитного поля из сверхпроводника свидетельствует о том, что величина давления СФВ, p , в области нахождения сверхпроводника отличается от величины давления вне этой области. Одной из причин изменения давления может быть равенство нулю суммарного электрического дипольного момента куперовской пары, см. (6.14).

Выводы к главе 7

Согласно модели СФВ:

1. Магнитные взаимодействия обусловлены взаимодействием вихревых нитей, образованных движущимися электрическими зарядами в СФВ. Магнитная индукция пропорциональна скорости СФВ вокруг вихревой нити.
2. Движение объекта в завихрённой области СФВ по вызываемым физическим явлениям эквивалентно наложению на объект магнитного поля.
3. Эффект «выталкивания» магнитного поля из сверхпроводника может быть вызван изменением свойств сверхтекучего физического вакуума в окрестности куперовских пар.

Глава 8. Взаимодействие объектов в физическом вакууме посредством сверхтекучих спиновых токов

В этой главе на основе модели сверхтекучего физического вакуума предложена интерпретация следующих явлений: действие сверхмалых доз биологически активных веществ на биологические объекты; дистанционное воздействие человека на физические системы.

Согласно выводам главы 3 квантовые объекты создают в СФВ вихри. В соответствии со свойствами 5 и 7 модели СФВ (глава 1) в сердечнике вихря происходит ориентация вдоль оси вихря и прецессия спинов микрочастиц, образующих СФВ. Следовательно, сердечник вихря можно рассматривать как спиновую структуру, характеризующуюся величиной спина, частотой прецессии, углом прецессии и углом нутации. Углы прецессии и нутации являются углами ориентации параметра порядка в сверхтекучей среде, и в соответствии с 14 свойством СФВ (глава 1) в этой среде существуют процессы, стремящиеся выравнять как углы прецессии, так и углы нутации. Такими процессами являются сверхтекучие спиновые токи. Таким образом, спиновые структуры, создаваемые в СФВ квантовыми объектами (а, следовательно, и сами объекты), могут взаимодействовать посредством сверхтекучих спиновых токов. Так как все материальные тела состоят из квантовых объектов, создающих в СФВ спиновые структуры, то, следовательно, все материальные тела могут взаимодействовать друг с другом посредством сверхтекучих спиновых токов.

Определение зависимости от времени сверхтекучего спинового тока, возникающего между двумя областями с прецессирующими спинами (например, однородно прецессирующими доменами – ОПД, см. рис. 1.1), в общем случае является сложной задачей, так как скорость передачи информации о наличии градиента угла прецессии в сверхтекучей среде является теоретически бесконечной, а

скорость сверхтекучего спинового тока конечна [24]. Кроме того, должна быть принята во внимание возможность проскальзывания фазы (глава 1, свойство 15). Равенство углов прецессии и нутации для взаимодействующих ОПД будет достигнуто, то есть, взаимодействие будет наиболее «эффективно», если расстояние между ними, X , и разность между их частотами прецессии, $\Delta\omega$, будут удовлетворять следующим условиям:

$$\Delta\omega \rightarrow 0, \quad (8.1)$$

$$X \rightarrow 0. \quad (8.2)$$

Примечание. В соответствии с выводами глав 3 и 5 частота прецессии спинов микрочастиц в сердечнике вихря, создаваемого квантовым объектом, является частотой волновой функции квантового объекта, а минимальный размер сердечника вихря определяется длиной волны λ волновой функции этого объекта (например, минимальный размер сердечника вихря, созданного электроном или позитроном, равен $\lambda / (2\pi)$). Следовательно, соотношения (8.1) и (8.2) означают, что взаимодействие квантовых объектов наиболее «эффективно», когда они описываются волновыми функциями с одинаковыми частотами, а расстояние между ними меньше их длины волны.

8.1. Действие сверхмалых доз биологически активных веществ на биологические объекты

Следует отметить, что становление этого направления в науке о живых системах было непростым – от полного отрицания самого наличия проблемы и достоверности экспериментальных данных до осознания её как нового научного направления. Уровень биологической организации, на котором проявляется действие сверхмалых доз (СМД) биологически активных веществ (БАВ) весьма разнообразен – от макромолекул, клеток, органов и тканей до животных и растительных организмов.

В настоящее время доза БАВ считается сверхмалой, если концентрация этого вещества составляет 10^{-13} М и ниже [96, 97]. Отметим, что при введении в организм вещества в дозах 10^{-12} – 10^{-13} М в клетке будет содержаться приблизительно 1–10 молекул этого вещества. То есть, при концентрациях ниже 10^{-14} М, в рамках классической физики, в клетке не содержится ни одной молекулы введённого вещества. Последнее делает крайне сложным объяснение действенности СМД в рамках классической физики.

К числу эффектов, характерных для действия СМД БАВ на биологические объекты, можно отнести следующие [96-100]:

1. Кинетический парадокс, а именно: высокоэффективное воздействие СМД БАВ на клетку или организм, когда в них имеется то же вещество, но в дозах на несколько порядков выше тех, которые используются как СМД.
2. Изменение чувствительности (как правило, увеличение) биологического объекта к последующим воздействиям СМД БАВ.
3. Зависимость «знака» эффекта (подавление или стимуляция) от начальных характеристик объекта воздействия.
4. Немонотонная, полимодальная зависимость «доза-эффект». В большинстве случаев максимумы активности наблюдаются в определённых интервалах доз, разделённых между собой так называемыми «мёртвыми зонами». Иногда одинаковые эффекты получают для доз БАВ, различающихся на 5-8 порядков. Иногда в дозовой зависимости наблюдается изменение «знака» эффекта.
5. Исчезновение побочных эффектов при уменьшении дозы БАВ (при сохранении активности СМД БАВ).

Закон подобия Ганеманна («подобное лечит подобное») [101, 102] может быть следствием **четвёртого** свойства: малые дозы концентрации **определённого вещества** лечат

болезнь, а большие дозы того же самого вещества могут вызвать её.

Покажем, что перечисленные выше характеристики можно объяснить свойствами сверхтекучих спиновых токов, возникающих между спиновыми структурами, создаваемыми в сверхтекучем физическом вакууме СМД БАВ и биологическим объектом (биообъектом). (В главе использованы результаты работ [103-106].)

Для удобства изложения принимаем, что спиновая структура, создаваемая в СФВ биообъектом, характеризуется единственными значениями частоты прецессии, угла прецессии и угла нутации, то есть, является однородно прецессирующим доменом (ОПД) в СФВ.

Для «количественного» определения дозы СМД БАВ в рассматриваемой модели введём понятие «квант». «Квант» — это такая доза вещества, которая создаёт в СФВ спиновую структуру, характеризующуюся единственными значениями частоты прецессии, угла прецессии и угла нутации, то есть, структуру, являющуюся ОПД в СФВ.

Примечание. Ввиду недостатка экспериментальных данных об особенностях зависимости спиновых токов от разности углов нутации спиновых структур при анализе взаимодействия СМД БАВ и биообъекта углы нутации не рассматриваются.

1. Чтобы описать спиновые структуры, создаваемые СМД БАВ в СФВ в количестве одного «кванта» и биообъектом, введём следующие обозначения: ω_{1i} — частота прецессии в спиновой структуре, создаваемой СМД БАВ, ω_{2i} — частота прецессии в спиновой структуре, создаваемой биообъектом, $\Delta\alpha_i$ — разность углов прецессии в рассматриваемых структурах. Индекс i указывает на то, что значения соответствующих величин относятся к моменту времени t .

Допустим, что взаимодействие СМД БАВ и биообъекта начинается в момент времени $t = \tau_1$. Разность углов

прецессии $\Delta\alpha_{\tau_1}$ в момент времени τ_1 определяется выражением:

$$\Delta\alpha_{\tau_1} = (\omega_{1\tau_1} - \omega_{2\tau_1})\tau_1 + \Delta\alpha_0, \quad (8.3)$$

где $\Delta\alpha_0$ разность углов прецессии спиновых структур в момент времени $t=0$. В частном случае при $\Delta\alpha_0 = 0$ уравнение (8.3) трансформируется в

$$\Delta\alpha_{\tau_1} = (\omega_{1\tau_1} - \omega_{2\tau_1})\tau_1. \quad (8.4)$$

Составляющая сверхтекучего спинового тока, $(J)_{\tau_1}$, обусловленная разностью углов прецессии, $\Delta\alpha_{\tau_1}$, в соответствии с (1.2) определится как:

$$(J)_{\tau_1} = k_J \Delta\alpha_{\tau_1}. \quad (8.5)$$

Если разность $\Delta\omega = \omega_{1\tau_1} - \omega_{2\tau_1}$ подчиняется условию (8.1) (условие (8.2) можно считать выполняющимся автоматически), то в соответствии с 14 свойством СФВ (глава 1) происходит выравнивание углов прецессии. Как следует из уравнений (8.3) и (8.4), следствием выравнивания углов прецессии является уменьшение разности частот прецессии в спиновых структурах, создаваемых СМД БАВ и биообъектом в СФВ, то есть, для момента времени $\tau_2 > \tau_1$ (при условии, что $\omega_{1\tau_1}$ не меняется в интервале времени $\tau_2 - \tau_1$ и равна $\omega_{1\tau_1}$) справедливы следующие соотношения:

$$\begin{aligned} \Delta\alpha_{\tau_2} &\approx 0, \\ \left| \omega_{1\tau_1} - \omega_{2\tau_2} \right| &< \left| \omega_{1\tau_1} - \omega_{2\tau_1} \right|, \end{aligned} \quad (8.6)$$

где переменные $\Delta\alpha_{\tau_2}$ и $\omega_{2\tau_2}$ соответствуют переменным $\Delta\alpha_{\tau_1}$ и $\omega_{2\tau_1}$, но значения их взяты в момент времени τ_2 . Таким образом, воздействие СМД БАВ на биообъект в

интервале времени $\tau_2 - \tau_1$ при соблюдении условий (8.1) и (8.2) приводит к тому, что характеристики спиновых структур, создаваемых биообъектом, приближаются к соответствующим характеристикам спиновых структур, создаваемых СМД БАВ. С этой точки зрения можно говорить о «чувствительности» биообъекта к действию СМД БАВ.

Отметим, что условие (8.1) всегда выполняется для биологически активного вещества, которое уже содержится в биообъекте, но в дозах, на несколько порядков выше тех, которые используются как СМД. Высокая концентрация такого вещества в биообъекте приводит к тому, что именно оно определяет характеристики спиновой структуры, создаваемой биообъектом в СФВ, и это приводит к минимальной разности частот $\omega_{2\tau_1}$ и $\omega_{1\tau_1}$.

Этот теоретический вывод согласуется с первым свойством действия СМД на биообъект (кинетический парадокс): высокоэффективное воздействие СМД БАВ на клетку или организм, когда в них имеется то же вещество, но в дозах на несколько порядков выше тех, которые используются как СМД.

2. В предыдущем пункте было показано, что в результате действия СМД БАВ на биообъект частота прецессии в спиновой структуре, созданной биообъектом в СФВ, изменяется. Это изменение приводит к тому, что при воздействии на один биообъект последовательно двух СМД БАВ чувствительность биообъекта по отношению к воздействию второй СМД БАВ будет зависеть от свойств первого. Действительно, условие (8.1) может перестать соблюдаться для второй СМД БАВ, хотя до воздействия первого оно соблюдалась, или наоборот, условие (8.1) начнёт соблюдаться для второго СМД БАВ, хотя до воздействия первой СМД БАВ оно не соблюдалось.

Рассмотрим теперь случай, когда частота прецессии в спиновой структуре, создаваемой первой СМД БАВ (она

обозначена выше как $\omega_{1\tau_1}$), равна частоте прецессии в спиновой структуре, созданной последующей СМД БАВ. Как следует из (8.6), после действия первой СМД БАВ в интервале времени $\tau_2 - \tau_1$ на биологический объект величина $\Delta\omega = \omega_{1\tau_1} - \omega_{2\tau_2}$ (используемая в условии (8.1)) имеет больший порядок малости, чем до действия первой СМД БАВ, когда она была равна $\omega_{1\tau_1} - \omega_{2\tau_1}$. Это увеличивает чувствительность биологического объекта к последующим воздействиям СМД БАВ, спиновая структура которого имеет ту же частоту прецессии $\omega_{1\tau_1}$, что и первая СМД.

Полученные выводы согласуются со вторым свойством действия СМД БАВ: изменение чувствительности биологического объекта к последующим воздействиям СМД БАВ.

3. С частотой прецессии ω спинов связана энергия U :

$$U = S\omega, \quad (8.7)$$

S – суммарный спин спиновой структуры. Если частота прецессии изменяется, то изменяется и энергия. Рассмотренное выше в пункте 1 воздействие СМД БАВ на биообъект в интервале времени $\tau_2 - \tau_1$ приводит к тому, что в соответствии с (8.6) частота прецессии, связанная с биообъектом, изменяется на величину $\omega_{2\tau_2} - \omega_{2\tau_1}$.

Следовательно, энергия спиновой структуры, созданной биообъектом в СФВ (можно предположить, и энергия самого биообъекта), согласно (8.7), изменяется на величину ΔU :

$$\Delta U = S(\omega_{2\tau_2} - \omega_{2\tau_1}). \quad (8.8)$$

В зависимости от знака $\omega_{2\tau_2} - \omega_{2\tau_1}$ действие СМД БАВ по отношению к конкретному БО может быть охарактеризовано как «охлаждающее» или как

«нагревающее». Если в момент τ_1 разность углов прецессии $\Delta\alpha_{\tau_1}$ определяется выражением (8.4), то в соответствии с (8.6) и (8.8) при $\omega_{2\tau_1} < \omega_{1\tau_1}$ поток энергии направлен к биообъекту, а при $\omega_{2\tau_1} > \omega_{1\tau_1}$ он имеет противоположное направление. Согласно (1.1) и (8.4) направление потока энергии совпадает с направлением сверхтекучего спинового тока.

В общем случае, как следует из (8.3) и (8.5), направление сверхтекучего спинового тока $(J)_{\tau_1}$ в момент времени τ_1 определяется не только разностью $\omega_{2\tau_1} - \omega_{1\tau_1}$, но также величиной и знаком $\Delta\alpha_0$.

Если связать «знак» эффекта от воздействия СМД на биообъект с направлением сверхтекучего спинового тока между спиновыми структурами, созданными ими в СФВ, то получаем полное согласие с третьим свойством действия СМД БАВ на биологический объект: зависимость «знака» эффекта от начального состояния биологического объекта.

4. Проанализируем особенности воздействия СМД на биообъект при условии, что СМД состоит не из одного «кванта», как во всех рассмотренных выше случаях, а из Z «квантов». Обозначим через j_i сверхтекучий спиновый ток, возникший между спиновой структурой, созданной в СФВ i -м «квантом», и спиновой структурой, созданной биообъектом. Суммарный сверхтекучий спиновый ток J_{sum}

определится выражением: $J_{sum} = \sum_{i=1}^Z j_i$. Допустим, j_i равны

по величине и знаку для всех i , то есть, $j_i = j$, тогда:

$$J_{sum} = Z \cdot j. \quad (8.9)$$

Согласно свойству 15 (глава 1) при некотором $\Delta\alpha_c$ (и, соответственно, критическом токе J_c) имеет место проскальзывание (сброс) угла (фазы) прецессии на величину $2\pi n$ ($n = 1, 2, \dots$). В соответствии с (8.9), можно ввести критическое количество «квантов», Z_c , при котором

$$J_{sum} = J_c:$$

$$Z_c = J_c / j. \quad (8.10)$$

Величины $\Delta\alpha_c$ и J_c не являются постоянными для сверхтекучей среды и определяются, в частности, характеристиками спиновых структур, между которыми возникает сверхтекучий спиновый ток. Например, в экспериментах, результаты которых представлены на рис. 1.2, сброс фазы происходит на величину 2π , а $\Delta\alpha_c = \pi$; результатом сброса фазы является изменение знака сверхтекучего спинового тока, а, следовательно, и направления энергетических потоков. Согласно другим экспериментальным данным [23], $\Delta\alpha_c$ может превышать 2π . В этом случае сброс фазы на величину 2π может вызвать не изменение знака сверхтекучего спинового тока, а только ослабление последнего.

Величина Z_c , как следует из (8.10), существенно непостоянна: во-первых, она зависит от непостоянного J_c , во-вторых, от сверхтекучего спинового тока j , который, в свою очередь, определяется характеристиками (углами прецессии и нутации) спиновых структур, созданных в СФВ «квантом» СМД и биообъектом. Вследствие этого для одной и той же пары «СМД – биообъект» величина Z_c может принимать несколько значений. Таким образом, существование эффекта проскальзывания фазы делает зависимость суммарного сверхтекучего спинового тока между спиновыми структурами, создаваемыми СМД БАВ и биообъектом, от количества «квантов» немонотонной и полимодальной.

Если количество квантов определяет дозу СМД БАВ, то полученный теоретический вывод согласуется с четвёртым свойством действия СМД БАВ на биологический объект: немонотонная, полимодальная зависимость «доза-эффект». В некоторых случаях наблюдается изменение «знака» эффекта.

5. Согласно введённому в работе определению, «квант» – это такая доза вещества, которая создаёт в СФВ спиновую структуру с единственным значением частоты прецессии спинов микрочастиц, составляющих СФВ, то есть, согласно обозначению, введённому в п. 1, с одним значением частоты ω_1 . Если доза содержит несколько квантов, то это означает, что применяемая доза БАВ характеризуется несколькими значениями частоты ω_1 и соответственно может воздействовать одновременно на несколько биологических объектов, для которых соблюдаются условия (8.1) и (8.2). То есть, чем меньше доза, тем с меньшим количеством биологических объектов взаимодействует СМД БАВ.

Если количество квантов определяет дозу СМД БАВ, то полученный теоретический вывод согласуется с пятым свойством действия СМД БАВ на биологический объект: исчезновение побочных эффектов при уменьшении дозы СМД БАВ (с сохранением активности СМД БАВ).

Таким образом, перечисленные в начале главы эффекты, характерные для действия СМД биологически активных веществ на биологические объекты, могут быть описаны свойствами сверхтекучих спиновых токов, возникающих в СФВ между спиновыми структурами, созданными в СФВ сверхмалой дозой биологически активного вещества и биологическим объектом.

Следствия

I. Фотоны, как и материальные квантовые объекты, создают в СФВ спиновые структуры, и, вследствие этого, могут взаимодействовать с другими квантовыми объектами

посредством сверхтекучих спиновых токов. Это объясняет, почему эффекты, наблюдаемые при действии СМД БАВ, имеют место и при действии на биологические объекты низкоинтенсивного электромагнитного излучения (электромагнитное излучение относят к низкоинтенсивному при плотности потока менее 1 мкВт/см^2) [96, 97].

II. Сверхтекучие спиновые токи, посредством которых взаимодействуют СМД БАВ и биологический объект, распространяются в более «тонкой» физической среде (сверхтекучий физический вакуум), чем молекулярная. Следовательно, сверхтекучие спиновые токи могут не экранироваться молекулярными веществами. Именно этим можно объяснить результаты некоторых наблюдений, приведённые в книге Беллавите и Синьорине “Возникновение науки гомеопатии” [107]: «Имеются предварительные данные о том, что эффект может быть получен не только прямым использованием гомеопатического лекарства в растворе, но и использованием закрытых ампул, содержащих соответствующий раствор и находящихся в контакте с человеком или животным». Эти авторы ссылаются на эксперименты, описанные в работе [108].

III. В рамках модели СФВ можно объяснить экспериментально наблюдаемое взаимодействие между клетками и продуктами их синтетической деятельности, если предположить, что спиновые структуры, создаваемые в СФВ клеткой и продуктом её синтетической деятельности, характеризуются близкими частотами прецессии спинов микрочастиц, составляющих СФВ.

Рассмотрим пример из области физиологии растений. Одноклеточные водоросли *Chlamydomonas eugametus*, неподвижные в темноте, становятся подвижными при облучении их светом в течение 4 минут (после 2-х минут облучения появляются жгутики, а после ещё 2-х минут облучения клетки становятся подвижными) [109]. Оказалось, что действие света может быть заменено

фильтратами культур, уже подвергшихся освещению. Так, каротиноид кроцин, возникший в культуре неподвижных клеток после её 2-х минутного освещения, при разведении 10^{-14} М вызывал появление подвижности клеток в темновой (не подвергшейся освещению) культуре. Для физиологов подобное действие каротиноида кроцина является труднообъяснимым явлением. При разведении 10^{-14} М на 1 клетку в культуре приходится не более одной молекулы БАВ. Химические реакции между молекулами кроцина и их гипотетическими рецепторами при таких концентрациях практически невозможны. Расчёт скорости реакции по формуле Аррениуса показывает, что при этих концентрациях и условиях реакции кроцин может образовывать специфические комплексы с гипотетическими рецепторами заметного числа клеток лишь после многих лет, если не десятилетий пребывания в культуре [110].

IV. В рамках модели СФВ возможно «заражение» одного организма от другого даже незаразными с точки зрения официальной медицины болезнями. Это «заражение» может происходить за счёт взаимодействия больного органа одного организма со здоровым органом второго организма, если эти органы создают в СФВ спиновые структуры с близкими частотами прецессии. Отметим, что за счет изменения в процессе такого взаимодействия характеристик спиновых структур, создаваемых больным органом, возможен и оздоровительный эффект.

Известно, что вплоть до 19 века люди верили, что болезнь можно перенести на животных; и, например, во многих странах на базарах продавались птицы авдотки (*Burhinus oedipnemus*; *англ.* stone-curlew или thick knee) для перенесения на них желтухи. Вот что пишет по этому поводу известный английский этнолог, знаток магических ритуалов, Джеймс Джордж Фрэзер [111, стр. 26], [112]: «древние утверждали, что, если больной, страдающий

желтухой, очень пристально смотрел на птицу, а птица упорно смотрела на него, больной вылечивался».

V. Согласно выводам главы 3 частота прецессии спинов микрочастиц в спиновой структуре, создаваемой квантовым объектом, равна частоте волновой функции этого объекта. Частоты волновых функций электронов в атоме вещества определяют спектр собственных частот атома, и при некоторых условиях, например, при ионизации атома, частота волновой функции электрона совпадает с одной из его собственных частот. То есть, частота электромагнитного излучения атома может совпадать с частотой прецессии спинов микрочастиц в создаваемой атомом спиновой структуре в СФВ. И это может быть объяснением древнего принципа лечения многих заболеваний: «Подобное лечит подобное». Вот некоторые хорошо известные рекомендации, базирующиеся на этом принципе: рожистые воспаления, имеющие красный цвет, надо лечить наложением на них тканей красного цвета, а воспаление желчных протоков – наложением тканей желтого цвета. По сути дела, такое свойство воздействия СМД БАВ как кинетический парадокс является проявлением именно этого принципа.

VI. Согласно модели СФВ переменные магнитные поля будут влиять на эффективность воздействия СМД БАВ на биообъект. В соответствии с (7.7) изменение магнитного поля означает изменение скорости движения СФВ. Изменение скорости движения СФВ вызывает изменение характеристик спинов микрочастиц, составляющих СФВ, см. (2.9), что, в свою очередь, может повлиять на характеристики спиновых структур, создаваемых СМД БАВ и биообъектом в СФВ, и, следовательно, на их взаимодействие. В работе [96] приведены данные о положительном эффекте комплексного лечения: с применением СМД БАВ и физических полей, в частности, низкоинтенсивного магнитного поля.

VII. Согласно предлагаемой модели СФВ, *биологически активное вещество* – это вещество, генерирующее такую спиновую структуру в СФВ, в которой частота прецессии спинов микрочастиц равна аналогичной частоте прецессии в спиновой структуре, создаваемой биологическим объектом. Другими словами, если СМД действует на биообъект, то это означает, что частота прецессии спинов микрочастиц в спиновой структуре, создаваемой этой СМД в СФВ, имеет тот же порядок величины, что частота прецессии спинов микрочастиц в спиновой структуре, создаваемой биообъектом.

VIII. Размер структуры, создаваемой системой, состоящей из квантовых объектов, определяется размерами сердечников вихрей, создаваемых квантовыми объектами в СФВ. В свою очередь, размер сердечника вихря должен быть не меньше размера образующегося в нём электрического диполя. В главе 5 было показано, см. (5.3) и (5.13), что размер электрического диполя, создаваемого квантовым объектом в СФВ, имеет порядок длины волны де Бройля квантового объекта. Длина волны де Бройля квантового объекта может на несколько порядков превышать его размеры. Например, длина волны де Бройля электрона в атоме водорода, находящегося в основном состоянии, на пять порядков превышает его «классический» радиус. В результате обычное понятие концентрации вещества в этом случае теряет смысл.

IX. Рассмотренная в работе модель действия СМД, хотя и основана на принципах квантовой механики (сверхтекучие спиновые токи), однако рассматривает взаимодействие биологически активного вещества с биологическим объектом не как взаимодействие ансамблей квантовых объектов, а как взаимодействие единичных квантовых объектов. То есть, используется не статистическое, а детерминированное описание этого взаимодействия. Этот подход находится в согласии с некоторыми выводами, к

которым пришёл основоположник квантовой механики Э. Шрёдингер. В своей книге «Что такое жизнь?» [113, 114]: он писал: “Живой организм представляется макроскопической системой, частично приближающейся в своих проявлениях к чисто механическому (по контрасту с термодинамическим) поведению, к которому стремятся все системы, когда температура приближается к абсолютному нулю и молекулярная неупорядоченность снимается.”

Фактически, то же самое имеет место в рассматриваемой модели действия СМД биологически активных веществ при воздействии их на живые организмы: детерминированное воздействие, происходящее в физическом вакууме, имеющем свойства молекулярной жидкости, когда её температура приближается к нулевой температуре по Кельвину (свойства сверхтекучего $^3\text{He-B}$).

8.2. О дистанционном воздействии человека на физические системы (психокинез)

Существует большое количество экспериментов, в которых обнаружена возможность дистанционного воздействия сознания человека на различные физические системы. Объяснение этого явления в рамках современных физических концепций является неразрешимой задачей. Использование модели СФВ в этих целях не решает полностью проблемы. Однако некоторые выявленные экспериментально особенности психокинеза не противоречат рассматриваемой модели СФВ. Рассмотрим эти особенности, взяв за основу результаты экспериментов с такими приборами как измеряющий магнитную индукцию германиевый датчик Холла [115], газоразрядный счётчик [116], микрокалориметр и фоторезистор [117].

1. “Селективность”: человек-оператор может влиять только на один из нескольких рядом расположенных однотипных приборов. До начала воздействия существует стадия «установления контакта» оператора с прибором; на этой

стадии оператор «подбирает» такое состояние своего организма, при котором результат является максимальным.

2. Независимость результата воздействия от наличия электромагнитных экранов.

3. Во многих случаях независимость результата воздействия от расстояния между оператором и прибором (в экспериментах расстояние варьировалось от 0,5 м до 2000 км).

4. Информативность воздействия: например, при воздействии на генератор шума оператор может по своему желанию как подавлять выходной сигнал, так и вызывать генерацию последовательности сигналов.

Рассмотрим, каким образом эти особенности можно объяснить в рамках модели СФВ [118-132].

“Селективность” Предполагается, что на стадии «установления контакта» оператор изменяет состояние своего организма таким образом, чтобы стали равными частоты прецессии спинов микрочастиц, составляющих СФВ, в спиновых структурах, создаваемых оператором и физическим прибором в СФВ. Как результат этого на стадии воздействия оператор влияет только на тот прибор, с которым у него был установлен контакт, то есть, выполняется условие (8.1).

Независимость результата от наличия электромагнитных экранов. Сверхтекучие спиновые токи не являются электромагнитным процессом в СФВ. Следовательно, они могут не экранироваться электромагнитными экранами.

Независимость результата от расстояния. Объяснение этого свойства не является однозначным. С одной стороны, согласно (1.1), теоретически сверхтекучие спиновые токи не зависят от расстояния. С другой стороны, выравнивание характеристик спиновых структур, создаваемых в СФВ взаимодействующими объектами, имеет место при соблюдении условий (8.1) и (8.2). В итоге можно сделать следующий вывод: объекты, создающие в СФВ спиновые структуры, будут взаимодействовать на любом расстоянии,

но эффективность этого взаимодействия (то есть, степень выравнивания характеристик взаимодействующих спиновых структур) зависит от характеристик этих спиновых структур и расстояния между ними.

Информативность воздействия. Согласно (8.6) и (8.8) взаимодействие спиновых структур сопровождается изменением энергии этих структур вследствие изменения частот прецессии спинов составляющих их микрочастиц. Причём характер изменения частот прецессии определяет и характер изменения энергии взаимодействующих структур. Таким образом, если оператор может изменять частоты прецессии в создаваемых им в СФВ спиновых структурах (свойство «селективности» свидетельствует о такой возможности), он способен как передавать энергию физической системе, так и отбирать.

Примечание. Некоторые проявления психокинеза можно отнести к магическим обрядам, в частности, к контагиозной магии [111, 112, 119, 123, 133-135]. В соответствии с классификацией Джеймса Джорджа Фрэзера, контагиозная магия основывается на вере в то, что «вещи, которые раз пришли в соприкосновение друг с другом, продолжают взаимодействовать на расстоянии после прекращения прямого контакта» [111, 112]. Например, в древности у всех народов существовал обычай (сохранившийся до сих пор в некоторых районах мира) тщательно прятать остриженные волосы и ногти, выпавшие молочные зубы ребёнка. Считалось, что через эти вещи можно нанести вред их бывшему владельцу. Туземцы Австралии для того, чтобы навредить своему врагу, похищали у него вещи, а затем колотили их и держали над огнём, считая, что таким образом наносят вред и самому врагу.

По поводу физических принципов, которые могли бы лежать в основе контагиозной магии, Фрэзер писал:

«вещи воздействуют друг на друга на расстоянии и импульс передаётся от одной к другой посредством чего-то похожего на невидимый эфир». С позиций, изложенных в данной работе, можно предположить, что этот «невидимый эфир» по своим свойствам подобен свойствам сверхтекучего физического вакуума.

Отметим, что взаимодействие посредством сверхтекучих спиновых токов возможно между спиновыми структурами, создаваемыми материальными объектами любого типа, как одушевлёнными, так и неодушевлёнными.

Выводы к главе 8

Из рассматриваемой в работе модели СФВ следует:

1. Действие сверхмалых доз биологически активного вещества на биологический объект осуществляется посредством сверхтекучих спиновых токов, возникающих между спиновыми структурами, создаваемыми в СФВ биологически активным веществом и биологическим объектом.
2. Действие низкоинтенсивного электромагнитного излучения на биологический объект осуществляется посредством сверхтекучих спиновых токов, возникающих между спиновыми структурами, создаваемыми в СФВ биологическим объектом и фотонами, составляющими электромагнитное излучение.
3. Некоторые свойства психокинеза (воздействие сознания человека на физические системы) могут быть описаны свойствами сверхтекучих спиновых токов, возникающих между спиновыми структурами, создаваемыми человеком и объектом его воздействия в СФВ.
4. Возможно действие друг на друга посредством сверхтекучих спиновых токов косных (неживых) объектов, так как сверхтекучие спиновые токи могут возникать между спиновыми структурами, создаваемыми квантовыми объектами любого типа.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Наделение физического вакуума свойствами сверхтекучего $^3\text{He-V}$ – в данной работе физический вакуум с такими свойствами называется сверхтекучим физическим вакуумом (СФВ) – позволяет:

I. Ввести систему уравнений, описывающих излучение, распространение и поглощение света. Уравнения Максвелла являются следствием этих уравнений.

В модели СФВ свет является вихре-волновым (или по характеру создаваемых им возмущений спиново-магнитным) процессом в СФВ, сопровождающимся электрическими возмущениями.

II. Объяснить сохранение плоскости электрической поляризации света.

Явление обусловлено прецессией спинов микрочастиц, составляющих СФВ, при распространении света.

III. Объяснить структурное сходство выражений для удельной энергии электрического и магнитного полей, соответственно: $E^2/8\pi$ и $B^2/8\pi$, где E – напряжённость электрического поля, B – магнитная индукция.

В рамках модели СФВ оба выражения определяют удельную кинетическую энергию движения одной и той же среды (сверхтекучего физического вакуума) в разных фазах её движения.

IV. Ввести реальный физический процесс, определяющий волновые свойства квантовых объектов.

Таким процессом является образование квантовыми объектами вихрей в возмущённом СФВ. Частота волновой функции Шрёдингера – это частота прецессии спинов микрочастиц, составляющих СФВ, в сердечниках этих вихрей. Длина волны определяется размером сердечника вихря.

V. Описать взаимодействие фотона с квантовым объектом, имеющим ненулевую массу покоя.

Взаимодействие фотона с квантовым объектом можно рассматривать как спин-спиновое взаимодействие микрочастиц, составляющих вихри, которые образуются фотоном и квантовым объектом в СФВ.

VI. Объяснить такое явление квантовой нелокальности, как корреляция фаз фотонов, или, что то же самое, фаз волновых функций фотонов.

Это явление, по существу, представляет собой процесс выравнивания углов прецессии спинов составляющих СФВ микрочастиц в сердечниках вихрей, создаваемых фотонами в СФВ.

VII. Объяснить происхождение так называемой релятивистской добавки к массе движущихся квантовых объектов. (Здесь и далее движение квантового объекта рассматривается относительно той системы отсчёта, в которой квантовый объект характеризуется волновыми свойствами.)

В рассматриваемой модели СФВ «релятивистская» добавка к массе обусловлена волновыми свойствами квантового объекта, а именно, инерционными свойствами сердечника вихря, создаваемого квантовым объектом в СФВ. Величина добавки к массе, Δm , связана с частотой прецессии спинов микрочастиц в сердечнике вихря, или, что то же самое, с частотой волновой функции Шрёдингера ω_{Sh} соотношением: $\Delta m = \hbar \omega_{Sh} / c^2$ (c – скорость света).

VIII. Объяснить эффект Вавилова-Черенкова – свечение, создаваемое электроном, движущимся в среде со скоростью v_e , превышающей фазовую скорость распространения света в этой среде, – не вводя электрическую поляризацию среды, в которой движется электрон.

Эффект обусловлен созданием квантовыми частицами вихрей в СФВ и образованием вихре-волнового процесса в СФВ при превышении этими частицами скорости света. В рамках рассматриваемой модели СФВ эффект будет иметь место при движении любой квантовой частицы, в том числе,

не создающей электрической поляризации среды, через которую она движется.

IX. Объяснить спин-орбитальное взаимодействие, не вводя магнитное поле в систему движущегося квантового объекта.

Это взаимодействие обусловлено моментом, действующим в электрическом поле на создаваемый квантовым объектом в СФВ вихрь как на электрический диполь. Это объяснение применимо и к ядерному спин-орбитальному взаимодействию нуклонов, рассеиваемых ядрами вещества.

X. Объяснить эффекты несохранения чётности в оптических экспериментах.

Эти эффекты объясняются существованием силы, действующей в электрическом поле ядра на создаваемые электронами атома в СФВ вихри как на электрические диполи.

XI. Объяснить взаимодействие в вакууме двух незаряженных параллельных металлических пластин, расстояние между которыми не превышает нескольких атомных диаметров (эффект Казимира).

Этот эффект объясняется электрическим взаимодействием вихрей (как электрических диполей), создаваемых в СФВ электронами проводимости металлических пластин. Согласно модели СФВ эффект будет отсутствовать у сверхпроводящих пластин.

XII. Объяснить наблюдаемое ещё Лоренцем изменение размеров системы зарядов, находящейся в равновесии под действием только электростатических сил, при приведении системы в движение.

Искажение электрического поля движущегося заряда происходит из-за наличия электрического дипольного момента у вихрей, создаваемых движущимися квантовыми объектами, причём величина этого момента пропорциональна скорости квантового объекта.

XIII. Объяснить обменное взаимодействие «тождественных» квантовых объектов.

В рамках модели СФВ «тождественность» квантовых объектов означает, что спины микрочастиц в сердечниках вихрей, образуемых этими объектами в СФВ, имеют равные частоты прецессии, а сердечники этих вихрей имеют одинаковые размеры. Обменное взаимодействие возникает за счёт спин-спинового взаимодействия микрочастиц, составляющих СФВ, при объединении сердечников этих вихрей.

XIV. Объяснить образование куперовских пар в сверхпроводниках.

Куперовские пары образуются за счёт обменного взаимодействия «тождественных» электронов в СФВ (см. п. XIII).

XV. Объяснить структурное сходство уравнений, описывающих магнитное взаимодействие проводов с током, и уравнений, описывающих взаимодействие вихревых нитей в идеальной несжимаемой жидкости с отрицательным давлением.

Сходство объясняется тем, что магнитная индукция определяется скоростью движения СФВ в возмущённой (например, завихрённой) области. Свойства СФВ в завихрённой области можно моделировать свойствами идеальной несжимаемой жидкости с положительной плотностью и отрицательным давлением.

XVI. Объяснить особенности действия сверхмалых доз биологически активного вещества на биологический объект.

Воздействие осуществляется посредством сверхтекучих спиновых токов, возникающих между спиновыми структурами, создаваемыми в СФВ биологически активным веществом и биологическим объектом.

XVII. Объяснить некоторые особенности ментального действия человека-оператора на физические системы (психокинез).

Эти особенности могут быть объяснены свойствами сверхтекучих спиновых токов, возникающих между спиновыми структурами, создаваемыми человеком и объектом его воздействия в СФВ.

XVIII. Предложить объяснение образования электронно-позитронной пары фотоном в электрическом поле атомного ядра.

Рождение частиц происходит за счёт разрыва связей между электрически заряженными «квазиколлапсами» микрочастиц, составляющих СФВ. «Квазиколлапсы» образуются в сердечнике вихря, создаваемого фотоном в окрестности атомного ядра. Суммарная масса m порождаемых частиц связана с частотой прецессии ω_v спинов микрочастиц в вихре соотношением: $m = \hbar \omega_v / c^2$.

Спин каждой из рождающихся частиц равен суммарному спину микрочастиц, составляющих «квазиколлапсы»: $\hbar / 2$.

XIX. Предложить постулат о выравнивании скорости света.

Скорость света выравнивается до значения фундаментальной константы c в тех системах отсчёта, в которых квантовые объекты создают вихри в СФВ, то есть, в системах, в которых возникают волновые свойства материи. Учитывая, что эти свойства характерны для инерциальных систем отсчёта, этот постулат в определённой степени согласуется со вторым постулатом специальной теории относительности, согласно которому скорость света в вакууме в любых инерциальных системах отсчёта равна фундаментальной константе c независимо от движения источника.

XX. Предложить объяснение сверхпроводимости.

В рассматриваемой модели СФВ сверхпроводимость возникает при уменьшении вязкости вещества, обусловленной взаимодействием электронов, вследствие наличия у них электрического дипольного момента, связанного с волнами материи. На основе этой концепции

выведено уравнение, описывающее экспериментально полученную зависимость критического значения магнитной индукции от температуры для чистых сверхпроводников (не сплавов).

XXI. Предсказать существование слабого электрического поля около проводника с током. В отсутствии тока провод является нейтральным.

Электрическое поле создаётся за счёт электрической поляризации сердечников вихрей, образуемых в СФВ движущимися электрически заряженными квантовыми объектами.

XXII. Предсказать возможность неэлектромагнитного, негравитационного, неакустического и нетеплового дистанционного "взаимодействия" неживых объектов.

В модели СФВ сверхтекучие спиновые токи могут возникать между спиновыми структурами, создаваемыми в СФВ объектами любого вида. Следовательно, возможно действие друг на друга неживых (косных) объектов посредством сверхтекучих спиновых токов.

XXIII. Предсказать возможность сохранения в сверхтекучем физическом вакууме так называемых «следов» системы, состоящей из квантовых объектов.

Это явление обусловлено способностью сверхтекучих сред хранить некоторые виды движения, например, вихревые структуры, теоретически бесконечно долго. Так как система, состоящая из квантовых объектов, создаёт вихри в СФВ, то имеется возможность сохранения этих вихрей и после удаления системы из области пространства, в которой она их создала.

Литература

1. Sinha K.P., Sivaram C. and Sudarshan E.C.G.: The Superfluid Vacuum State. Time-Varying Cosmological Constant, and Nonsingular Cosmological Models. *Foundations of Physics* 6 No. 6 (1976), pp. 717-726.
2. Sinha K.P., Sivaram C. and Sudarshan E.C.G.: Ether as a Superfluid State of Particle–Antiparticle Pairs. *Foundations of Physics* 6 No. 1 (1976), pp. 65-70.
3. Sinha K.P. and Sudarshan E.C.G.: The Superfluid as a Source of All Interactions. *Foundations of Physics* 8 Nos. 11-12 (1978), pp. 823-831.
4. Bauerle C., Bunkov Yu.M., Fisher S.N., Godfrin H. and Pickett G.R.: Laboratory simulation of cosmic string formation in the early Universe using superfluid ^3He . *Nature* 382 (1996), p. 332.
5. Ruutu V.M.H., Eltsov V.B., Gill A.J., Kibble T.W.B., Krusius M., Makhlin Yu.G., Plocais B., Volovic G.E. and Wen Xu.: Vortex formation in neutron-irradiated superfluid ^3He as an analog of cosmological defect formation. *Nature* 382 (1996), p. 334.
6. Eltsov V.B., Kibble T.W., Krusius M., Ruutu V.M. and Volovik G.M.: Composite defect extends analogy between cosmology and ^3He . *Physical Review Letters* 85(22) (27 Nov. 2000), pp. 4739-4742.
7. Winkelmann C.B., Elbs J., Bunkov Y.M. and Godfrin H.: Probing “cosmological” defects in superfluid ^3He -B with a vibrating-wire resonator. *Physical Review Letters* 96(20) (May 2006), p. 205301.
8. Volovic G.E.: The Universe in a Helium Droplet. Clarendon Press, Oxford (2003).
9. Boldyreva L.B. and Sotina N.B.: Superfluid Vacuum with Intrinsic Degrees of Freedom. *Physics Essays* 5 (1992), pp. 510-513.

10. Болдырева Л.Б. и Сотина Н.Б.: Возможность построения теории света без специальной теории относительности. Москва, Логос (1999).
11. Boldyreva L.B. and Sotina N.B.: A Theory of Light Without Special Relativity? Moscow, Logos (1999).
12. Болдырева Л.Б. и Сотина Н.Б.: Сверхтекучий физический вакуум. *Труды Конгресса-2000 «Фундаментальные Проблемы Естествознания и Техники»*, С.-Петербургское физическое общество, С.-П. (2001), стр. 284-288.
13. Минеев В.П.: Сверхтекучий ^3He . *Успехи физических наук* **139** вып. 2 (1983).
14. Воловик Г.Е. и Крузиус М.: Сверхтекучие жидкости и квантованные вихри. *Наука и человечество* (1985), стр. 118.
15. Salomaa M.M. and Volovik G.E.: Quantized vortices in superfluid ^3He . *Reviews of Modern Physics* **59** (1987), p. 533.
16. Lounasmaa O.V. and Thuneberg E.: Vortices in rotating superfluid ^3He . *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* (PNAS) **96**(14) (6 Jul. 1999), pp. 7760-7767.
17. Боровик-Романов А.С., Буньков Ю.М., Дмитриев В.В. и Мухарский Ю.М.: Исследования долгоживущего сигнала индукции в сверхтекучем ^3He -В. *Письма в ЖЭТФ* **40** вып. 6 (25 сентября 1984), стр. 256-259.
18. Боровик-Романов А.С., Буньков Ю.М., Дмитриев В.В., Мухарский Ю.М.: Наблюдение проскальзывания фазы при протекании сверхтекучего спинового тока в ^3He -В. *Письма в ЖЭТФ* **45** вып. 2 (25 января 1987), стр. 98-101.
19. Сонин Э.Б. Сверхтекучий перенос спина. *Письма в ЖЭТФ* **45** вып. 12, (1987), стр. 586-589.

20. Фомин И.А.: Критический сверхтекучий спиновый ток в $^3\text{He-B}$. *Письма в ЖЭТФ* **45** вып.2 (25 января 1987), стр. 106-108.
21. Боровик-Романов А.С., Буньков Ю.М., де Ваард А., Дмитриев В.В., Макроциева В., Мухарский Ю.М. и Сергацков Д.А.: Наблюдение аналога эффекта Джозефсона на спиновом токе. *Письма в ЖЭТФ* **47** вып. 8 (1988), стр. 400-403.
22. Borovic-Romanov A.S., Bunkov Yu.M., Dmitriev V.V., Mukharskii Yu.M. and Sergatskov D.A.: Investigation of Spin Supercurrents in $^3\text{He-B}$. *Physical Review Letters* **62** No. 14 (1989), p. 1631.
23. Дмитриев В.В.: Спиновая сверхтекучесть в ^3He . Конференции и симпозиумы. *Успехи физических наук* **175** №1 (2005), стр. 85-92.
24. Dmitriev V.V. and Fomin I.A.: Homogeneously precessing domain in $^3\text{He-B}$: formation and properties. *Journal of Physics: Condensed Matter* **21** No. 16 (2009), 164202.
25. Bunkov Yu.M.: Spin Superfluidity and Coherent Spin Precession. *Journal of Physics: Condensed Matter* **21** No. 16 (2009), 164201 (6 pp.).
26. Седов Л.И.: Механика сплошной среды. Т. 1 – 2. Москва, Наука (1994).
27. Болдырева Л.Б. и Сотина Н.Б.: Аналогия между уравнениями Максвелла и уравнениями движения сплошной среды со свойствами сверхтекучего ^3He . *Материалы Международной конференции «Нелинейные задачи теории гидродинамической устойчивости и турбулентности»*. Московский государственный университет (1 марта 2010).
28. Парсел М.: Электричество и магнетизм, Берклевский курс физики, том 2. Москва, Наука (1975).

29. Barnett S.M.: Optical angular-momentum flux. *Journal of Optics B: Quantum and Semiclassical Optics* 4 No. 2 (2002).
30. Борн М.: Эйнштейновская теория относительности. Москва, Мир (1972).
31. Максвелл Дж.: Трактат об электричестве и магнетизме. Москва, Наука (1989).
32. Maxwell J. C.: On Physical Lines of Force. *Philosophical Magazine and Journal of Science*, [4 series] 21 No. 139 (March 1861), pp. 281-291 and No. 141 (May 1861), p. 338.
33. De Broglie L.V.: Ondes et quanta. *Compt. Ren.* 177 (1923), p. 507.
34. Де Бройль Л.: По тропам науки. Москва, ИЛ (1962).
35. Вихман Э.: Квантовая физика. Берклевский курс физики, т. IV. Москва, Наука (1977).
36. Sinha K.P., Sudarshan E.C.G., Vigier J.P.: Superfluid Vacuum Carrying Real Einstein - De Broglie Waves. *Physics Letters* 114A No. 6 (1986), p. 298.
37. Болдырева Л.Б.: Волны материи. Где и что колеблется? *Материалы шестой Междисциплинарной научной конференции «Этика и наука будущего. Жизнь во Вселенной» 2 часть. Журнал «Дельфис»* Москва (2006), стр. 235-236.
38. Bohr N.: On the Constitution of Atoms and Molecules. *Philosophical Magazine* 26 (1913), pp. 1-25.
39. Бор Н.: Избранные научные труды в 2-х томах. Москва, Наука (1970).
40. Klyshko D.N.: The Bell and GHZ theorems. A possible three-photon interference experiment and the question of nonlocality. *Physics Letters* 172A 6 (1993), pp. 399-403.
41. Клышко Д.Н.: Квантовая оптика: квантовые, классические и метафизические аспекты. *Успехи физических наук* 164 №11 (1994), стр. 1187–1214.

42. Belinsky A.V. and Klyshko D.N.: Two-photon wave packets. *Laser Physics* 4 (1994), 663689.
43. Черенков П.А.: Видимое свечение чистых жидкостей под действием γ -радиации. *Доклады Академии наук СССР* 2(8) (1934), стр. 451.
44. Вавилов С.И.: О возможных причинах синего γ -свечения жидкостей. *Доклады Академии наук СССР* 2(8) (1934), стр. 457.
45. Čerenkov P.A.: Visible radiation produced by electrons moving in a medium with velocities exceeding that of light. *Physical Review* 52 (1937), p. 378.
46. Болотовский Б.М.: Излучение Вавилова-Черенкова: открытие и применения. *Успехи физических наук* 179 11 (2009), стр. 1161-1173.
47. Болдырева Л.Б. и Сотина Н.Б.: Объяснение фундаментальных оптических явлений без теории относительности. *Труды Конгресса-2000 «Фундаментальные Проблемы Естествознания и Техники», С.-Петербургское физическое общество, Санкт-Петербург* (2001), стр. 316-323.
48. Boldyreva L.B. and Sotina N.B.: The Possibility of Developing a Theory of Light Without Special Relativity. *Galilean Electrodynamics* 16 No. 6 (2002), pp. 103-107.
49. Boldyreva L.B. and Sotina N.B.: "Hydden" dynamics in relativistic kinematics. *Physics Essays* 16 No. 3 (2003).
50. Boldyreva L.B. and Sotina N.B.: A Theory of Light Without Special Relativity? *Abstracts of International Seminar at Kloogarand "Earth's Fields and Their Influence on Organisms"*. Estonian psychotronics society and other organizations (26-29 June 2003), pp. 33-38.
51. Болдырева Л.Б. и Сотина Н.Б.: Построение теории света в рамках модели трёхмерного пространства и независимого времени. *Материалы 11-й Российской конференции 2003 года по холодной трансмутации ядер химических элементов и шаровой молнии. МГУ и*

- др. (Москва, НИЦ ФТП «Эрион», 2004), стр. 356-363.
См. также *Материалы конференции «Этика и наука будущего» журнала «Дельфис»* (Москва, 2004), стр. 97-100.
52. Ritz W.: Recherches critiques sur l'Électrodynamique Générale, *Annales de Chimie et de Physique* **13** (1908), p. 145.
 53. Jackson J.D.: Classical electrodynamics. 3d edition, John Wiley, New York (1999).
 54. Sitter W.: Ein astronomischer Beweis für die Konstanz der Lichtgeschwindigkeit. *Physikalische Zeitschrift* **XIV** (1913), 429.
 55. Fox J.G.: Evidence against emission theories. *American Journal of Physics* **33** (1965), pp. 1-17.
 56. Alvager T. and Barley J.M.: Test of the second postulate of Special Relativity in the GeV region. *Physics Letters* **12** (1964), p. 260.
 57. Compton A.N.: The Spectrum of Scattered X-Rays. *Physical Review* **22** (1923), p. 409.
 58. Эйнштейн А. Сборник научных трудов. Москва, Наука (1966).
 59. Физика микромира. Маленькая энциклопедия под редакцией Д.В. Ширкова, Москва, Советская энциклопедия (1980).
 60. Берестецкий В.Б., Лифшиц Е.М. и Питаевский Л.П.: Квантовая электродинамика. Москва, Наука (1980), стр. 152.
 61. Boldyreva L.B.: The Coulomb and Nuclear Spin-Orbit Interactions. *Galilean Electrodynamics* **15** (6) (2004), pp. 116-117. See also Boldyreva L.B.: Correction of Erratum. *Galilean Electrodynamics* **16** Special issues 1 (2004), pp. 8 and 13.
 62. Болдырева Л.Б.: От модели сверхтекучего физического вакуума к кулоновскому и ядерному спин-орбитальному взаимодействию.

- «Пространство. Время. Тяготение». Материалы IX Международной научной конференции 7-11 августа. Балтийский государственный технический университет «ВоенМех», Санкт-Петербург, Россия, 2006. Санкт-Петербург, «ТЕССА» (2007), стр. 28-38.
63. Boldyreva L.B.: Neutron Structure: What Follows from Experiments on Neutron Scattering. *Hadronic Journal* 31, USA (2008).
 64. Kaufmann W.: Die elektromagnetische Masse des Elektrons. *Physikalische Zeitschrift* 4(1b) (1902), pp. 54-56.
 65. Thomas L.T.: The Kinematics of an Electron with an Axis. *Philosophical Magazine* 3(1) (1927), pp. 1-22.
 66. Regan B.C., Commins E.D., Schmidt C.J. and Demille D.: New Limit on the Electron Electric Dipole Moment. *Physical Review Letters* 88 (2002), p. 071805.
 67. Горлов Г.В., Лебедева Н.С. и Морозов В.М.: Упругое рассеяние поляризованных нейтронов с энергией 4 МэВ ядрами Be^9 , C^{12} , Co^{53} , Ni^{62} , Se^{80} , Nb^{93} , Cd^{114} , In^{115} , Sn^{118} , J^{127} , Pb и Bi^{209} . *Ядерная физика* вып. 5 (1967), стр. 910-917.
 68. Власов Н.А.: Нейтроны. Москва, Наука (1971).
 69. Windsor C.J.: Pulsed neutron scattering. Taylor and Francis LTP, London (1981).
 70. Барков Л.М., Золотарёв М.С. и Хриплович И.Б.: Наблюдение несохранения чётности в атомах. *Успехи физических наук* 132 вып. 3 (1980), стр. 410.
 71. Бушья М.-А. and Потье Л.: Оптические эксперименты и слабые взаимодействия. *Успехи физических наук* 155 вып. 2 (июнь 1988), стр. 299.
 72. Bilenky S.M. and Hosek J.: Glashow-Weinberg-Salam theory of electroweak interactions and their neutral currents. *Physics reports* 90 No. 2 (1982).

- Мостепаненко В.М. и Трунов Н.Н.: Эффект Казимира и его приложения. *Успехи физических наук* **156** вып. 3 (1988), стр. 385-426.
- Lamoreaux S.K.: Demonstration of the Casimir Force in the 0.6 to 6 μm Range. *Physical Review Letters* **78** (1997), pp. 5-8.
- Capasso F., Munday J.N. and Parsegian V.A.: Measured long-range repulsive Casimir-Lifshitz forces. *Nature* **457** (2009), 170-173.
- Bardeen J., Cooper L.N. and Schrieffer J.R.: Theory of Superconductivity. *Physical Review* **108** No. 5 (1957), pp. 1175-1204.
- Boldyreva L.B.: The Semiclassic Model of Superconductivity. *Physics Essays* **21** 3 (2008), pp. 207-211.
- Boldyreva L.B.: From Pairs of Virtual Particles to Superfluidity and Superconductivity. *Galilean Electrodynamics* **18** SI №2 (2007), pp. 23-29.
- Буккель В.: Сверхпроводимость. Москва, Мир (1975), стр. 88.
- Corson J., Mallozzi R., Orenstein J., Eckstein J.N. and Bozovic I.: Vanishing of phase coherence in underdoped $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+\delta}$. *Nature* **398** (18 March 1999), pp. 221-223.
- Мисочко О.В.: Электронное комбинационное рассеяние света в высокотемпературных сверхпроводниках. *Успехи физических наук* **173** № 4 (2003), стр. 385-405.
- Tate J., Cabrera B., Felch S.B., and Anderson J.T.: Precise Determination of the Cooper-Pair Mass. *Physical Review Letters* **62** No. 8 (1989), pp. 845-848.
- Паттерман С.: Гидродинамика сверхтекучей жидкости. Москва, Мир (1978).
- Седов Л.И.: Введение в механику сплошной среды. Москва, Гос. изд. физ.-мат. лит. (1962), стр. 171.

85. Чернин А.Д.: Космический вакуум. *Успехи физических наук* **171** (2001), стр. 1153-1175.
86. Peebles P.J.E. and Bharat Ratra: The cosmological constant and dark energy. *Reviews of Modern Physics* **75** (2003), pp. 559-606.
87. Tegmark M. *et al.*: Cosmological parameters from SDSS and WMAP. *Physical Review D* **69** (10) (2004 May), p. 103501.
88. Сажин М.В. и Хованская О.С.: Современная космология. Сб. "Астрономия. Век XXI" под ред. Сурдина В.Г. Фрязино (2008), стр. 424-426.
89. Volovic G.E.: Superfluid analogues of cosmological phenomena. *Physics Reports* **351** (2001), стр. 195.
90. Копылов Ф.В.: Проблема солнечных нейтрино: от прошлого к будущему. *Природа* №6 (1996), стр. 9-17.
91. Тернов А.И.: Электромагнитные свойства массивных нейтрино. *Соровский образовательный журнал* **6** № 10 (2000).
92. Eidelman S. *et al.* (Particle Data Group): Leptons in the 2005 Review of Particle Physics. *Physics Letters B* **592** issue 1 (2004), pp. 1-5.
93. Лорентц Г.А.: Теории и модели эфира. Перевод с англ. под ред. Тимирязева А.К. и Цейтлина З.А., Москва-Ленинград (1936).
94. Lorentz H.A.: Lectures on theoretical physics delivered at the University of Leiden. Volume 1. Aether theories and aether models. Macmillan and Co., Limited (1927).
95. Meissner W. and Ochsenfeld R.: Ein neuer Effekt bei Eintritt der Supraleitfähigkeit. *Naturwissenschaften* **21**(44) (1933), S. 787-788.
96. Бурлакова Е.Б., Конрадов А.А. и Мальцева Е. Л.: Действие сверхмалых доз биологически активных веществ и низкоинтенсивных физических факторов. Тезисы докладов IV Международного симпозиума

- «Механизмы действия сверхмалых доз», Российская академия наук. Москва (2008), стр. 123-149.
97. Бурлакова Е.Б.: Эффект сверхмалых доз. *Вестник Российской академии наук* 64 №5 (1994), стр. 425.
98. Burlakova E.B., Konradov A.A. and Khudyakov I.V.: Effect of chemical agents in ultralow doses on biological objects. *Journal of nonlinear biology* 1 No. 1 (1990).
99. Bonamin L.V. and Endler P.C.: Animal models for studying homeopathy and high dilutions: conceptual critical review, *Homeopathy* 99 issue 1, *Special Issue: Biological models of homeopathy Part 2* (2010), pp. 37-50.
100. Endler P.C., Thieves K., Reich C., Matthiessen P., Bonamin L., Scherr C. and Baumgartner S.: Repetitions of fundamental research models for homeopathically prepared dilutions beyond 10^{-23} : a bibliometric study, *Homeopathy* 99 issue 1, *Special Issue: Biological models of homeopathy Part 2* (2010), pp. 25-36.
101. Ганеманн С.: Органон врачебного искусства или Основная теория способа гомеопатического лечения. М. Университетская типография (1835).
102. Hahnemann S.: *Organon der Heilkunst*. Standardausgabe der 6. Auflage. Hrsg.: J.M. Schmidt. Haug, Heidelberg (1996/1999).
103. Болдырева Л.Б.: Квантово-механическая модель действия сверхмалых лекарственных доз. *Труды докладов IV Международного симпозиума «Механизмы действия сверхмалых доз»*, Российская академия наук, Москва (2008), стр. 14-15.
104. Boldyreva L.B.: A quantum-mechanical model of action of ultra low doses of biologically active substances and low intensity electromagnetic radiation on biological objects. *Abstracts and Articles of International Seminar in Tallinn. "Radiating fields of Earth, related architectural geometry of forms and their influence on*

- organisms”, Estonian geopathic society and other organizations (11-14 June 2009), pp. 106-114.
105. Болдырева Л.Б.: Действие сверхмалых лекарственных доз и сверхтекучий физический вакуум. *Труды Международного конгресса «Интегративная медицина» Московская медицинская академия им. Сеченова, Москва* (июнь 2011).
106. Boldyreva L.B.: An analogy between effects of ultra low doses of biologically active substances on biological objects and properties of spin supercurrents in superfluid $^3\text{He-B}$. *Homeopathy* **100** issue 3 (July 2011), pp. 187-193. DOI: 10.1016/j.homp.2010.08.007.
107. Bellavite P. and Signorine A.: Emerging science of homeopathy. North Atlantic Books, Berkeley, California (2002), pp. 6-9.
108. Endler P.C., Pongratz W., Smith C.W. and Schulte J.: Non-molecular information transfer from thyroxine to frogs with regard to ‘homeopathic’ toxicology. *Vet Hum Toxicol* **37**(3) (1995), pp. 259–260.
109. Kuhn R., Moewus F. and Wendt G.: Über die geschlechtbestimmenden Stoffe einer Grunlage. *Ber. deutsch. chem. Gesellschaft B.* **72** (1939), S. 1702-1707.
110. Воейков В.Л.: Витализм и биология: на пороге третьего тысячелетия. *Знание – Сила* №4 (1996), стр. 46-57.
111. Фрэзер Д.Д.: Золотая ветвь. Москва, Изд-во полит. лит. (1980).
112. Frazer G.G.: The Golden Bough. London (1923).
113. Шрёдингер Э.: Что такое жизнь? Ижевск (1999), стр.79-87.
114. Schrödinger E.: What is life? Cambridge (1944), pp. 67-80.
115. Дульнев Г.Н.: В поисках нового мира. Санкт-Петербург, ИД «ВЕСЬ» (2004).

116. Коротков К.Г.: Регистрация энергоинформационных взаимодействий газоразрядным счётчиком. В сб. *Физики в парапсихологии. Очерки. Под редакцией Болдыревой Л.Б. и Сотиной Н.Б.*, Москва, Летний сад (2003), стр. 37-40.
117. Пархомов А.Г.: Космос. Земля. Человек. Новые грани науки. Москва (2009).
118. Болдырева Л.Б. и Сотина Н.Б.: Дистанционное воздействие человека и квантовая механика. *Парапсихология и психофизика, Журнал Фонда парапсихологии им. Л.Л. Васильева*. №3(5) (1992), стр. 42-50.
119. Boldyreva L.B. and Sotina N.B.: Physicists in parapsychology. Moscow, Hatrol (2002), pp. 55-84, 101-107.
120. Boldyreva L.B. and Sotina N.B.: Superfluid Vacuum as a Basis for Explanation of Some Phenomena of Parapsychology. *Journal of International Society of Life Information Science*, Japan, Tokio **20** No. 2 (2002), pp. 543-548.
121. Болдырева Л.Б. и Сотина Н.Б.: Сверхтекучий физический вакуум – новый подход к объяснению некоторых явлений парапсихологии. *Тезисы докладов Конгресса «Фундаментальные проблемы естествознания и техники»*. Санкт-Петербургское физическое общество. С-Пб (2002), стр. 37.
122. Болдырева Л.Б. и Сотина Н.Б.: Классификация феноменов парапсихологии. Сверхтекучий вакуум. *Дельфис* №2 (2003), стр. 68-70.
123. Болдырева Л.Б. и Сотина Н.Б.: Физики в парапсихологии. Очерки. Москва, Летний сад (2003), стр. 66–112.
124. Boldyreva L.B. and Sotina N.B.: Telekinesis at the Quantum Level. *MISANA Newsletter*, #40-45 (January 2003 – June 2004), pp. 24-29.

125. Boldyreva L.B. and Sotina N.B.: An unknown physical field found in the experiments with flicker noise generators. The superfluid physical vacuum. *Abstracts and Articles of International Seminar at Tamošava "Earth's Fields and Their Influence on Organisms"*, Vilnius pedagogical university and other organizations (3-6 June 2004), pp. 36-41.
126. Болдырева Л.Б., Сотина Н.Б.: Эксперименты по исследованию возможности воздействия человека на физические приборы. *Материалы Международного междисциплинарного научно-практического семинара-конференции, Институт этнологии и антропологии Российской академии наук*. (Москва – Республика Алтай. 6-15 июля 2004), стр. 37-40.
127. Болдырева Л.Б. и Сотина Н.Б.: Позывные генераторов шума. *Дельфис 3*, Москва (2005), стр. 71-74.
128. Болдырева Л.Б. и Сотина Н.Б.: Генератор шума как детектор слабых воздействий на квантовом уровне. Сверхтекучий физический вакуум. *Дельфис. Материалы Пятой международной научной конференции «Этика и наука будущего. Жизнь во Вселенной»*, Москва (2005), стр. 223-225.
129. Болдырева Л.Б.: Об одном парадоксальном результате экспериментов по воздействию экстрасенса на физические системы. *Abstracts and Articles of International Seminar at Käsma "Radiating biosphere and fields of Earth, related architectural geometry of forms and their environmental psychophysical influence on organisms"*, Institute of geology at Tallinn university of technology, and other institutes (16-18 June 2006), pp. 130-134.
130. Boldyreva L.B.: Is long distance psychokinesis possible in outer space? *Proceedings of the 50th Annual Convention of Parapsychological Association*. Canada (2007), pp. 12-16.

131. Болдырева Л.Б.: Возможен ли психокинез в Космосе? Дельфис. *Материалы седьмой международной научной конференции «Этика и наука будущего. Разум и биосфера»*, Москва (2007), стр. 140.
132. Boldyreva L.B.: Parapsychology and the model of superfluid physical vacuum. *Proceedings of the 52th Annual Convention of Parapsychological Association, USA* (2009).
133. Болдырева Л.Б. и Сотина Н.Б.: Магия и квантовая механика. *Наука и религия* №5 и №7, Москва (1990).
134. Болдырева Л.Б. и Сотина Н.Б.: Магия и физический вакуум. *Материалы Международного междисциплинарного научно-практического конгресса, Институт этнологии и антропологии Российской академии наук* (Москва, 21-30 июня 2004), стр. 184-185.
135. Болдырева Л.Б.: Истоки некоторых шаманских верований с позиций современной физики. *Материалы Международного междисциплинарного научного симпозиума. Институт этнологии и антропологии Российской академии наук* (Москва - Республика Бурятия 2-9 августа 2010), стр. 49-54.
136. Болдырева Л.: Следы остаются. ИзографЪ, Москва (2006).



Людмила Борисовна БОЛДЫРЕВА

Окончила Московский инженерно-физический институт и аспирантуру при нем. Защитила диссертацию по вопросам обработки результатов физических экспериментов. В течение 30 лет занималась изучением свойств физического вакуума. По этой тематике ею изданы две книги на русском и английском языках, опубликованы статьи в российских и иностранных периодических изданиях. Результаты работы отражены также в трудах ряда международных конференций, в которых она принимала участие.



Наше издательство предлагает следующие книги:



10874 ID 155098



Отзывы о настоящем издании, а также обнаруженные опечатки присылайте по адресу URSS@URSS.ru. Ваши замечания и предложения будут учтены и отражены на web-странице этой книги в нашем интернет-магазине <http://URSS.ru>



URSS

E-mail: URSS@URSS.ru
Каталог изданий в Интернете: <http://URSS.ru>

URSS НАШИ НОВЫЕ КООРДИНАТЫ

ТЕЛЕФОН/ФАКС (многоканальный) +7(499)724-25-45

417325 Москва, Нахимовский пр-д 56