

ISSN 1680-6921

Том 14 №

3

2014

Ф
Физика
СОЗНАНИЯ
И ЖИЗНИ,
КОСМОЛОГИЯ
и астрофизика

Главный редактор: А. В. Букалов, доктор философии, директор Международного института соционики (Киев)

Редакционная коллегия: Г. Д. Бердышев, доктор биологических наук, доктор медицинских наук, профессор КНУ (Киев);

В. Валензи (Dr. V. Valenzi), Universiteta di Roma "La Sapienza" (Рим);

О. А. Горошко, доктор физико-математических наук, профессор КНУ (Киев);

В. В. Грицак (Prof. V. V. Gritsak-Groener) доктор физико-математических наук, профессор (Лондон);

Я. А. Дубров, к.ф.-м.н., Институт прикладных проблем механики и математики НАНУ (Львов);

Г. Н. Дульнев, доктор технических наук, профессор ИТМО (Санкт-Петербург);

В. П. Казначеев, академик АМН РФ, Международный научно-исследовательский институт космической антропоэкологии (Новосибирск);

Л. И. Конопальцева, доктор философии, президент Оптического общества Украины;

К. Г. Коротков, доктор технических наук, профессор ИТМО (Санкт-Петербург);

М. В. Курик, доктор физико-математических наук, профессор, Институт физики АН Украины (Киев);

В. П. Олейник, доктор физико-математических наук, профессор НТУУ «КПИ» (Киев);

А. Ф. Пугач, кандидат физико-математических наук, ГАО НАНУ;

С. В. Сорвин, доктор философии в области биологии, профессор МАИСУ (Санкт-Петербург);

А. В. Трофимов, доктор медицинских наук, профессор, генеральный директор Международного научно-исследовательского института космической антропоэкологии (Новосибирск);

Н. А. Чернышев, доктор физических наук, доктор философии в области естествознания, профессор МАИСУ (Санкт-Петербург);

И. Э. Цехмистро, доктор философских наук, профессор ХНУ (Харьков).

Компьютерная верстка: А. А. Букалов, О. Б. Карпенко

Международный научный журнал. Основан в 1995 г. Выходит 4 раза в год.

Подписные индексы по каталогам:

21819 – «ПРЕСА» (Украина),

15087 – «Пресса России»

✉: **Международный институт соционики
а/я 23, г.Киев-206, Украина, 02206**

☎: **(+38044) 558-09-35**

e-mail : physics@socionic.info

Интернет: http://physics.socionic.info

Зарегистрирован министерством Украины по делам прессы и информации 03.05.95.

Регистрационный номер 1417, серия КВ

Физика, сознание, жизнь и Вселенная

Существующая физическая картина мира принципиально неполна. До сих пор не удалось удовлетворительным образом вписать в рамки физических представлений феномены психики и сознания, а также связанные с ними аспекты жизни. Но именно психика управляет живым физическим телом. И этот процесс не получил пока адекватного физического описания. Как показало развитие квантовой механики, сознание наблюдателя неустранимо из процесса наблюдения. Иными словами, исследуемый мир связан с конкретными наблюдателями. Отсюда, как следствие, возникает антропный принцип, связывающий наличие жизни и наблюдателей с физическими параметрами Вселенной. Рассмотрение феномена земной жизни и существования внеземных форм жизни, границы между живым и неживым тесно связано с космологическими параметрами Космоса и астрофизическими процессами.

Журнал "Физика сознания и жизни, космология и астрофизика" посвящен выработке новых физических представлений о природе сознания, психики, жизненных процессов не только в земном, но и в космическом масштабе. Под этим углом зрения рассматриваются и низкоэнергетические взаимодействия в живом веществе, и влияние космических излучений и полей на биосферу. Тематика нашего журнала направлена в первую очередь на интеграцию специалистов из разных областей знания с целью выработки новых научных принципов описания живой материи и сознания.

Журнал открыт для непредвзятого изложения и обсуждения новых экспериментальных исследований и теоретических концепций. Только такой интегративный подход даст возможность описать явления, которые уже обнаружены в целом ряде разрозненных исследований, но не укладываются в рамки существующей концепции фундаментальных взаимодействий. Интеграция таких исследований может и должна привести к выработке новых научных представлений о природе Мира, а также о той роли, которую выполняет жизнь и психика в этом Мире.

*А. В. Букалов, доктор философии, директор
Международного института соционики,
главный редактор*

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕОРИЯ ПОЛЯ И ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

- Олейник В.П.**
ПРОБЛЕМА ДИРАКА. ОБОБЩЕНИЕ УРАВНЕНИЙ МАКСВЕЛЛА
ДЛЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ 5

КОСМОЛОГИЯ И АСТРОФИЗИКА

- Букалов А.В.**
УРАВНЕНИЯ ОБЩЕЙ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ
КАК АНАЛОГ УРАВНЕНИЙ ЭЛЕКТРОННОЙ СВЕРХПРОВОДИМОСТИ18
- Букалов А.В.**
ПРИРОДА СИЛ ИНЕРЦИИ,
ПРИНЦИПА ЭКВИВАЛЕНТНОСТИ И ПРИНЦИПА МАХА
В КВАНТОВОЙ КОСМОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ
СО СВЕРХПРОВОДИМОСТЬЮ24

ТЕОРИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

- Николенко А.Д.**
О ПРИЧИНАХ И ОСОБЕННОСТЯХ ТЕЧЕНИЯ ВРЕМЕНИ
В ПСЕВДОЕВКЛИДОВЫХ ПРОСТРАНСТВАХ.....27

ГИПОТЕЗЫ

- Бельцов Р.И., Федоткин И.М.**
О ДВИЖЕНИИ ЭЛЕКТРОНА В ФИЗИЧЕСКОМ ВАКУУМЕ51

ФИЛОСОФСКИЕ ВОПРОСЫ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

- Попов В.П., Крайнюченко И.В.**
ИНФОРМАЦИЯ И ЭНЕРГИЯ.....58

CONTENTS

FIELD THEORY AND ELECTRODYNAMICS

Oleinik V.P.

THE DIRAC PROBLEM. GENERALIZATION OF MAXWELL'S EQUATIONS
FOR ELECTROMAGNETIC FIELD 5

COSMOLOGY AND ASTROPHYSICS

Bukalov A.V.

THE EQUATIONS OF GENERAL RELATIVITY
AS AN ANALOGUE OF EQUATIONS
OF ELECTRONIC SUPERCONDUCTIVITY 18

Bukalov A.V.

NATURE OF THE FORCES OF INERTIA,
THE EQUIVALENCE PRINCIPLE AND THE MACH'S PRINCIPLE
IN THE QUANTUM COSMOLOGICAL MODEL
WITH SUPERCONDUCTIVITY 24

SPECIAL AND GENERAL RELATIVITY

Nikolenko O.D.

ON THE REASONS AND FEATURES OF THE CURRENT OF TIME
IN PSEUDOEUCLEIDEAN SPACES 27

HYPOTHESIS

Beltzov R.I., Fedotkin I.M.

ON THE MOTION OF THE ELECTRON IN THE PHYSICAL VACUUM..... 51

PHILOSOPHY AND SCIENCE

Popov V.P., Krajnuchenko I.V.

INFORMATION AND ENERGY 58

Олейник В. П.

**ПРОБЛЕМА ДИРАКА.
ОБОБЩЕНИЕ УРАВНЕНИЙ МАКСВЕЛЛА
ДЛЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ**

*Институт высоких технологий
Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко
ул. Владимирская, 64, Киев, 01601, Украина
e-mail: valoleinik@gmail.com*

Проблема Дирака состоит в том, чтобы ответить на вопросы, каковы причины серьезных трудностей электродинамики и как их устранить. Ключ к решению проблемы дает анализ неполноты электродинамики Максвелла, которая обусловлена, в частности, тем, что электродинамика основана на кулоновском законе взаимодействия между электрическими зарядами. Показано, что действие на исследуемое электромагнитное поле пробного заряда, используемого для проведения процедуры измерения, не является малым возмущением. Учет этого возмущения требует внесения существенных изменений в уравнения движения поля. Получены и исследованы модифицированные уравнения движения электромагнитного поля, учитывающие влияние на это поле пробной частицы. Показано, что модифицированные уравнения поля содержат поправки, появление которых указывает на существование физических эффектов, выпавших из поля зрения электродинамики Максвелла. Так, из модифицированных уравнений следует, что вихревое электрическое поле порождается не только магнитным полем, изменяющимся во времени, но и магнитным полем, изменяющимся в пространстве. Отмечается, что для устранения трудностей электродинамики необходимо установить физическую природу электрического заряда, основываясь на криволинейных движениях классических частиц по инерции.

Ключевые слова: проблема Дирака, неполнота электродинамики Максвелла, электрический заряд, модифицированные уравнения электромагнитного поля, криволинейные движения по инерции.

1. Введение

Как известно [1], технический прогресс человечества определяется в значительной степени уровнем развития электродинамики. Среди представителей физической науки широко распространено мнение, что электродинамика является самой совершенной областью теоретической физики, которая полностью завершена, надежно проверена практикой и дает физическую картину мира, адекватную природе. Однако астрофизические исследования свидетельствуют о том, что современная физика описывает и объясняет лишь малую часть Вселенной. Действительно, согласно результатам исследований по космологии, 72% всего вещества космоса составляет темная энергия неизвестной физической природы, а еще 24% — темная материя, невидимая для средств наблюдения. Так что, несмотря на математическую красоту, логическую стройность и последовательность теоретических построений и другие общепризнанные достоинства современных физических теорий, человечество «видит» лишь малую часть окружающего мира. Такое положение указывает на то, что темпы развития физической науки явно не отвечают стремительно расширяющимся потребностям практики.

Тот факт, что большую часть Вселенной невозможно описать и объяснить на основе существующих ныне физических представлений, означает, что эти представления из стимула к дальнейшему техническому прогрессу общества превратились в серьезный тормоз развития и поэтому не могут более служить теоретической базой дальнейшего развития цивилизации.

На необходимость пересмотра устоявшихся представлений физики уже давно обращают внимание многие ученые и мыслители. Так, П.А.М. Дирак, один из создателей квантовой электродинамики — вершины теоретической физики XX века, анализируя в 60-х годах прошлого

века трудности электродинамики, писал: «Правильный вывод состоит в том, что основные уравнения неверны. Их нужно очень существенно изменить, с тем, чтобы в теории вообще не возникали бесконечности и чтобы уравнения решались точно, по обычным правилам, без всяких трудностей. Это условие потребует каких-то очень серьезных изменений: небольшие изменения ничего не дадут ...» [2] (с.197). По словам Дирака, трудности теории, «ввиду их глубокого характера, могут быть устранены лишь радикальным изменением основ теории, вероятно, столь же радикальным, как и переход от теории боровских орбит к современной квантовой механике» [3] (с.403).

Суть проблемы, сформулированной Дираком, такова: установить причины серьезных трудностей электродинамики и найти способы их устранения. Для решения проблемы Дирака необходимо провести глубокий критический анализ физических принципов, лежащих в основе современной физики. Речь идет о фундаментальных физических законах и принципах, которые кажутся ныне надежно установленными и проверенными практикой, но, возможно, на самом деле содержат серьезные недостатки, устранение которых потребует радикальных изменений в общепринятых физических представлениях. Следует подчеркнуть, что задача заключается не только в том, чтобы выявить трудности общепринятых теорий, но и в том, чтобы раскрыть физическую сущность явлений и процессов, приводящих к появлению этих трудностей [4].

Как видно из результатов работ [5-12], ключ к решению проблемы Дирака дает исследование неполноты классической механики Ньютона и электродинамики Максвелла. Неполнота механики заключается в том, что из поля зрения механики выпадает огромный класс движений — криволинейные (ускоренные) движения по инерции. Неполнота же электродинамики обусловлена, в частности, тем, что электродинамика основана на кулоновском законе взаимодействия между электрическими зарядами, который имеет феноменологический характер и описывает весьма частный случай взаимодействия между частицами. Согласно результатам исследований [8,10,11], вид закона действия силы между классическими частицами определяется многими факторами. Он существенно зависит от состояния относительного движения частиц, от состояния движения центра масс двухчастичной системы, а также от процессов перекачки энергии из одних степеней свободы системы в другие.

В настоящей работе рассмотрены особенности уравнений электромагнитного поля, порождаемого классической заряженной точечной частицей. Показано, что напряженности электромагнитного поля, описываемого уравнениями Максвелла, невозможно измерить на опыте. Ввиду исключительной важности этого результата, обсудим его более подробно.

Чтобы исследовать электромагнитное поле экспериментально, необходимо располагать измерительным прибором, способным взаимодействовать с этим полем. В качестве простейшего измерительного прибора можно использовать заряженную пробную частицу (обозначим ее заряд через q_1). Измеряя силу взаимодействия пробного заряда q_1 с интересующим нас полем в различных точках пространства, можно в принципе определить напряженности исследуемого поля. Следует, однако, учесть, что при проведении процедуры измерения измерительный прибор (пробная частица) может изменить исследуемое поле. Обычно предполагается, что воздействие пробной частицы на исследуемую физическую систему столь мало, что им можно пренебречь.

Исследование показывает, что в рассматриваемом случае указанное условие не выполняется. Это обусловлено тем, что уравнения Максвелла описывают электромагнитное поле, порождаемое точечным электрическим зарядом (его величину обозначим через q_0), который, по предположению, взаимодействует с окружающими частицами по закону Кулона. Пробный заряд q_1 , внесенный в точку наблюдения поля, действует на исходный заряд q_0 с силой, величина которой равна силе, с которой исходный заряд q_0 действует на пробный заряд. Следовательно, действие пробного заряда на рассматриваемую систему не является ее малым возмущением. Очевидно, что для корректного описания возникшей физической ситуации необходимо перейти от одночастичной задачи, которая рассматривалась при получении уравнений Максвелла, к задаче двух заряженных частиц, участвующих в формировании электромагнитного поля.

В работе получены и исследованы уравнения движения электромагнитного поля, учи-

тывающие влияние на это поле пробной частицы. Из полученных результатов видно, что возмущение, связанное с действием пробной частицы, не только искажает исследуемое поле, но и требует внесения существенных изменений в уравнения, управляющие движением электромагнитного поля.

Полученные результаты подробно изложены в следующем разделе.

С физической точки зрения, различие между уравнениями Максвелла и модифицированными уравнениями поля обусловлено тем, что первые описывают электромагнитное поле в рамках задачи одной частицы, не учитывая влияние на поле пробного заряда (измерительного прибора), а вторые получены из рассмотрения двухчастичной задачи, в которой исходный заряд, порождающий исследуемое поле, и пробный заряд учитываются на равных основаниях.

С формально-математической точки зрения, различие между обсуждаемыми в работе подходами к описанию электромагнитного поля состоит в том, что в одном из них радиус-вектор \vec{r} точки наблюдения поля и момент t времени наблюдения считаются независимыми переменными и поэтому развитие поля во времени описывается коммутатором $[\partial / \partial t, \vec{\nabla}_{\vec{r}}] = 0$, а во втором — указанные выше переменные, из-за учета влияния пробной частицы на поле, перестают быть независимыми величинами и поэтому для описания временной динамики поля используется коммутатор $[d / dt, \vec{\nabla}_{\vec{r}}] \neq 0$, вид которого определяется траекторией движения пробной частицы (выше $\partial / \partial t$ и d / dt — частная и полная производные по времени, $\vec{\nabla}_{\vec{r}}$ — оператор набла).

В Заключении сформулированы основные выводы работы.

2. Уравнения движения электромагнитного поля, порождаемого точечным зарядом. Пробный заряд и уравнения движения поля

Чтобы выявить физические особенности электромагнитного поля, порождаемого точечным электрическим зарядом, а также уяснить, как влияет пробный заряд на исследуемое поле, и понять, каким способом можно учесть это влияние в уравнениях движения, нам потребуется неоднократно обращаться к уравнениям Максвелла. Поэтому анализу принципиальных вопросов электродинамики мы предположим краткий вывод уравнений Максвелла.

Как известно [13,14], уравнения Максвелла для электромагнитного поля, порождаемого классической заряженной частицей, можно получить, исходя из следующих гипотез:

1. существует физическая характеристика классической частицы, называемая электрическим зарядом; заряд служит источником (генератором) электрического поля и подчиняется закону сохранения;
2. две классические заряженные частицы взаимодействуют между собой по закону Кулона;
3. электромагнитное поле подчиняется принципу суперпозиции;
4. справедлива специальная теория относительности (СТО).

Приступим к выводу уравнений движения. Рассмотрим классическую точечную частицу, обладающую электрическим зарядом q_0 и движущуюся по траектории в некоторой инерциальной системе отсчета (ИСО) S . Положение частицы на траектории в момент времени t описывается радиус-вектором \vec{r}_0 , $\vec{r}_0 = \vec{r}_0(t)$, проведенным из начала координат в системе отсчета S в точку нахождения частицы.

Согласно общепринятым представлениям, указанная частица создает в окружающем пространстве электрическое (кулоновское) поле, потенциал ϕ и напряженность \vec{E} которого в точке с радиус-вектором \vec{r} (назовем ее **точкой наблюдения поля**; это точка, в которую вносится пробный заряд, используемый для определения величины напряженности поля, создаваемого исходной частицей) даются формулами:

$$\phi = kq_0 \frac{1}{|\vec{r} - \vec{r}_0|} \equiv \phi(\vec{r}), \quad \vec{E} = kq_0 \frac{\vec{r} - \vec{r}_0}{|\vec{r} - \vec{r}_0|^3} \equiv \vec{E}(\vec{r}), \quad k = const, \quad \vec{r} \neq \vec{r}_0. \quad (1)$$

В точке $\vec{r} = \vec{r}_0$ функция $\phi(\vec{r})$ обращается в бесконечность и является недифференцируемой.

Область применимости кулоновского закона (1) принято расширять, дополнив ее точкой $\vec{r} = \vec{r}_0$, с помощью равенства (см. [15], с.120)

$$\vec{\nabla}^2(1/|\vec{r} - \vec{r}_0|) = -4\pi\delta(\vec{r} - \vec{r}_0), \quad (2)$$

где $\vec{\nabla} \equiv \vec{\nabla}_{\vec{r}}$ — оператор набла, $\delta(\vec{r})$ — δ -функция Дирака. Это равенство, которое можно записать как

$$\vec{\nabla}^2\phi(\vec{r}) = -4\pi k\rho(\vec{r}, t), \quad \rho(\vec{r}, t) = q_0\delta(\vec{r} - \vec{r}_0(t)), \quad (2a)$$

содержит в себе правило дифференцирования функций $\phi(\vec{r})$ и $\vec{E}(\vec{r})$ (1) в окрестности точки $\vec{r} = \vec{r}_0$. Напряженность \vec{E} и потенциал ϕ связаны между собой соотношением:

$$\vec{E}(\vec{r}) = -\vec{\nabla}\phi(\vec{r}). \quad (3)$$

Действуя оператором $\vec{\nabla}$ на обе части равенства (3) и используя первое из равенств (2a), получаем следующее выражение для дивергенции напряженности поля $\vec{E} = \vec{E}(\vec{r})$:

$$\vec{\nabla}\vec{E} = 4\pi k\rho(\vec{r}, t). \quad (4)$$

Последнее равенство используется в качестве определения плотности ρ электрического заряда частицы в момент времени t в точке \vec{r} : $\rho = \rho(\vec{r}, t)$. Согласно (4), плотность заряда выражается через напряженность кулоновского поля, создаваемого частицей, являясь источником или стоком этого поля. Согласно (2a), плотность заряда $\rho(\vec{r}, t)$ оказывается отличной от нуля лишь в точке $\vec{r} = \vec{r}_0$, которая лежит вне области определения потенциала и напряженности поля (см. (1)). Как видно из изложенного, равенство (4), входящее в систему уравнений Максвелла, является следствием закона Кулона (1) при условии, что область применимости последнего дополнена точкой $\vec{r} = \vec{r}_0$ с помощью соотношения (2).

Следует подчеркнуть, что радиус-вектор \vec{r} , входящий в формулы (1) — (4), определяет положение точки наблюдения поля, порождаемого частицей. Помещая в эту точку пробный электрический заряд (обозначим его величину через q_1) и перемещая пробный заряд вдоль некоторой траектории, $\vec{r} = \vec{r}(t)$, можно измерить величину силы \vec{F} , действующей на пробный заряд в некоторый момент времени, $\vec{F} = q_1\vec{E}$, и тем самым определить напряженность поля \vec{E} в точке пространства, в которой располагается пробная частица. В нерелятивистской теории не учитывается запаздывание при передаче сигнала из одной точки в другую, и поэтому моменты времени, определяющие положение пробной частицы и частицы, порождающей поле, должны быть одинаковыми. Заметим, что если скорости частиц малы по сравнению со скоростью света c ($|\vec{v}| = |\dot{\vec{r}}| \ll c$, $|\vec{v}_0| = |\dot{\vec{r}}_0| \ll c$), то эффекты запаздывания, согласно специальной теории относительности (СТО), являются эффектами второго порядка малости ($\sim (v/c)^2$, $(v_0/c)^2$). Как видно из приведенных рассуждений, величина $\vec{r} - \vec{r}_0$, входящая в соотношения (1), имеет следующий смысл:

$$\vec{r} - \vec{r}_0 = \vec{r}(t) - \vec{r}_0(t) \equiv \vec{R}(t), \quad (5)$$

т.е. временная переменная t , определяющая положение точки наблюдения, совпадает с временной переменной, определяющей положение частицы, создающей поле. Существенно, что это утверждение оказывается справедливым с точностью до величин порядка v/c и v_0/c . Рассмотренные выше функции $\phi = \phi(\vec{r}, t)$, $\vec{E} = \vec{E}(\vec{r}, t)$ и $\rho = \rho(\vec{r}, t)$ являются, таким образом, сложными функциями времени вида $f = f(\vec{R}(t))$.

Рассмотрим простейший случай, когда пробный заряд, необходимый для проведения процедуры измерения, отсутствует. В этом случае точку наблюдения поля можно считать неподвижной в исходной ИСО S , т.е. можно полагать, что $d\vec{r}/dt = 0$. Вследствие этого, величины $\phi = \phi(\vec{r}, t)$, $\vec{E} = \vec{E}(\vec{r}, t)$ и $\rho = \rho(\vec{r}, t)$ можно рассматривать как функции независимых динамических переменных \vec{r} и t . Вычисляя частную производную по времени от обеих частей равен-

ства (4), после простых преобразований получаем соотношение:

$$\vec{\nabla}(\varepsilon_0 \partial \vec{E} / \partial t + \vec{j}) = 0, \quad (6)$$

где $\varepsilon_0 = (4\pi k)^{-1}$, $\vec{j} = \vec{j}(\vec{r}, t) = \vec{v}_0(t)\rho(\vec{r}, t)$ — вектор плотности электрического тока частицы, $\vec{v}_0(t)$ — скорость частицы в момент времени t , определяемая из равенства (см. (5)): $d\vec{R}/dt = -d\vec{r}_0/dt \equiv -\vec{v}_0(t)$. При получении равенства (6) использовано уравнение непрерывности (см. [15]):

$$\partial \rho / \partial t + \vec{\nabla} \vec{j} = 0. \quad (7)$$

Из равенства (6) следует, что вектор $\varepsilon_0 \partial \vec{E} / \partial t + \vec{j}$ можно представить в следующей форме:

$$\varepsilon_0 \partial \vec{E} / \partial t + \vec{j} = \vec{a} + [\vec{\nabla} \vec{H}], \quad (8)$$

где $\vec{a} = const$, $\vec{H} = \vec{H}(\vec{r}, t)$ — некоторое векторное поле, которое будем называть напряженностью магнитного поля.

Для определения постоянной \vec{a} в равенстве (8) обратимся к электромагнитному полю, создаваемому электрически заряженной частицей, движущейся с постоянной скоростью в некоторой ИСО. Рассмотрим движущиеся друг относительно друга ИСО S и S' ; с каждой из них свяжем декартовы координаты с осями координат, ориентированными так, что ось z' совпадает с осью z , а оси x' и y' параллельны, соответственно, осям x и y . Полагаем, что система отсчета S' движется относительно системы отсчета S вдоль оси z со скоростью $\vec{v}_0 = const$. Пусть в начале координат системы отсчета S' покоится частица с зарядом q , создающая в окружающем пространстве статическое поле, напряженности которого в точке наблюдения поля $\vec{r}' = (x', y', z')$ определяются формулами: $\vec{E}' = kq\vec{r}'/|\vec{r}'|^3 \equiv \vec{E}'(\vec{r}')$, $\vec{H}' = 0$. Если $\vec{r}_0 = (0, 0, v_0 t)$ и $\vec{r} = (x, y, z)$ — радиус-векторы точки, в которой находится заряженная частица, и точки наблюдения поля, создаваемого частицей, в системе отсчета S , то, как известно [13,14], напряженности поля, создаваемого частицей в системе отсчета S , даются формулами:

$$\vec{E}(\vec{r}, t) = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0} \gamma \frac{1}{r'^3} (x, y, z - v_0 t), \quad \vec{H}(\vec{r}, t) = \varepsilon_0 [\vec{v}_0 \vec{E}(\vec{r}, t)], \quad (9)$$

где $\gamma = (1 - v_0^2/c^2)^{-1/2}$, $r' = (x^2 + y^2 + \gamma^2(z - v_0 t)^2)^{1/2}$, $\vec{B} = \mu_0 \vec{H}$, $\mu_0 = 1/(\varepsilon_0 c^2)$, c — скорость света в вакууме. Нетрудно убедиться в том, что напряженности поля (9) связаны между собой соотношением: $\varepsilon_0 \partial \vec{E} / \partial t = [\vec{\nabla} \vec{H}]$, где частная производная по времени определяется при $\vec{r} = const$. Сравнивая это соотношение с (8) и принимая во внимание, что $\vec{j} = 0$ при $\vec{r} \neq \vec{r}_0$, получаем: $\vec{a} = 0$. Так мы приходим к системе уравнений (4) и (8), которые можно записать в виде:

$$\varepsilon_0 \partial \vec{E} / \partial t + \vec{j} = [\vec{\nabla} \vec{H}], \quad \vec{\nabla} \vec{E} = \rho / \varepsilon_0. \quad (10)$$

Приведенная выше система уравнений представляет собой вторую пару уравнений Максвелла.

Первую пару уравнений Максвелла можно получить, исходя из уравнений (10) и требования, чтобы уравнения электромагнитного поля удовлетворяли принципу относительности [13]. Первая пара уравнений Максвелла, которую можно представить в виде

$$[\vec{\nabla} \vec{E}] = -\partial \vec{B} / \partial t, \quad \vec{\nabla} \vec{B} = 0, \quad (11)$$

где $\vec{B} = \mu_0 \vec{H}$, описывает закон электромагнитной индукции и определяет магнитное поле как поле вихревое. Общепринята следующая интерпретация уравнений Максвелла: они описывают поведение электромагнитного поля \vec{E}, \vec{H} , которое порождается заряженными частицами, характеризующимися плотностями заряда и тока ρ и \vec{j} . Выше уравнения Максвелла получены в предположении, что величины ρ и \vec{j} относятся к заряженной классической точечной частице.

Если на обе части первого из уравнений (10) подействовать слева оператором $\varepsilon_0^{-1} \vec{\nabla}$, а на обе части второго — оператором $\partial / \partial t$ и затем из второго равенства вычесть почленно первое, то

получим соотношение:

$$[\partial/\partial t, \vec{\nabla}] \vec{E} = \varepsilon_0^{-1} (\partial \rho / \partial t + \vec{\nabla} \vec{j}) = 0,$$

где использовано уравнение непрерывности (7). Из последнего равенства видно, что операторы $\partial/\partial t$ и $\vec{\nabla} \equiv \vec{\nabla}_{\vec{r}}$ коммутируют между собой:

$$[\partial/\partial t, \vec{\nabla}] = 0. \quad (12)$$

Условие коммутации (12) означает, что величины \vec{r} и t являются независимыми динамическими переменными. Это условие было использовано нами при выводе из теоремы Гаусса (4) первого из равенств (10). Следовательно, условие (12) можно рассматривать как условие внутренней непротиворечивости уравнений Максвелла для электромагнитного поля. Отметим, что независимость динамических переменных \vec{r} и t существенно используется и при получении уравнения непрерывности (7) (см. [15], с. 99).

Приведенный выше вывод уравнений Максвелла подтверждает, что Максвелловская схема электродинамики основывается на предположениях, указанных в начале данного раздела. Цель изложенного выше состоит, однако, не в подтверждении хорошо известных результатов, а в том, чтобы подготовить основу для формулировки качественно нового результата, выпавшего из поля зрения предыдущих исследователей, результата, позволяющего по-новому взглянуть на проблему Дирака и разглядеть истинную причину, по которой основные уравнения электродинамики неверны.

Как будет видно из дальнейшего, существует принципиальное ограничение на область применимости уравнений Максвелла: последние справедливы лишь при условии, что в точке наблюдения поля отсутствует пробная частица, способная регистрировать электромагнитное поле. В то же время, внесение пробной частицы в исследуемую систему столь сильно искажает состояние системы, что эти искажения невозможно описать с помощью уравнений Максвелла — последние требуют существенной модификации.

Пусть теперь в точку наблюдения поля с радиус-вектором \vec{r} ($\vec{r} \neq \vec{r}_0$) внесена пробная частица, обладающая зарядом q_1 . На пробную частицу действует сила $\vec{F}(\vec{r})$, $\vec{F}(\vec{r}) = q_1 \vec{E}(\vec{r})$. Используя выражение (1), приходим к закону Кулона:

$$\vec{F} = k q_1 q_0 \frac{\vec{r} - \vec{r}_0}{|\vec{r} - \vec{r}_0|^3}. \quad (13)$$

Очевидно, что на исходную частицу с зарядом q_0 действует со стороны пробной частицы сила

$$\vec{F}_1, \vec{F}_1 = k q_1 q_0 \frac{\vec{r}_0 - \vec{r}}{|\vec{r}_0 - \vec{r}|^3} = -\vec{F}. \text{ Следовательно, пробная частица с зарядом } q_1, \text{ помещенная в точке}$$

наблюдения \vec{r} , создает в окружающем пространстве электрическое поле, напряженность которого в точке нахождения исходной частицы составляет:

$$\vec{F}_1 / q_0 = k q_1 \frac{\vec{r}_0 - \vec{r}}{|\vec{r}_0 - \vec{r}|^3} \equiv \vec{E}_1. \text{ Обозначим}$$

через m_0 и m_1 массу исходной и пробной частиц. Движение частиц управляется уравнениями динамики:

$$m_1 \ddot{\vec{r}} = \vec{F}, \quad m_0 \ddot{\vec{r}}_0 = \vec{F}_1 = -\vec{F}. \quad (14)$$

Как видно из (14), пробная и исходная частицы, связанные между собой кулоновским взаимодействием, движутся с ускорениями

$$\vec{a}_1 \equiv \ddot{\vec{r}} = \vec{F} / m_1 \text{ и } \vec{a}_0 \equiv \ddot{\vec{r}}_0 = -\vec{F} / m_0, \quad (15)$$

соответственно. Согласно (15), ускорения частиц связаны между собой соотношением: $\vec{a}_1 = -(m_0 / m_1) \vec{a}_0$. Значит, рассматриваемые частицы движутся по траекториям, и положение частиц на траекториях описывается радиус-векторами $\vec{r} = \vec{r}(t)$ и $\vec{r}_0 = \vec{r}_0(t)$, которые определяют ускорение частиц в соответствии с равенствами (15). Существенно, что обе частицы не могут ни покоиться, ни пребывать в состоянии равномерного и прямолинейного движения [12] (в си-

лу того, что частицы подчиняются закону Кулона и одновременно управляются уравнениями движения).

Таким образом, если в точке наблюдения поля, порожденного исходной частицей, находится пробный заряд, условие $d\vec{r}/dt = 0$ не выполняется. Это значит, что переменные \vec{r} и t , играющие роль аргументов функций $\vec{E} = \vec{E}(\vec{r}, t)$ и $\rho = \rho(\vec{r}, t)$, перестают быть независимыми. Указанные функции становятся сложными функциями времени вида $f = f(\vec{R}(t))$, где величина $\vec{R}(t)$ дается формулой (5) и $d\vec{r}/dt \neq 0$. Это приводит к тому, что частные производные по времени $\partial\vec{E}/\partial t$ и $\partial\rho/\partial t$ теряют смысл. Вместо частных производных нужно рассматривать полные производные по времени. Следовательно, уравнения движения электромагнитного поля существенно изменяются по сравнению с уравнениями Максвелла.

Прежде чем перейти к выводу модифицированных уравнений электромагнитного поля, учитывающих нахождение пробного заряда в точке наблюдения поля, переопределим основные величины ϕ , \vec{E} и ρ , характеризующие поведение электромагнитного поля, заменив их регуляризованными величинами. Это вызвано тем, что функции $\phi = \phi(\vec{r})$ и $\vec{E} = \vec{E}(\vec{r})$ (1) не дифференцируемы в точке $\vec{r} = \vec{r}_0$, хотя плотность заряда $\rho = \rho(\vec{r}, t)$ (2a) отлична от нуля именно в этой точке. Регуляризованные величины имеют вид:

$$\tilde{\phi}(\vec{r}) = kq_0 \frac{1}{\sqrt{(\vec{r} - \vec{r}_0)^2 + \varepsilon^2}}, \quad \vec{\tilde{E}}(\vec{r}) = -\vec{\nabla}\tilde{\phi}(\vec{r}) = kq_0 \frac{\vec{r} - \vec{r}_0}{((\vec{r} - \vec{r}_0)^2 + \varepsilon^2)^{3/2}}. \quad (1a)$$

Функции $\tilde{\phi}(\vec{r})$ и $\vec{\tilde{E}}(\vec{r})$ определены и дифференцируемы во всей области переменной \vec{r} , принимают конечное значение при $\vec{r} = \vec{r}_0$: $\tilde{\phi}(\vec{r}_0) = kq_0/\varepsilon$, $\vec{\tilde{E}}(\vec{r}_0) = 0$, и переходят в $\phi(\vec{r})$ и $\vec{E}(\vec{r})$ при $\varepsilon \rightarrow 0$. Указанный выше предельный переход может быть совершен в самом конце вычислений.

Далее, полагая $\vec{R}(t) = \vec{r}(t) - \vec{r}_0(t) \equiv \vec{R}$ (см. (5)) и вводя обозначение $\vec{\tilde{E}}(\vec{R}) = kq_0 \frac{\vec{R}}{(\vec{R}^2 + \varepsilon^2)^{3/2}}$, вычисляем регуляризованную плотность электрического заряда:

$$\vec{\nabla}_{\vec{R}} \vec{\tilde{E}}(\vec{R}) = 4\pi k \tilde{\rho}(\vec{R}(t)), \quad \tilde{\rho}(\vec{R}) = q_0 \frac{3\varepsilon^2}{4\pi(\vec{R}^2 + \varepsilon^2)^{5/2}} \equiv q_0 \delta_\varepsilon(\vec{R}). \quad (4a)$$

Отметим, что $\delta_\varepsilon(\vec{R}) \rightarrow \delta(\vec{R})$ при $\varepsilon \rightarrow 0$. Функция $\delta_\varepsilon(\vec{R})$ удовлетворяет условию нормировки: $\int \delta_\varepsilon(\vec{R}) dV = 1$, где интегрирование идет по объему всего пространства. Последнюю формулу легко проверить, используя табличные интегралы (см. [16], с.310, 3.252(7)):

$$I_n(\varepsilon^2) = \int_0^\infty \frac{dR}{(R^2 + \varepsilon^2)^n}, \quad I_{3/2}(\varepsilon^2) = \frac{1}{\varepsilon^2}, \quad I_{5/2}(\varepsilon^2) = -\frac{2}{3} \frac{d}{d(\varepsilon^2)} I_{3/2}(\varepsilon^2) = \frac{2}{3} \frac{1}{\varepsilon^4}.$$

Следует подчеркнуть, что регуляризованная плотность заряда $\tilde{\rho} = \tilde{\rho}(\vec{R})$ (4a) при $\varepsilon \neq 0$ отлична от нуля во всей области значений \vec{R} , причем $\rho(\vec{R}) = \tilde{\rho}(\vec{R})$ при $\varepsilon \rightarrow 0$. Использование функций $\tilde{\phi}(\vec{r})$, $\vec{\tilde{E}}(\vec{r})$ и $\tilde{\rho}(\vec{R})$ в качестве потенциала, напряженности и плотности заряда с переходом к пределу $\varepsilon \rightarrow 0$ в самом конце вычислений позволяет в ходе расчетов освободиться от недифференцируемых функций и избежать необходимости расширения области применимости закона Кулона.

Перейдем к выводу уравнений, описывающих поведение электромагнитного поля при учете пробного заряда, внесенного в точку наблюдения поля. Уравнения движения (14) рассматриваемой нами двухчастичной системы эквивалентны следующей системе уравнений:

$$\mu \ddot{\vec{R}} = \vec{F}(\vec{R}), \quad M \ddot{\vec{R}}_C = 0, \quad \vec{F}(\vec{R}) = kq_1q_0 \frac{\vec{R}}{(\vec{R}^2 + \varepsilon^2)^{3/2}}, \quad (16)$$

где радиус-векторы $\vec{R} = \vec{r} - \vec{r}_0$ и $\vec{R}_C = \frac{m_1\vec{r} + m_0\vec{r}_0}{m_1 + m_0}$ описывают, соответственно, относительное движение и движение центра масс системы двух частиц; $\mu = m_1m_0 / M$ и $M = m_1 + m_0$ — приведенная и полная масса системы; величина $\vec{F}(\vec{R})$ представляет собой регуляризованное выражение силы, действующей на пробный заряд. Согласно второму из равенств (16), центр масс движется с постоянной скоростью, равной $\dot{\vec{R}}_C \equiv \vec{V}_C$, $\vec{V}_C = (m_1\vec{v} + m_0\vec{v}_0) / M$, $\vec{v} = \dot{\vec{r}}$, $\vec{v}_0 = \dot{\vec{r}}_0$.

Поскольку величина $\vec{F}(\vec{R}) / q_1 \equiv \vec{E}(\vec{R})$ является регуляризованной напряженностью поля в точке нахождения пробного заряда и выполняется равенство $\vec{\nabla}_{\vec{r}} = \vec{\nabla}_{\vec{R}}$, то регуляризованную плотность заряда $\tilde{\rho} = \tilde{\rho}(\vec{R})$ можно определить по формулам (4а). Дифференцируя по времени обе части первого из равенств (4а) (принимая во внимание, что $\vec{r} = \vec{r}(t)$, и поэтому вычисляем полную производную по времени), получаем:

$$\frac{d}{dt}(\vec{\nabla}_{\vec{R}} \vec{E}) - \vec{\nabla}_{\vec{R}} \frac{d\vec{E}}{dt} + \vec{\nabla}_{\vec{R}} \frac{d\vec{E}}{dt} = 4\pi k \frac{d}{dt} \tilde{\rho}(\vec{R}).$$

Сумму первых двух слагаемых, стоящих в левой части последнего равенства, можно записать в виде коммутатора операторов d/dt и $\vec{\nabla}_{\vec{R}}$, действующего на напряженность поля: $[d/dt, \vec{\nabla}_{\vec{R}}] \vec{E}$. Поэтому указанное равенство можно представить в виде:

$$\vec{\nabla}_{\vec{R}} (d\vec{E}/dt) - 4\pi k d\tilde{\rho}(\vec{R})/dt + [d/dt, \vec{\nabla}_{\vec{R}}] \vec{E} = 0. \quad (17)$$

Заметим, что если бы переменные R_α и t были независимыми, то операторы $\partial / \partial t$ и $\vec{\nabla}_{\vec{R}}$ коммутировали бы между собой. В рассматриваемом здесь случае величины ρ , \vec{E} не зависят явно от t ; эти величины зависят от t только через \vec{R} .

Учитывая формулы

$$\frac{d}{dt} = \sum_{\alpha} \frac{\partial}{\partial R_{\alpha}} \frac{dR_{\alpha}}{dt} = \sum_{\alpha} V_{\alpha} \frac{\partial}{\partial R_{\alpha}}, \quad V_{\alpha} = \frac{dR_{\alpha}}{dt}, \quad \vec{\nabla}_{\vec{R}} = \sum_{\beta} \vec{e}_{\beta} \frac{\partial}{\partial R_{\beta}}, \quad \vec{E} = \sum_{\beta} \vec{e}_{\beta} \tilde{E}_{\beta}, \quad (18)$$

где \vec{e}_{β} — орты декартовой системы координат, которые считаем фиксированными (не изменяющимися во времени), вычислим величину $d\tilde{\rho}(\vec{R})/dt$ и последнее слагаемое, стоящее в левой части равенства (17). Обозначим через $\tilde{V}_{\alpha}(\vec{R})$ величину $V_{\alpha}(t)$, преобразованную к переменной $\vec{R} = \vec{R}(t)$ таким образом, чтобы выполнялось тождество: $\tilde{V}_{\alpha}(\vec{R}(t)) \equiv V_{\alpha}(t)$. Получаем:

$$\begin{aligned} \frac{d\tilde{\rho}}{dt} &= \sum_{\alpha=x,y,z} \tilde{V}_{\alpha}(\vec{R}) \frac{\partial \tilde{\rho}}{\partial R_{\alpha}} = \vec{\nabla}_{\vec{R}}(\vec{V} \tilde{\rho}) - \tilde{\rho}(\vec{\nabla}_{\vec{R}} \vec{V}), \\ [d/dt, \vec{\nabla}_{\vec{R}}] \vec{E} &= - \sum_{\alpha, \beta} \vec{e}_{\beta} \frac{\partial \tilde{V}_{\alpha}}{\partial R_{\beta}} \frac{\partial}{\partial R_{\alpha}}, \quad [d/dt, \vec{\nabla}_{\vec{R}}] \vec{E} = - \sum_{\alpha, \beta} \frac{\partial \tilde{V}_{\alpha}}{\partial R_{\beta}} \frac{\partial \tilde{E}_{\beta}}{\partial R_{\alpha}} = - \sum_{\beta} \left(\frac{\partial(\vec{V} \vec{\nabla}_{\vec{R}})}{\partial R_{\beta}} \right) \vec{E}_{\beta}. \end{aligned} \quad (19)$$

Отметим, что если \vec{r} и t — независимые динамические переменные, то оператор $\vec{\nabla}_{\vec{R}}$ и производную по времени d/dt можно заменить, соответственно, на оператор $\vec{\nabla}_{\vec{r}} \equiv \vec{\nabla}$ и частную производную $\partial / \partial t$, и тогда первое из равенств (19) превратится в обычное уравнение непрерывности: $\partial \rho / \partial t + \vec{\nabla}(\vec{v}_0 \rho) = 0$.

В правой части последней из формул (19) выделим слагаемое, имеющее вид дивергенции:

$$[d/dt, \vec{\nabla}_{\vec{R}}] \vec{E} = - \sum_{\alpha, \beta} \frac{\partial}{\partial R_{\alpha}} \left(\vec{E}_{\beta} \frac{\partial \vec{V}_{\alpha}}{\partial R_{\beta}} \right) + \sum_{\alpha, \beta} \frac{\partial}{\partial R_{\beta}} \left(\vec{E}_{\beta} \frac{\partial \vec{V}_{\alpha}}{\partial R_{\alpha}} \right) - \sum_{\alpha, \beta} \frac{\partial \vec{E}_{\beta}}{\partial R_{\beta}} \frac{\partial \vec{V}_{\alpha}}{\partial R_{\alpha}} =$$

$$= - \vec{\nabla}_{\vec{R}} \left((\vec{E} \vec{\nabla}_{\vec{R}}) \vec{V} - \vec{E} (\vec{\nabla}_{\vec{R}} \vec{V}) \right) - (\vec{\nabla}_{\vec{R}} \vec{E}) (\vec{\nabla}_{\vec{R}} \vec{V}). \quad (20)$$

Теперь формула (17) преобразуется к виду:

$$\vec{\nabla}_{\vec{R}} \left(d\vec{E}/dt - \sum_{\alpha} \frac{\partial}{\partial R_{\alpha}} (\vec{E}_{\alpha} \vec{V}) + \vec{E} (\vec{\nabla}_{\vec{R}} \vec{V}) \right) = 0. \quad (21)$$

Значит, получаем следующую систему уравнений:

$$d\vec{E}/dt - \sum_{\alpha} \frac{\partial}{\partial R_{\alpha}} (\vec{E}_{\alpha} \vec{V}) + \vec{E} (\vec{\nabla}_{\vec{R}} \vec{V}) = c_1 [\vec{\nabla}_{\vec{R}} \vec{H}], \quad \vec{\nabla}_{\vec{R}} \vec{E} = 4\pi k \tilde{\rho}(\vec{R}). \quad (22)$$

Здесь $\sum_{\alpha} \frac{\partial}{\partial R_{\alpha}} (\vec{E}_{\alpha} \vec{V}) = 4\pi k \vec{V} \tilde{\rho}(\vec{R}) + (\vec{E} \vec{\nabla}_{\vec{R}}) \vec{V}$, $c_1 = const$, $4\pi k = 1/\epsilon_0$. С помощью последних равенств первое из уравнений (22) можно записать в виде (ср. с (10)):

$$\epsilon_0 d\vec{E}/dt - \vec{j} - \epsilon_0 (\vec{E} \vec{\nabla}_{\vec{R}}) \vec{V} + \epsilon_0 \vec{E} (\vec{\nabla}_{\vec{R}} \vec{V}) = [\vec{\nabla}_{\vec{R}} \vec{H}], \quad \vec{j} = \vec{V} \tilde{\rho}(\vec{R}), \quad \vec{V} = \vec{v} - \vec{v}_0, \quad c_1 \epsilon_0 = 1. \quad (23)$$

Постоянная c_1 определена из естественного условия, чтобы при $d\vec{r}/dt = 0$ уравнение (23) совпадало с первым из уравнений, входящих во вторую пару уравнений Максвелла (10) (в пределе $\epsilon \rightarrow +0$). Различие между (10) и (23) состоит в том, что в (23) входит полная производная по времени и в левой части появляется дополнительный член $-\epsilon_0 (\vec{E} \vec{\nabla}_{\vec{R}}) \vec{V} + \epsilon_0 \vec{E} (\vec{\nabla}_{\vec{R}} \vec{V}) = -\Delta \vec{j}$, который представляет собой поправку к току смещения $\epsilon_0 d\vec{E}/dt$. Кроме того, вместо уравнения непрерывности (7) появляется соотношение, которое можно записать в виде (см.(19)):

$$\left(d/dt - (\vec{V} \vec{\nabla}_{\vec{R}}) \right) \tilde{\rho} = d\tilde{\rho}/dt - \vec{\nabla}_{\vec{R}} (\vec{V} \tilde{\rho}) + \tilde{\rho} (\vec{\nabla}_{\vec{R}} \vec{V}) = 0. \quad (24)$$

Последнее равенство является тождеством и выполняется для произвольной сложной функции времени вида $\tilde{\rho} = \tilde{\rho}(\vec{R}(t))$.

Ограничимся рассмотрением случая, когда пробная и исходная частицы имеют заряды противоположных знаков. Как известно (см., например, [17]), траектория движения частицы в кулоновском поле описывается уравнением (если начало координат совпадает с одним из фокусов эллипса; R и ϕ — полярные координаты; R_* и e — фокальный параметр и эксцентриситет эллипса):

$$R = \frac{R_*}{1 + e \cos \phi}. \quad (25)$$

Учитывая закон сохранения момента импульса $\vec{L} = [\vec{R}, \mu \dot{\vec{R}}] = const$, $\vec{L} = L \vec{e}_z$, $L = \mu R^2 \dot{\phi}$, с помощью (25) получаем:

$$\dot{R} = \frac{eL}{\mu R_*} \sin \phi. \quad (26)$$

Используя формулы $\vec{R} = R \vec{e}_R = (R_x, R_y)$, $\dot{\vec{R}} = \dot{R} \vec{e}_R + R \dot{\phi} \vec{e}_{\phi} \equiv \vec{V}$, $\vec{e}_R = (\cos \phi, \sin \phi)$, приходим к следующему представлению вектора скорости (считаем, что траектория движения частицы является плоской кривой, лежащей в плоскости xy):

$$\vec{V} = \frac{L}{\mu R^2} \left(\frac{e}{R_*} R_y (R_x, R_y) + (-R_y, R_x) \right) \equiv \vec{V},$$

$$\frac{\partial \vec{V}_x}{\partial R_x} = \frac{L}{\mu R^4} \left(2R_x R_y - \frac{e}{R_*} R_y (R_x^2 - R_y^2) \right), \quad \frac{\partial \vec{V}_y}{\partial R_y} = \frac{L}{\mu R^4} 2R_x R_y \left(\frac{e}{R_*} R_x - 1 \right), \quad (27)$$

$$\frac{\partial \vec{V}_x}{\partial R_y} = \frac{L}{\mu R^4} (R_x^2 - R_y^2) \left(\frac{e}{R_*} R_x - 1 \right), \quad \frac{\partial \vec{V}_y}{\partial R_x} = -\frac{L}{\mu R^4} \left(2 \frac{e}{R_*} R_x R_y + R_x^2 - R_y^2 \right),$$

где $\vec{V} = (\vec{V}_x, \vec{V}_y) = \vec{V}(\vec{R})$ — вектор скорости, представленный как функция \vec{R} . Имеют место соотношения:

$$\vec{\nabla}_{\vec{R}} \vec{V} = \frac{\dot{R}}{R} = \frac{eL}{\mu R_* R^2}, \quad [d/dt, \vec{\nabla}_{\vec{R}}] = -\sum_{\alpha} \bar{g}_{\alpha} \partial / \partial R_{\alpha}, \quad \bar{g}_{\alpha} = \vec{\nabla}_{\vec{R}} \vec{V}_{\alpha}. \quad (28)$$

На основании соотношений (25), (26) и (28) можно заключить, что $\vec{\nabla}_{\vec{R}} \vec{V} = 0$ только при условии, что $e = 0$, когда траекторией движения частицы является окружность. В самом деле, в этом случае, согласно (25), $R = R_*$, $\dot{R} = 0$.

Выпишем первое из уравнений (16) при $\varepsilon = 0$:

$$\mu \ddot{\vec{R}} = \vec{F}(\vec{R}), \quad \vec{F}(\vec{R}) = kq_1 q_0 \frac{\vec{R}}{R^3}. \quad (29)$$

Используя соотношения (27), нетрудно убедиться в том, что имеет место следующая цепочка равенств:

$$\mu \ddot{\vec{R}} = \mu d\vec{V} / dt = \mu \sum_{\alpha} (\vec{\nabla}_{\alpha} \partial / \partial R_{\alpha}) \vec{V} = -\frac{L^2}{\mu R_*} \frac{\vec{R}}{R^3},$$

которые находятся, как и должно быть, в согласии с (29). Из сравнения последнего равенства с (29) получаем следующее выражение, связывающее постоянную в законе Кулона с интегралами движения частицы по траектории: $kq_1 q_0 = -L^2 / \mu R_*$.

Перейдем к выводу уравнений, аналогичных первой паре уравнений Максвелла. Необходимо найти выражения для следующих величин: $d\vec{B} / dt$, $\vec{\nabla}_{\vec{R}} \vec{B}$. Пусть

$$\vec{\nabla}_{\vec{R}} \vec{B} = f(\vec{R}), \quad \vec{B} = \mu_0 \vec{H}, \quad (30)$$

где $f(\vec{R})$ и μ_0 — искомые величины. Дифференцируем первое из равенств (30) по времени:

$$d(\vec{\nabla}_{\vec{R}} \vec{B}) / dt = df(\vec{R}) / dt \rightarrow \vec{\nabla}_{\vec{R}} d\vec{B} / dt + [d/dt, \vec{\nabla}_{\vec{R}}] \vec{B} = df(\vec{R}) / dt. \quad (31)$$

Вычисляем:

$$[d/dt, \vec{\nabla}_{\vec{R}}] \vec{B} = -\sum_{\alpha, \beta} \frac{\partial \vec{V}_{\alpha}}{\partial R_{\beta}} \frac{\partial B_{\beta}}{\partial R_{\alpha}}.$$

В последнем выражении выделяем слагаемое, имеющее вид дивергенции некоторого вектора. Ввиду того, что это выражение аналогично (19), можно воспользоваться равенством (20), выполнив в нем замену $\vec{E} \rightarrow \vec{B}$:

$$[d/dt, \vec{\nabla}_{\vec{R}}] \vec{B} = -\vec{\nabla}_{\vec{R}} \left((\vec{B} \vec{\nabla}_{\vec{R}}) \vec{V} - \vec{B} (\vec{\nabla}_{\vec{R}} \vec{V}) \right) - (\vec{\nabla}_{\vec{R}} \vec{B}) (\vec{\nabla}_{\vec{R}} \vec{V}).$$

Подставляем это равенство в (31) и учитываем (30):

$$\vec{\nabla}_{\vec{R}} \left(d\vec{B} / dt - \left((\vec{B} \vec{\nabla}_{\vec{R}}) \vec{V} - \vec{B} (\vec{\nabla}_{\vec{R}} \vec{V}) \right) \right) - (\vec{\nabla}_{\vec{R}} \vec{B}) (\vec{\nabla}_{\vec{R}} \vec{V}) - (\vec{V} \vec{\nabla}_{\vec{R}}) (\vec{\nabla}_{\vec{R}} \vec{B}) = 0. \quad (32)$$

Сумму последних двух слагаемых в левой части этого равенства можно записать в виде:

$$-(\vec{\nabla}_{\vec{R}} \vec{B}) (\vec{\nabla}_{\vec{R}} \vec{V}) - (\vec{V} \vec{\nabla}_{\vec{R}}) (\vec{\nabla}_{\vec{R}} \vec{B}) = -\vec{\nabla}_{\vec{R}} \left(\vec{V} (\vec{\nabla}_{\vec{R}} \vec{B}) \right).$$

Значит, получаем уравнение:

$$\vec{\nabla}_{\vec{R}} \left(d\vec{B} / dt - \left((\vec{B}\vec{\nabla}_{\vec{R}})\vec{V} - \vec{B}(\vec{\nabla}_{\vec{R}}\vec{V}) \right) - \vec{V}(\vec{\nabla}_{\vec{R}}\vec{B}) \right) = 0.$$

В результате приходим к следующей первой паре уравнений:

$$d\vec{B} / dt - \left((\vec{B}\vec{\nabla}_{\vec{R}})\vec{V} - \vec{B}(\vec{\nabla}_{\vec{R}}\vec{V}) \right) - \vec{V}(\vec{\nabla}_{\vec{R}}\vec{B}) = c_2 [\vec{\nabla}_{\vec{R}}\vec{X}], \quad \vec{\nabla}_{\vec{R}}\vec{B} = f(\vec{R}), \quad c_2 = const. \quad (33)$$

Мы полагаем, что поле \vec{X} совпадает с напряженностью электрического поля \vec{E} , поле \vec{B} является вихревым и поэтому $f(\vec{R}) = 0$. Постоянные μ_0 и c_2 выбираем, сопоставляя модифицированные уравнения с уравнениями Максвелла: $c_2 = -1$, $\mu_0 = 1 / \varepsilon_0 c^2$.

Удобно ввести обозначения:

$$\vec{D}_{\vec{E}}(\vec{R}) = \vec{E}(\vec{\nabla}_{\vec{R}}\vec{V}) - (\vec{E}\vec{\nabla}_{\vec{R}})\vec{V} = E_x \vec{\Lambda}_{\vec{R}} \vec{V}_y - E_y \vec{\Lambda}_{\vec{R}} \vec{V}_x \equiv \vec{D}_{\vec{E}}, \quad \vec{\Lambda}_{\vec{R}} = \vec{e}_x \frac{\partial}{\partial R_y} - \vec{e}_y \frac{\partial}{\partial R_x}. \quad (34)$$

В окончательной форме модифицированные уравнения электромагнитного поля выглядят следующим образом:

$$\begin{aligned} d\vec{B} / dt + \vec{D}_{\vec{B}} &= -[\vec{\nabla}_{\vec{R}}\vec{E}], \quad \vec{\nabla}_{\vec{R}}\vec{B} = 0, \\ \varepsilon_0 d\vec{E} / dt - \vec{j} + \varepsilon_0 \vec{D}_{\vec{E}} &= [\vec{\nabla}_{\vec{R}}\vec{H}], \quad \vec{\nabla}_{\vec{R}}\vec{E} = \rho / \varepsilon_0, \end{aligned} \quad (35)$$

где $\vec{j} = \vec{V}\rho$, $\rho = \rho(\vec{R})$, $\vec{V} = \vec{v} - \vec{v}_0$. Для сравнения приведем здесь обычные уравнения Максвелла (см. (10) и (11)):

$$\begin{aligned} \partial\vec{B} / \partial t &= -[\vec{\nabla}\vec{E}], \quad \vec{\nabla}\vec{B} = 0, \\ \varepsilon_0 \partial\vec{E} / \partial t + \vec{j} &= [\vec{\nabla}\vec{H}], \quad \vec{\nabla}\vec{E} = \rho / \varepsilon_0. \end{aligned} \quad (36)$$

Как видно из сопоставления уравнений (35) и (36), различие между ними весьма значительно. В частности, уравнения (35), содержащие роторные члены, имеют поправки к изменяющейся со временем магнитной индукции ($\vec{D}_{\vec{B}}$) и к току смещения ($\varepsilon_0 \vec{D}_{\vec{E}}$). Появление этих поправок связано с ускоренным движением пробного заряда в кулоновском поле исходного заряда. Различие между приведенными выше уравнениями обусловлено тем, что уравнения (35) описывают электромагнитное поле вдоль траектории движения пробного заряда, служащего в качестве простейшего измерительного прибора, регистрирующего поле, а уравнения (36) описывают поле в точках наблюдения в отсутствие пробного заряда, т.е. без учета влияния измерительного прибора на исследуемое поле.

Следует подчеркнуть, что появление поправок в уравнениях (35) указывают на существование физических эффектов, которые выпадают из поля зрения электродинамики Максвелла. Поправка $\vec{D}_{\vec{B}}$ в первом из уравнений (35) означает, что вихревое электрическое поле создается не только изменяющимся со временем, но и изменяющимся в пространстве магнитным полем. Поправка же $\varepsilon_0 \vec{D}_{\vec{E}}$ в третьем из уравнений (35) говорит о том, что ток смещения имеет составляющую, обусловленную изменением напряженности электрического поля в пространстве.

С формальной точки зрения, различие между уравнениями (35) и (36) отражает два разных подхода к выводу уравнений электромагнитного поля, порождаемого классической точечной частицей. В одном из них радиус-вектор точки наблюдения \vec{r} и время наблюдения t считаются независимыми переменными, и поэтому принимается, что $[\partial / \partial t, \vec{\nabla}_{\vec{r}}] = 0$. Этот подход, основанный на предположении, что измерительный прибор не влияет на исследуемое поле, реализуется уравнениями Максвелла. Модифицированные уравнения представляют собой следствие другого подхода, в котором учитывается, что кулоновское взаимодействие пробного заряда с исходной частицей может существенно исказить исследуемое поле. В этом подходе исходный и пробный заряды рассматриваются как равноправные составляющие двухчастичной системы и, вследствие этого, возникает отличный от нуля коммутатор: $[d / dt, \vec{\nabla}_{\vec{r}}] \neq 0$.

3. Заключение

Причина трудностей общепринятой формулировки электродинамики коренится в том, что уравнения Максвелла основаны на законе Кулона для заряженных частиц. Как видно из полученных в работе результатов, внесение в точку наблюдения пробной частицы, служащей для проведения процедуры измерения, существенно искажает исследуемое электромагнитное поле. Учет влияния пробного заряда на исследуемое поле требует модификации уравнений Максвелла. Это связано с тем, что взаимодействие пробного заряда с исследуемым полем невозможно описать, оставаясь в рамках одночастичной задачи, следствием которой являются уравнения Максвелла.

Одним из основных понятий электродинамики является электрический заряд, который, как полагают, создает в окружающем пространстве силовое поле, подчиняющееся закону Кулона. Это понятие не имеет, однако, физического определения. Имеющиеся ныне в литературе определения электрического заряда сводятся к словесным утверждениям, что заряд является источником (генератором) электромагнитного поля, внутренней характеристикой элементарных частиц, определяющей электромагнитное взаимодействие, и что электромагнетизм есть проявление существования, движения и взаимодействия электрических зарядов [18]. Приведенные выше утверждения не раскрывают, однако, физической сущности электрических зарядов и поэтому не могут дать ответа на вопрос, что такое электрический заряд. Физический смысл заряда не разъясняет и теорема Гаусса, согласно которой плотность электрического заряда сводится к дивергенции напряженности кулоновского поля $\vec{\nabla} \cdot \vec{E}$ (см. равенство (4)), поскольку закон Кулона — не более чем гипотеза, не имеющая физического обоснования [4]. Очевидно, что, руководствуясь существующими ныне представлениями об электрическом заряде и кулоновских силах, глубоко укоренившимися в общественном сознании, невозможно в принципе устранить трудности электродинамики.

Как показано в работах [5,6,11], из поля зрения механики Ньютона выпал огромный класс движений — криволинейные движения частиц по инерции, которые играют в природе фундаментальную роль, будучи ответственными, в частности, за явления гравитации и антигравитации [7,8]. Согласно [5-7], гравитация — это не особый вид взаимодействия между телами, а проявление ускоренного движения тел по инерции. Результаты исследований, приведенные в [5-12], наводят на мысль, что электромагнитные явления, как и гравитацию, можно описать и объяснить, используя криволинейные движения частиц по инерции. Эта мысль получила обоснование в работе [12], в которой рассмотрено взаимодействие между частицами двухчастичной системы, находящейся в состоянии ускоренного движения по инерции, и показано, что сила взаимодействия отличается от кулоновской силы малыми поправками порядка e (e — эксцентриситет эллипса, по которому движется частица; $e \ll 1$). По-видимому, этот результат указывает на то, что электрический заряд является одним из проявлений криволинейного движения классических частиц по инерции. Естественно ожидать, что раскрытие физической сущности электрического заряда позволит устранить трудности электродинамики.

Л и т е р а т у р а :

1. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. Т. 5. Электричество и магнетизм. — М.: Мир, 1966.
2. Дирак П. А. М. Собрание научных трудов. Т. IV. Гравитация и космология. Воспоминания и размышления (лекции, научные статьи 1937-1984 гг.). / Под общ. Ред. А. Д. Суханова. — М.: Физматлит, 2005. — 784 с.
3. Дирак П. А. М. Принципы квантовой механики. — М.: Наука, 1979.
4. Фейнман Р. Характер физических законов. — М.: Наука, 1987. — С. 33–34.
5. Олейник В. П., Прокофьев В. П. Вращательная инерция и ее физические следствия. Что такое гравитация? // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2008. — №2(30). — С. 23–56.
6. Олейник В. П. Новый подход к проблеме движения: ускоренные движения по инерции. // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2009. — №3(35). — С. 24–56.
7. Олейник В. П. О физической природе гравитации. // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2010. — №3(39). — С. 24–55.

8. Олейник В. П., Третьяк О. В. Проблема инерции и антигравитация. // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2011. — №1(41). — С. 24-52.
9. Oleinik V. P. Motions by inertia and the Coulomb field. // Odessa astronomical publications. — Vol. 25. — Issue 2. — 2012. — P. 133.
10. Олейник В. П. Криволинейные движения по инерции и закон Кулона. // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2012. — №3(47). — С. 34–39.
11. Олейник В. П. О физической сущности явления криволинейного движения по инерции. Классическая частица как открытая самоорганизующаяся система. // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2013. — №2(50). — С. 13–46.
12. Олейник В. П. Закон всемирного тяготения и криволинейное движение по инерции. О физической природе силы, регистрируемой в опыте Кавендиша. // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2013. — №4(52). — С. 11–32.
13. Олейник В. П. Электромагнітне поле. Конспект лекцій з курсу «Загальна фізика». — К.: КПІ, 1991.
14. Степанов С. С. Релятивистский мир — лекции по теории относительности, гравитации и космологии. Закон Кулона. Гл. 5. — http://synset.com/ru/Заглавная_страница.
15. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Теория поля. — М.: Наука, 1973.
16. Градштейн И. С., Рыжик И. М. Таблицы интегралов, сумм, рядов и произведений. — М.: Наука, 1971.
17. Астахов А. В. Курс физики. Т. 1. Механика. Кинетическая теория материи. — М.: Гл. ред. физ.-мат. лит., 1977.
18. Физический энциклопедический словарь. / Гл. редактор А. М. Прохоров. — М.: Советская энциклопедия, 1983.

Статья поступила в редакцию 06.11.2014 г.

Oleinik V.P.

The Dirac problem. Generalization of Maxwell's equations for electromagnetic field

The Dirac problem is to answer the question, what is the cause of serious difficulties of electrodynamics and how to eliminate them. The key to solving the problem lies in the analysis of incompleteness of Maxwell's electrodynamics, which is due, in particular, to the fact that electrodynamics is based on the Coulomb law of interaction between electric charges. It is shown that the action of the test charge used for the measurement procedure on the investigated electromagnetic field is not a small perturbation. Consideration this disturbance requires substantial changes in the equations of motion of the field. The modified equations of motion of electromagnetic field are obtained and investigated, taking into account the influence of the test particle on the field. It is shown that the modified field equations contain amendments, the appearance of which indicates the existence of physical effects, dropped out of sight of Maxwell's electrodynamics. Thus, it follows from the modified equations that the vortex electric field is generated not only by the magnetic field varying in time, but also by the magnetic field varying in space. To overcome the difficulties of electrodynamics one has to reveal the physical nature of electric charge, based on curvilinear motions of classical particle by inertia.

Key words: Dirac problem, incompleteness of Maxwell's electrodynamics, electric charge, the modified equations of electromagnetic field, curvilinear motions by inertia.

Букалов А.В.

**УРАВНЕНИЯ ОБЩЕЙ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ
КАК АНАЛОГ
УРАВНЕНИЙ ЭЛЕКТРОННОЙ СВЕРХПРОВОДИМОСТИ**

Центр физических и космических исследований, Международный институт соционики,
ул.Мельникова, 12, г.Киев-50, 04050, Украина. e-mail: bukalov.physics@socionic.info

Показано, что уравнения общей теории относительности можно рассматривать как аналог уравнений электронной сверхпроводимости — Лондонов и Ландау-Гинзбурга. Такая интерпретация вытекает из космологической модели со сверхпроводимостью, решающей проблему темной энергии. При этом космологическая константа Λ задает радиус действия гравитационного поля во Вселенной, фактически определяя масштаб наблюдаемой Вселенной, содержащей материю и излучение, которые гравитируют.

Ключевые слова: гравитация, сверхпроводимость, плотность темной энергии, плотность энергии вакуума, космологическая постоянная.

PACS numbers: **98.80.-k; 95.36. + x; 11.30.Rd; 42.40.-i**

1. Введение

В предыдущих работах автора [1] было показано, что наблюдаемая величина плотности темной энергии ρ_{DE} может быть получена в рамках модели сверхпроводимости вакуума, в которой первичные b -фермионы конденсируются в куперовские пары. Этот процесс уменьшает плотность энергии на 120 порядков по сравнению с обычно получаемой в теории поля планковской плотностью энергии:

$$\rho_{DE} = \frac{M_p^4}{256\pi^3 e^{2\lambda^{-1}}} = \frac{M_p^4}{256\pi^3 e^{2\alpha_{em}^{-1}}} = \frac{c^5}{256\pi^3 G_N^2 \hbar e^{2\alpha_{em}^{-1}}} \approx 6,092 \cdot 10^{-30} \text{ Г/см}^3, \quad (1)$$

где $\lambda \approx \alpha_{em}$, α_{em} — постоянная тонкой структуры.

Поэтому Вселенную можно рассматривать как конденсатную систему фермионов, в котором происходят фазовые переходы в сверхпроводящее состояние. Конденсат первичных фермионов образует различные фазы, эволюционирующие по разным законам в зависимости от константы связи λ_i , λ_j . В силу этого мы можем рассматривать текущие в такой структуре токи, состоящие из нормальной и сверхтекучей компонент и получить уравнения макроскопической теории сверхпроводимости для Вселенной.

2. Уравнения космической сверхпроводимости

Вначале рассмотрим электронную сверхпроводимость. Согласно Лондонам [9, 13], при плотности электронов n , массе m_e , заряде электрона e движение электронов в электрическом поле E описывается уравнением $-eE = m_e \ddot{x}$, плотность тока $j = -ne\dot{x}$. В магнитном поле для сверхпроводника $E = -\frac{1}{c} \frac{\partial A}{\partial t}$, $\frac{d\rho}{dt} = -\Lambda_e \frac{\partial A}{\partial t}$, $-\Lambda_e (A - A_0) = j$, где $\Lambda_e = ne^2 / (m_e c) = \text{const}$. При $A_0 = 0$ $j = -\Lambda_e A$, поэтому, при лондоновской калибровке $\text{div}A = 0$, $\vec{a} = 0$

$$\text{rot rot}A = \nabla^2 A = \frac{4\pi}{c} \Lambda_e A. \quad (2)$$

Поэтому магнитное поле $A \sim e^{\pm\sqrt{\frac{4\pi\Lambda}{c}}x}$ проникает в образец на глубину $r \sim \sqrt{\frac{c}{4\pi\Lambda_e}}$ [6].

Рассмотрим теперь уравнения общей теории относительности:

$$G_{\mu\nu} - 8\pi\Lambda g_{\mu\nu} = R_{\mu\nu} - \frac{1}{2}g_{\mu\nu}R - 8\pi\Lambda g_{\mu\nu} = -8\pi\frac{G_N}{c^5}T_{\mu\nu}. \quad (3)$$

При $T_{\mu\nu} = 0$ уравнение (3) преобразуется в уравнение:

$$G_{\mu\nu} = 8\pi\Lambda g_{\mu\nu}, \quad (4)$$

Преобразуем метрический тензор в тензорный потенциал — аналог электромагнитного векторного потенциала:

$$\frac{g_{\mu\nu}c^2}{\sqrt{G_N}} = B_{\mu\nu}. \quad (5)$$

или, с учетом (5),

$$\frac{c^2}{\sqrt{G_N}}G_{\mu\nu} = 8\pi\Lambda_s B_{\mu\nu} = 8\pi J_{\mu\nu}^{(s)}, \quad (6)$$

где $J_{\mu\nu}^{(s)}$ — тензорный ток сверхтекучей компоненты тока, образованного первичными фермионами.

В такой записи уравнения ОТО с космологической постоянной аналогичны уравнению Лондонов (2).

Как известно, решение уравнения (4) нашел де Ситтер. Для масштабного фактора $a(t) = a_0 e^{\sqrt{\Lambda t/3}}$ возникает экспоненциальное увеличение, что используется для описания расширения Вселенной в эпоху инфляции.

При $T_{\mu\nu} \neq 0$

$$\frac{c^2}{\sqrt{G_N}}G_{\mu\nu} = -8\pi J_{\mu\nu}^{(m)} + 8\pi J_{\mu\nu}^{(s)}, \quad (7)$$

где $8\pi J_{\mu\nu}^{(m)} = 8\pi\sqrt{G_N}T_{\mu\nu}/c^2$.

Уравнение (7) формально эквивалентно уравнению ОТО (3), но значительно отличается от него по интерпретации. Фактически оно показывает, что гравитационное поле можно рассматривать не только как кривизну, но и как аналог электромагнитного поля, а вещество и темную энергию («вакуум») можно рассматривать как нормальную и сверхтекучую компоненты токов, образованных первичными фермионами.

Согласно Лондонам, квантомеханическое выражение для электрического поля

$$j = -\frac{\hbar e}{2im_e}(\psi^*\nabla\psi - (\nabla\psi)^*\psi).$$

В магнитном поле оператор импульса p равен $p + eA/c$. Поэтому ток

$$j = -\frac{e}{2m_e}\left\{\psi^*\left(\frac{\hbar}{i}\nabla + \frac{eA}{c}\right)\psi + \left[\left(\frac{\hbar}{i}\nabla + \frac{eA}{c}\right)\psi\right]^*\psi\right\} = -\frac{\hbar e}{2im_e}(\psi^*\nabla\psi - (\nabla\psi)^*\psi) - \frac{e^2 A}{m_e c}\psi^*\psi = j_p + j_s, \quad (8)$$

где j_p — парамагнитная составляющая тока, j_s — диамагнитная составляющая тока, m_e — масса электрона.

Очевидно, что уравнения (7) и (8) аналогичны. При этом плотность потока частиц $\frac{i\hbar}{4m_e}(\psi\nabla\psi^* - \psi^*\nabla\psi) = \frac{n_s v_s}{2}$. Учитывая, что волновая функция конденсатной частицы куперов-

ской пары $\psi(r) = \left(\frac{n_s}{2}\right)^{1/2} e^{i\Phi}$, получим $\hbar\nabla\Phi = 2m_e v_s$. При движении частицы с массой $2m_e$ и зарядом $2e$ в магнитном поле импульс частицы равен

$$\hbar \nabla \Phi = 2m v_s + \frac{2e}{c} A. \quad (9)$$

Тогда плотность сверхпроводящего тока электронов

$$j_s = n_s e v_s = \frac{\Lambda}{c} \left(\frac{\Phi_0}{2\pi} \nabla \Phi - A \right), \quad (10)$$

где $\Phi_0 = \pi \hbar c / e$ — квант магнитного потока [6].

Отметим, что тензор энергии-импульса материи, используемый в ОТО, можно рассматривать как аналог парамагнитной компоненты тока, т.е. тока, обладающего тяготением, в отличие от антигравитирующего $J_{\mu\nu}^{(s)}$ — аналога диамагнитного тока. При этом

$$\frac{8\pi G_N}{c^4} \frac{c^2}{\sqrt{G_N}} T_{\mu\nu} = 8\pi n_G \frac{\sqrt{G_N}}{c^2} m_0 U_\mu U_\nu = n_G Q_G U_\mu U_\nu, \quad (11)$$

где n_G — обобщенная плотность гравитационных зарядов как функция плотности и давления, m_0 — масса, Q_G — гравитационный заряд, U_μ — 4-скорость. Тогда уравнения ОТО (3) преобразуются в

$$\frac{c^2}{\sqrt{G_N}} G_{\mu\nu} = -8\pi n_G \frac{\sqrt{G_N}}{c^2} m_0 U_\mu U_\nu + 8\pi \Lambda_s B_{\mu\nu}. \quad (12)$$

При волновой функции $\Psi_b(r) = (\tilde{n}_G / 2)^{1/2} \cdot e^{i\theta}$ конденсатной частицы b -фермионной куперовской пары с эффективной массой m_x , $\frac{\hbar}{m_x} \nabla_\mu \theta = U_\mu$, $\frac{\hbar}{m_x} \nabla_\nu \theta = U_\nu$. Тогда

$$\frac{c^2}{\sqrt{G_N}} G_{\mu\nu} = -8\pi n_G Q_G \left(\frac{\hbar}{m_x c} \right)^2 \nabla_\mu \theta \nabla_\nu \theta + 8\pi \Lambda_s B_{\mu\nu} \quad (13)$$

Таким образом, возникают гравитационные уравнения для сверхпроводящего тока фермионов, которые по форме и смыслу аналогичны уравнениям Лондонов и Ландау-Гинзбурга. Мы можем записать их в квантовом виде.

$$\frac{c^2}{\sqrt{G_N}} G_{\mu\nu} = -8\pi \left[\frac{\hbar^2 Q_x}{(2m_x)^2 c^2 |\Psi_b|^2} (\Psi_b^* \nabla_\mu \Psi_b - \Psi_b \nabla_\mu \Psi_b^*) (\Psi_b^* \nabla_\nu \Psi_b - \Psi_b \nabla_\nu \Psi_b^*) + \frac{2Q_x^2}{m_x c} |\Psi_b|^2 B_{\mu\nu} \right]. \quad (14)$$

$$\sigma \Psi_b + \zeta \Psi_b |\Psi_b|^2 + E_b \Psi_b = 0, \quad (15)$$

где E_b — энергия фермионной пары.

Или плотность «тока» в рассматриваемом «сверхпроводнике»-Вселенной

$$\frac{c^2}{\sqrt{G_N}} G_{\mu\nu} = 8\pi J_{\mu\nu}^{(s)*} = -8\pi J_{\mu\nu}^{(m)} + 8\pi J_{\mu\nu}^{(s)}, \quad (16)$$

что эквивалентно уравнениям ОТО:

$$G_{\mu\nu} = -8\pi \chi T_{\mu\nu} + 8\pi \Lambda g_{\mu\nu},$$

при $\Lambda_s = n_s Q_x^2 / m_x c^2$.

В общем случае к уравнениям (14)–(16) надо добавить выражение для внешних токов $J_{\mu\nu}^{(ex)}$ [12]

$$\frac{c^2}{\sqrt{G_N}} G_{\mu\nu} = 8\pi J_{\mu\nu}^{(s)*} + 8\pi J_{\mu\nu}^{(ex)}. \quad (17)$$

С этой точки зрения **уравнения гравитации Эйнштейна с Λ -членом можно рассматривать как описание движения нормальной и сверхтекучей компонент токов первичных фермионов в гравитационном поле.**

Уравнение (14) можно записать в виде:

$$\frac{c^2}{\sqrt{G_N}} G_{\mu\nu} = -8\pi \frac{\tilde{\Phi}_B}{2\pi} \frac{\hbar}{2m_x c} \frac{1}{|\psi_b|^2} (\psi_b^* \nabla_\mu \psi_b - \psi_b \nabla_\mu \psi_b^*) (\psi_b^* \nabla_\nu \psi_b - \psi_b \nabla_\nu \psi_b^*) + 8\pi \Lambda_s B_{\mu\nu}, \quad (18)$$

где $\tilde{\Phi}_B = \frac{\pi \hbar c}{Q_x}$ — квант гравитационного потока, $Q_x = \sqrt{G_N} m_x$

При $\psi_b = |\psi_b| e^{i\theta}$

$$\frac{c^2}{\sqrt{G_N}} G_{\mu\nu} = -8\pi \Lambda_s \left(\frac{\tilde{\Phi}_B}{2\pi} \cdot \frac{\hbar}{2m_x} \nabla_\mu \theta \nabla_\nu \theta - B_{\mu\nu} \right). \quad (19)$$

При

$$\frac{c^2}{\sqrt{G_N}} G_{\mu\nu} = -8\pi \Lambda_s \left(\frac{\sqrt{G_N} \tilde{\Phi}_B^2}{4\pi^2} \nabla_\mu \theta \nabla_\nu \theta - B_{\mu\nu} \right). \quad (20)$$

В уравнении $\frac{c^2}{\sqrt{G_N}} G_{\mu\nu} = 8\pi (-J_{\mu\nu}^{(m)} + J_{\mu\nu}^{(s)} + J_{\mu\nu}^{(ex)})$ имеется определенная неоднозначность

— считать ли плотность энергии тяготеющего вещества $8\pi G_N^{1/2} c^{-2} T_{\mu\nu} = 8\pi J_{\mu\nu}^{(m)}$ парагравитационной компонентой тока первичных b -фермионов или рассматривать как отдельный ток?

Более общее уравнение имеет вид

$$\frac{c^2}{\sqrt{G_N}} G_{\mu\nu} = -8\pi \underbrace{(\nabla_\mu \chi \nabla_\nu \chi + \Lambda_m B_{\mu\nu})}_{J_{\mu\nu}^{(m)}} + 8\pi \underbrace{(\nabla_\mu \theta \nabla_\nu \theta + \Lambda_s B_{\mu\nu})}_{J_{\mu\nu}^{(s)}} + 8\pi J_{\mu\nu}^{(ex)}. \quad (21)$$

При $\Lambda_m = 0$ и $\nabla_\mu \theta \nabla_\nu \theta \rightarrow 0$

$$\frac{c^2}{\sqrt{G_N}} G_{\mu\nu} = -8\pi J_{\mu\nu}^{(m)} (n_{s_m} Q_m \nabla_\mu \chi \nabla_\nu \chi) + 8\pi J_{\mu\nu}^{(s)} (\Lambda_m B_{\mu\nu} + \Lambda_s B_{\mu\nu}) + 8\pi J_{\mu\nu}^{(ex)},$$

т.е. для тяготеющей материи с условным средним зарядом Q_m антигравитирующая компонента может быть минимальной или близкой к нулю. Для бозе-конденсата куперовских пар b -фермионов импульс также может быть равен нулю.

С другой стороны, на более фундаментальном уровне тяготеющая материя также может быть представлена как результат взаимодействия первичных b -фермионов. Тогда на этом первичном уровне

$$\frac{c^2}{\sqrt{G_N}} G_{\mu\nu} = 8\pi (-J_{\mu\nu}^{(m)} + J_{\mu\nu}^{(s)}). \quad (22)$$

В самом общем случае

$$\frac{c^2}{\sqrt{G_N}} G_{\mu\nu} = -8\pi \sum (n_{s_m} Q_m \nabla_\mu \chi \nabla_\nu \chi + n_{s_v} Q_v \nabla_\mu \theta \nabla_\nu \theta) + 8\pi (\Lambda_m + \Lambda_v) B_{\mu\nu} + 8\pi J_{\mu\nu}^{(ex)}. \quad (23)$$

Возможно, что «парагравитационная» компонента $J_{\mu\nu}^{(s)} = n_v Q_v \nabla_\mu \theta \nabla_\nu \theta$ вносит вклад в эффекты, связанные с действием непосредственно ненаблюдаемой «темной материей» в виде вихрей, обладающих эффективной гравитационной массой. Феноменологические модели таких полей рассматривались рядом авторов [8, 11].

Таким образом Λ_s выражает с одной стороны глубину проникновения внешнего гравитационного поля во Вселенную как сверхпроводник, с другой стороны, массу гравитонов $\Lambda_s = m_G^2$, которые приобретают эту массу в результате взаимодействия сверхпроводящего тока с внешним полем подобно появлению массы фотонов в электромагнитном сверхпроводнике. Аналогично эффекту Мейсснера сверхпроводящий ток первичных b -фермионов выталкивает внешнее гравитационное поле, поэтому он проявляет себя как антигравитация. При этом временная компонента проникновения внешнего поля внутрь Вселенной наблюдается как антигравитационный эффект и ускорение расширения Вселенной.

$$a(t) = a_0 e^{\sqrt{8\pi\Lambda}t}, \text{ где } x = ct.$$

В эпоху инфляции и Большого Взрыва внешнее поле проникает в первичную, начальную Вселенную, что приводит к фазовому переходу с выделением тепла, подобно электрическим сверхпроводникам. При этом плотность сверхпроводящей компоненты падает, т.к. изменяется параметр взаимодействия b -фермионов, фермионов и планковских доменов в квазикристаллической решетке $\lambda_i = \alpha_i$, и расстояние между ними увеличивается по закону

$$r \sim e^{\alpha_i} \cdot 8\pi l_p. \quad (24)$$

Динамические уравнения де Ситтера и Фридмана–Леметра в ОТО описывают аспекты фазового перехода II рода как эволюции Вселенной. Это подтверждает сделанный нами ранее вывод [1], что наблюдаемая в настоящее время эволюция Вселенной также является протекающим фазовым переходом II рода с изменением параметра связи $\lambda_j = 2\alpha_j^{-1}$ в «состояние сверхпроводимости», а параметр физического времени является функцией изменяющегося параметра взаимодействия фермион-фононного взаимодействия

$$\alpha_j^{-1} = \frac{\hbar c}{e_j^2}, \quad t = 8\pi t_p \cdot e^{\alpha_j^{-1}}. \quad (25)$$

Но этот процесс протекает в другой, формирующейся фазе фермионного конденсата Вселенной. Поэтому наблюдаемую эволюцию Вселенной можно рассматривать как следствие протекающего фазового перехода под воздействием уменьшающегося внешнего поля — гравитационного аналога магнитного поля [1]. Этот фазовый переход и изменение константы взаимодействия $\alpha_j = \lambda_j$ ослабляет внешнее гравитационное поле. При этом эволюция критической плотности Вселенной определяется следующими формулами:

$$\rho_c = \frac{3H_0^2}{8\pi G_N} = \frac{3}{8\pi G_N \cdot (8\pi t_p e^{\alpha_j^{-1}})^2}. \quad (26)$$

Однако современный вакуум Вселенной, вероятно, является статичным, и вакуумный радиус кривизны Вселенной задается глубиной проникновения внешнего поля, и этот радиус, по-видимому, близок к размерам нашей Вселенной:

$$\lambda_s = (\Lambda_s)^{-1/2} \approx 47,7 \cdot 10^9 \text{ св.лет.}$$

Если первичные фермионы не гравитируют, то мы учитываем только эффективную массу и эффективный заряд энергетической щели ($m_x = m_{eff} = \Delta_b$, $Q_{x,eff} = G_N^{1/2} m_{ef} = 2\Delta_b G_N^{1/2}$).

Исходя из равенства

$$\Lambda = \frac{n_s Q_x^2}{m_x} = \frac{1}{R_\Lambda^2} \approx \frac{1}{R_H^2} \quad (27)$$

рассмотрим варианты различных возможных значений n_s , Q_x и m_x , с учетом того, что $Q_x = G_N^{1/2} m_x$:

- 1) при $n_s \approx 10^{60}$, $Q_x = (\hbar c)^{1/2} = Q_p$, $m_x = m_p$;
- 2) при $n_s \approx 10^{90} \approx e^{3\alpha^{-1/2}}$, $Q_x \approx 10^{-30} Q_p \approx Q_p e^{-\alpha^{-1/2}}$ и $m_x \approx 10^{-30} m_p \approx m_p e^{-\alpha^{-1/2}}$;
- 3) при $n_s \approx 10^{120}$, $Q_x \approx 10^{-60} Q_p = Q_p e^{-\alpha^{-1}}$ и $m_x \approx 10^{-60} m_p \approx m_p e^{-\alpha^{-1}}$.

Для ранней Вселенной перед началом фазового перехода при $n_s \approx 10^{45}$, $Q_x \approx 10^{-15} Q_p \approx Q_p e^{-\alpha^{-1/4}}$ и $m_x \approx 10^{-15} m_p \approx m_p e^{-\alpha^{-1/4}}$ возможная величина космологической постоянной $\Lambda_{U_0} = \frac{1}{r_\Lambda^2} \approx \frac{1}{(10^{30} \cdot 8\pi l_p)^2} \approx \frac{1}{(8\pi l_p e^{\alpha^{-1/2}})^2}$.

5. Выводы

Квантовые макроскопические уравнения гравитационной сверхпроводимости объясня-

ют не только уравнения ОТО на квантовом уровне, но и дают описание вещества и вакуума как элементов гравитирующей («парагравитационной») и антигравитирующей («диагравитационной») компонент токов в сверхпроводящей структуре Вселенной.

Л и т е р а т у р а :

1. Букалов А. В. Решение проблемы космологической постоянной и сверхпроводящая космология. // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2011. — № 1. — С. 17–23.
2. Букалов А. В. Квантовые макроскопические уравнения гравитации и сверхпроводящей космологии. Природа сил инерции // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2011. — № 2. — С. 41–48.
3. Букалов А. В. Решение проблемы темной энергии и энергии вакуума в космологической модели со сверхпроводимостью // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2014. — № 1. — С. 5–14.
4. Лившиц Е. М., Питаевский Л. П. Статистическая физика. Часть 2. — М.: Наука, 1978. — 448 с.
5. Фомин П. И. О кристаллоподобной структуре физического вакуума на планковских расстояниях // Пробл. физ. кинетики и физики тв. тела. — Киев: Наук. думка, 1990. — С. 387–398.
6. Шмидт В. В. Введение в физику сверхпроводников. — М.: Наука, 1982. — 240 с.
7. Bardeen J., Cooper L., Schrieffer J. R. Phys. Rev., 108, 1175 (1957).
8. Arbey A. arXiv: astro-ph/0601274, 12 January, 2006.
9. Feynman R. P. Statistical mechanics. A set of lectures. — Massachusetts: W. A. Benjamin, Inc., 1972.
10. Fomin P. I. Zero cosmological constant and Planck scales phenomenology // Proc. of the Fourth Seminar on Quantum Gravity, May 25–29, Moscow / Ed. by M. A. Markov. — Singapore: World Scientific, 1988. — P. 813.
11. Fomin P. I., Fomina A. P. Vacuum model of the dark matter. // Proc. Ann. Intern. Conf. “Relativistic Astrophysics, Gravitation and Cosmology”, May 25–27, 2010, Kiev, Ukraine.
12. Kirzhnits P. A. Sov.Phys.Usp. 21, 470–486 (1978).
13. London F., London H. // Proc. Roy. Soc., 1935, v. A149, p.71.
14. Weinberg S. Mod.Phys. 61.1. (1989).

Статья поступила в редакцию 12.05.2014 г.

Bukalov A.V.

**The equations of general relativity
as an analogue of equations of electronic superconductivity**

It is shown that the equations of general relativity can be regarded as analogous to equations of electron superconductivity by London and Landau-Ginzburg. This interpretation follows from the cosmological model with superconductivity, solves the problem of dark energy. In this case, the cosmological constant Λ sets the radius for action of the gravitational field in the universe, actually determining the scale of the observable universe containing matter and radiation, which gravitate.

Keywords: gravity, superconductivity, dark energy density, energy density of the vacuum, cosmological constant.

Букалов А. В.

**ПРИРОДА СИЛ ИНЕРЦИИ,
ПРИНЦИПА ЭКВИВАЛЕНТНОСТИ И ПРИНЦИПА МАХА
В КВАНТОВОЙ КОСМОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ
СО СВЕРХПРОВОДИМОСТЬЮ**

*Центр физических и космических исследований, Международный институт соционики,
ул. Мельникова, 12, г. Киев-50, 04050, Украина. e-mail: bukalov.physics@socionic.info*

В квантовой космологической модели со сверхпроводимостью находит свое объяснение первый закон Ньютона — принцип инерциального движения. При этом инерциальные силы возникают в квантовом гравитационном конденсате как отклик сверхтекучего конденсата первичных фермионов на изменения скорости движения тела как элемента гравитационного тока. Глобальность отклика всего конденсата Вселенной объясняет принцип Маха. Находит свое объяснение и принцип эквивалентности — равенство гравитационной и инертной масс, — введенный А. Эйнштейном.

Ключевые слова: инерция, принцип Маха, гравитация, инерциальные силы, первый закон Ньютона, гравитационная сверхпроводимость.

PACS numbers: **98.80.-k; 95.36. + x; 11.30.Rd; 42.40.-i**

Из квантовой космологической модели со сверхпроводимостью, развитой автором [1, 2], следует, что любое тело, обладающее массой, является элементом тока, который движется в конденсатной структуре Вселенной. При этом в сверхпроводнике возбужденный нормальный ток компенсируется сверхтекучим. Ток сверхтекучих первичных b -фермионов «закорачивает» ток нормальной компоненты [5, 7].

$$J_n = -J_s, \quad J_n + J_s = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial J_n}{\partial t} = -\frac{dj}{dt}, \quad \frac{\partial}{\partial t} Q n v_{iner} = -\frac{\partial}{\partial t} \tilde{Q} n_s v_s \quad (2)$$

Изменение тока во времени эквивалентно появлению силы:

$$\frac{dJ_n}{dt} = \frac{d(Q_0 n_s v_n)}{dt} = \sqrt{G_N} \frac{d(m_0 n_s v_n)}{dt}, \quad (3)$$

при $Q_0 = \sqrt{G_N} m_0$

$$\frac{m_0 dv_n}{dt} = -\frac{m_0 dv_s}{dt}, \quad m_0 \vec{a}_n = -m_0 \vec{a}_s. \quad (4)$$

$$F_n = -F_s$$

Таким образом, изменение нормальной компоненты эквивалентны приложению силы F_n , которой противодействует сила F_s , создаваемая сверхтекучей компонентой тока (сверхтекучими токами). Сила F_s может быть отождествлена с силой инерции

$$F_s = F_{in} \quad (5)$$

Поэтому принцип Маха получает свое объяснение, описание и расширение: силы инерции создаются сверхтекучими токами, возникающими во Вселенной, в силу существования когерентного конденсата куперовских пар первичных b -фермионов с волновой функцией ψ_b , заполняющей Вселенную. Отсюда происхождение сил инерции объясняется нелокальным откликом всего конденсата на локальное возмущение. В этом смысле Вселенная, ее сверхтекучая компонента реагирует на локальные изменения нормального тока.

В теории гравитационной сверхпроводимости находит свое объяснение принцип эквивалентности инертной и гравитационной масс, введенный А. Эйнштейном, согласно которому инертная масса равна тяготеющей:

$$m_{in} = m_g, \quad m\vec{a} = m\vec{g}. \quad (6)$$

Первичные фермионы, образующие конденсат, участвуют в двух движениях одновременно – в сверхтекучем и нормальном. Это квантовый эффект [6]. Поэтому нормальная компонента с гравитационной массой m_g , образованная N парами фермионов — элементов конденсата, имеет такой же эквивалент сверхтекучего компонента — $m_{in} = m_s = m_g$. В силу этого нормальная компонента одновременно выступает и эффективной инертной массой m_{in} , на которую действует инерция сверхтекучей компоненты как сила инерции.

Поэтому нормальная компонента гравитационного тока представлена тяготеющим веществом с массой m_g , а приложение внешней негравитационной силы вызывает появление эквивалентной силы инерции: $F = -F_{in}$.

При этом **принцип инерции и первый закон Ньютона - «каждое тело, приведенное в движение, движется равномерно и прямолинейно» в рамках развитой теории также получает свое объяснение.** Инерциальное движение — это квантовое незатухающее движение элементов нормального тока в конденсате, образованном парами первичных фермионов. При этом движение элемента тока нормальной компоненты компенсируется движением сверхтекучей компоненты, согласно (1). Для такого движения нет различия в размерах и массах тел, поскольку на микроскопическом уровне они все состоят из энергий связи первичных фермионов или возбуждений их конденсата. Таким образом, инерциальное движение — это квантовый эффект, не зависящий от массы и размеров тел.

Однако при изменении обычной структуры вакуума принцип инерции может, вероятно, нарушаться. Причиной нарушений могут быть объекты типа сингулярности или дефекты вакуума, специфические вакуумные образования (дислокации), вихри и т.п. Они могли возникнуть в ранней Вселенной в фазе роста и формирования ее структуры. В сверхпроводниках нормальная компонента тока переносит тепло и рассеивается на дефектах решетки в силу электрон-фононного взаимодействия. Аналогичный процесс может происходить и в структуре Вселенной. Нормальная компонента токов, т.е. тяготеющее вещество, не может двигаться все время по инерции, т.к. отклоняется гравитационным полем других массивных объектов. Это и есть космический эквивалент диссипации энергии и движения элементов нормального тока во Вселенной.

В самом деле, ОТО можно рассматривать и как теорию 4-мерного гармонического осциллятора вида $\ddot{g}_{\mu\nu} + \omega^2 \cdot g_{\mu\nu} = 0$, где кривизна пространства эквивалентна частоте фоннных колебаний деформируемой пространственно-временной планковской «решетки» [3, 4, 8]. На этом уровне кривизна пространства-времени может быть описана как фоннные колебания пространственно-временной решетки, состоящей из планковских доменов.

Поскольку тяготение проявляется как кривизна или на микрокосмическом уровне — как деформация планковской «решетки», т.е. фоннное взаимодействие, движение в поле гравитации действительно локально эквивалентно силам инерции с точностью до степени однородности — деформации решетки или кривизны пространства-времени, или однородности потенциала $B_{\mu\nu}$.

Объект массой m как элемент нормального тока, с одной стороны, движется по инерции, а с другой — взаимодействует своей массой с другим полем тяготения, поэтому эти массы равны с точностью до однородности структуры квазикристаллической решетки поля, в котором движется объект. Специфика геометрии или дислокации квазикристаллической пространственно-временной решетки могут нарушать однородность пространственно-временной области. И в такой области инертная и гравитационная массы могут не совпадать:

$$m_{in} \neq m_g.$$

Выводы

В рамках теории сверхпроводящей структуры Вселенной находят свое объяснение первый закон Ньютона — принцип инерции, причина появления сил инерции, принцип эквивалентности и принцип Маха.

Л и т е р а т у р а :

1. Букалов А. В. Решение проблемы космологической постоянной и свехпроводящая космология. // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2011. — № 1. — С. 17–23.
2. Букалов А. В. Решение проблемы темной энергии и энергии вакуума в космологической модели со сверхпроводимостью // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2014. — № 1. — С. 5–14.
3. Букалов А. В. Квантованные колебания физического вакуума как объяснение соотношений модифицированной ньютоновской динамики (MOND). // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2006. — № 2. — С. 43–47.
4. Фомин П. И. О кристаллоподобной структуре физического вакуума на планковских расстояниях // Пробл. физ. кинетики и физики тв. тела. — Киев: Наук. думка, 1990. — С. 387–398.
5. Шмидт В. В. Введение в физику сверхпроводников. — М.: Наука, 1982. — 240 с.
6. Лившиц Е. М., Питаевский Л. П. Статистическая физика. Часть 2. — М.: Наука, 1978. — 448 с.
7. Feynman R. P. Statistical mechanics. A set of lectures. — Massachusetts: W. A. Benjamin, Inc., 1972.
8. Fomin P. I. Zero cosmological constant and Planck scales phenomenology // Proc. of the Fourth Seminar on Quantum Gravity, May 25–29, Moscow / Ed. by M. A. Markov. — Singapore: World Scientific, 1988. — P. 813.

Статья поступила в редакцию 20.05.2014 г.

Bukalov A. V.

**Nature of the forces of inertia, the equivalence principle and the Mach's principle
in the quantum cosmological model with superconductivity**

In quantum cosmological model with superconductivity the Newton's first law - the principle of inertial motion - can be explained. In this case, the inertial forces arise in quantum gravity condensate as a response to the superfluid condensate primary fermions to change the speed of the body as an element of gravity current. Global response of all condensate Universe explains Mach's principle. The equivalence principle - the equality of gravitational and inertial masses - introduced by Einstein finds its explanation too.

Keywords: inertia, Mach's principle, gravity, inertial forces, Newton's first law, gravitational superconductivity

Николенко А. Д.

О ПРИЧИНАХ И ОСОБЕННОСТЯХ ТЕЧЕНИЯ ВРЕМЕНИ В ПСЕВДОВЕКЛИДОВЫХ ПРОСТРАНСТВАХ

(Продолжение. Начало в №№ 4/13 и 1-2/14)

*Институт исследований природы времени
e-mail: alniko@ukr.net*

Рассматриваются теоретические основы темпорологии, связанные с обоснованием причин возникновения феномена течения времени. Исследуются особенности течения времени в плоских псевдоевклидовых пространствах. Показана связь предложенного подхода с проблемой барионной асимметрии Вселенной. Обосновывается возможность существования в рамках предложенной модели невидимых гравитирующих объектов, которые могут интерпретироваться как сгустки «темной материи».

Ключевые слова: темпорология; течение времени; барионная асимметрия вселенной; темная материя.

11. Предсказания теории и ее подтверждение экспериментальными и наблюдательными данными

11.1. Погружение и извлечение частиц из псевдоевклидовых пространств

Существуют ли какие-либо ограничения на погружение или извлечение частиц из евклидовых пространств? В собственно евклидовых пространствах таких ограничений не рассматривается. Однако в псевдоевклидовых пространствах $R^n_{(1,n-1)}$ в связи с присутствием неуничтожимого движения ситуация существенно отличается. Если мы погрузим частицу во внутреннюю полость светового конуса, то она окажется охваченной неуничтожимым движением, и сразу начнет двигаться.

В силу четности метрического уравнения во временном измерении существует два противоположных направления неуничтожимого движения, задаваемые геометрией пространства.

Введем понятие темпорального заряда. Присвоим частицам, погружаемым в пространство $R^n_{(1,n-1)}$, темпоральный заряд $N = +1$, если частица в неуничтожимом движении (во времени) движется вместе с наблюдателем (темпоральная сигнатура $\{++\}$); $N = -1$ если они испытывают движение в противоположном направлении во времени - $\{-\}$; и $N = 0$, если ее движение во времени остановлено, $\{+0\}$.

Погрузить во внутреннюю полость светового конуса одну частицу с $N = 0$ невозможно, так как она в этом случае неизбежно должна быть охвачена неуничтожимым движением и ее темпоральный заряд вследствие этого не может быть равен нулю. Следовательно, погружаемая частица должна получить ненулевой темпоральный заряд. Однако здесь возникает неопределенность, так как ненулевой темпоральный заряд может быть как положительным, так и отрицательным, и при этом получаемый знак заряда никак не зависит от индивидуальных свойств частицы и определяется исключительно геометрией пространства. Погружаемой частице в силу полной равноправности обоих направлений течения времени пришлось бы двигаться одновременно в противоположных направлениях. Но это невозможно. Неопределенность снимается только в том случае, если частицы погружаются парами, и одновременно получают темпоральные заряды противоположных знаков. Их суммарный темпоральный заряд в этом случае сохраняется равным нулю – см. рис.9.

Эта ситуация выражается следующим утверждением.

Утверждение 11-1. Погружение частиц во внутреннюю полость светового конуса псевдоевклидова пространства $R^n_{(1,n-1)}$ возможно только парами, причем частицы получают при этом темпоральные заряды противоположных знаков.

Погружаемая частица имеет вид своеобразного отражения во времени другой частицы из такой пары. В физической интерпретации данное утверждение усиливается необходимостью выполнения закона сохранения импульса. Погружаемая в $R^n_{(1,n-1)}$ частица сразу попадает в область, охваченную неуничтожимым движением, и в силу этого приобретает темпоральный импульс. Для его уравнивания необходима вторая частица, уходящая в противоположном темпоральном направлении и уносящая компенсирующий темпоральный импульс. В итоге общий импульс такой системы сохраняется постоянным.

Ситуация симметрична при извлечении частиц из внутренней полости светового конуса. Извлечь частицы из внутренней полости светового конуса можно только парами, имеющими нулевой суммарный темпоральный заряд.

Допустим теперь, что в некоторой области светового конуса пространства $R^n_{(1,n-1)}$ существуют частицы с общим темпоральным зарядом N . Из утверждения 11-1 следует, что погружение в эту область новых частиц не может изменить темпоральный заряд. Действительно, погружать во внутреннюю полость светового конуса можно только четное число частиц, общий темпоральный заряд которых всегда равен нулю. Добавление частиц с нулевым темпоральным зарядом на общий темпоральный заряд не влияет. Извлечение частиц также должно совершаться аналогичным образом. В итоге мы приходим закону сохранения темпорального заряда, т. е. число N при погружении и извлечении частиц остается постоянным. В данной ситуации мы пока не рассматриваем реакции между частицами, происходящими внутри светового конуса.

Посмотрим, подтверждаются ли данные выводы экспериментальными данными.

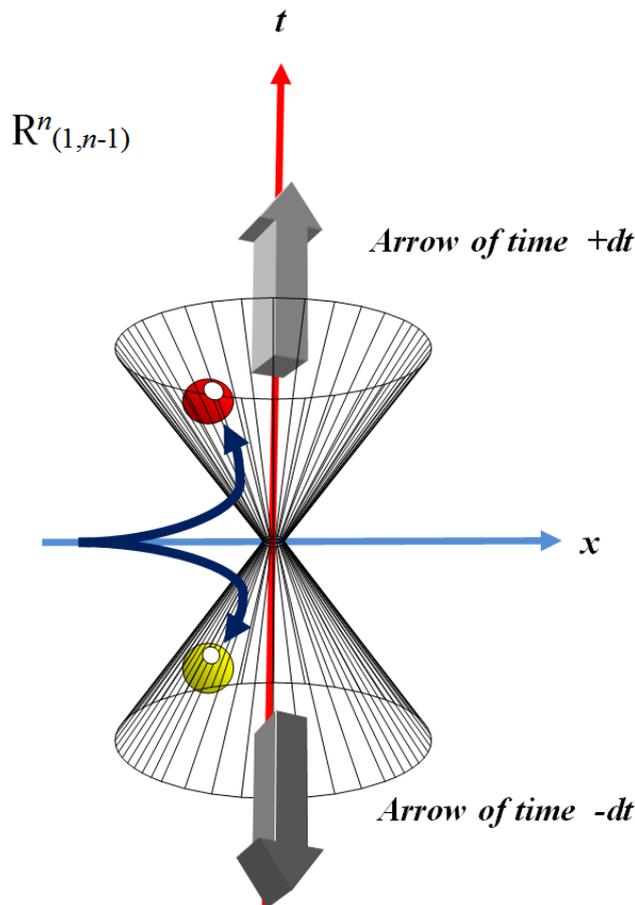


Рис. 9. В $R^n_{(1,n-1)}$ возможно погружение только пары частиц с противоположным течением времени.

В физической интерпретации операциям погружения и извлечения частиц из псевдоевклидова пространства соответствуют известные процессы «рождения» и «исчезновения» ча-

стиц. Как известно, античастица отличается от самой частицы только знаком заряда. Уравнение движения частицы в электромагнитном поле [11]:

$$m \frac{d^2 x^\mu}{d\tau^2} = e \frac{dx_\nu}{d\tau} F^{\mu\nu}.$$

Из этого уравнения видно, что изменение знака электрического заряда эквивалентно обращению времени, т. е. замене dt на $-dt$. В связи с этим античастица может быть представлена как частица, движущаяся в противоположном направлении во времени по отношению к исходной частице, см. например [24]. Следовательно, частица и античастица будут иметь противоположные темпоральные заряды. Таким образом, пары частица-античастица соответствуют парам частиц, о которых идет речь в утверждении 11-1. В частности, процесс рождения пары «электрон-позитрон» дает хорошее экспериментальное подтверждение и прекрасно иллюстрирует описанное выше погружение частиц во внутреннюю полость светового конуса псевдоевклидова пространства. Соответственно обратный процесс аннигиляции пары: $e^+ + e^- \rightarrow 2\gamma$ порождает фотоны, движение которых во времени остановлено, что по сути является «изъятием» этих частиц из внутренней полости светового конуса на его поверхность.

Рассмотрим вопрос об экспериментальном подтверждении сохранения темпорального заряда. Основу видимой материи составляют барионы (нейтроны, протоны и гипероны). Им сопоставляется барионное число B - каждому бариону присваивается барионный заряд $+1$, а каждому антибариону -1 , для всех остальных частиц $B = 0$. Барионное число системы рассчитывается как полное число имеющихся в системе барионов минус полное число антибарионов. Прямыми опытами установлен закон сохранения барионного числа. Все экспериментальные данные ядерной физики подтверждают этот закон. Причины сохранения барионного числа пока неизвестны. Аналогичная ситуация складывается для лептонов и их античастиц. В квантовом мире действуют законы сохранения квантовых чисел лептонов L и M . Число L определяется для лептонов (электронов, e -нейтрино) и их античастиц. Соответственно квантовое число $L = +1$ для лептонов, $L = -1$ для их античастиц, $L = 0$ для всех остальных. Число $M = +1$ приписывается μ -мезону и μ -нейтрино, $M = -1$ для их античастиц, $M = 0$ для всех остальных частиц. В любом процессе с участием элементарных частиц суммарные значения квантовых чисел B, L, M остаются постоянными. Таким образом для любого процесса можно записать $B + L + M = \text{const}$. Следовательно, и для процессов погружения и извлечения пар частица-античастица (рождение пар и их аннигиляция) этот закон сохранения надежно выполняется. Учитывая, что для частиц $N = +1$, для античастиц $N = -1$, можно записать: $B + L + M = N$. Отсюда непосредственно вытекает, что закон сохранения темпорального заряда N для указанных процессов имеет надежное экспериментальное подтверждение.

Вместе с тем возникает трудность при анализе поведения античастиц, рожденных в движущейся гиперплоскости G , представляющей видимую Вселенную. Поскольку античастица движется в обратном направлении во времени, она должна была бы в момент своего рождения в этой гиперплоскости покинуть ее и уйти в направлении прошлого. Этой ситуации соответствует темпоральная сигнатура $\{+ -\}$.

Однако в экспериментах движение таких античастиц регистрируется в виде протяженных треков. Следовательно, по крайней мере какое-то время античастица, вместо того, чтобы сразу исчезнуть, движется вместе с гиперплоскостью во времени в направлении будущего и взаимодействует с обычными частицами. Для решения этой проблемы сошлемся на монографию лауреата Нобелевской премии Ричарда Фейнмана (Richard Feynman) [25]. По Фейнману (точнее, речь идет о выводах Р. Фейнмана и Э. Штукельберга) позитрон – суть электрон, распространяющийся обратно во времени. На рис.10 показано движение электрона из точки 1 в точку 2. Учитывая, что время возрастет (гиперплоскость G движется в направлении будущего), последовательность событий можно интерпретировать так: в точке 3 рождается электронно-позитронная пара, электрон движется к точке 2, тогда как его античастица – позитрон движется в направлении к точке 4, где он аннигилирует с исходным электроном. Более подробно этот процесс описан в указанной монографии Р. Фейнмана. Отметим, что в рассматриваемой ситуации интервалу времени наблюдателя $+dt$ соответствует интервал времени античастицы $-dt$, что удовлетворяет метрическому уравнению в силу его четности.

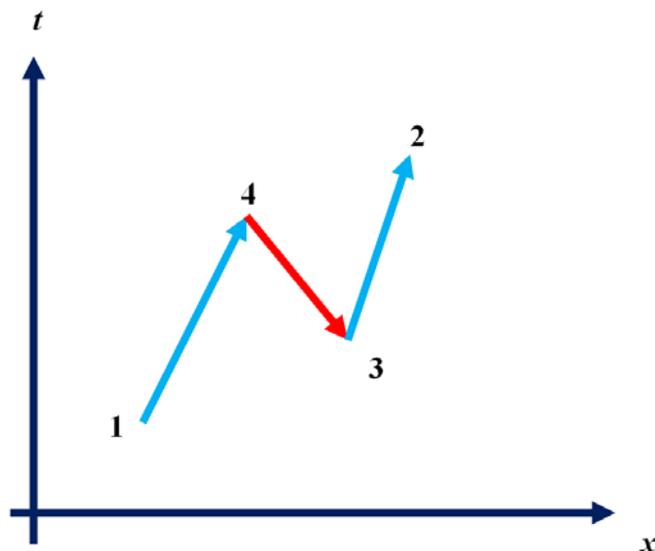


Рис. 10. Движение электрона из позиции 1 в позицию 2 по Фейнману. Возвратное движение электрона из позиции 3 к позиции 4 представлено движением позитрона.

Рассмотрим теперь, как утверждение 11-1 сказывается на поведении частиц в момент Большого взрыва, породившего нашу Вселенную.

11.2. *Барионная асимметрия наблюдаемой Вселенной как естественное проявление внепространственной динамики*

Неуничтожимое движение частиц нашего видимого мира во внутренней полости светового конуса является однонаправленным. Следовательно, вся видимая Вселенная должна обладать огромным нескомпенсированным темпоральным импульсом P (импульсом неуничтожимого движения). Если полагать, что до Большого взрыва такой импульс отсутствовал, а закон сохранения импульса действует всегда, то неизбежно возникает необходимость существования объекта (Антивселенной), который движется в обратном направлении во времени и в силу этого обладает компенсирующим темпоральным импульсом $-P$. Таким образом симметрия восстанавливается, и закон сохранения импульса выполняется.

Механизм разделения Вселенной и Антивселенной следующий – см. рис. 11. В терминах развиваемой теории Большой Взрыв можно рассматривать как погружение в космологическую сингулярность пар частиц в соответствии с утверждением 11-1. Суммарный темпоральный заряд погружаемых пар равен нулю, и он должен оставаться нулевым и далее. Погружаемые частицы в паре сразу получают противоположные темпоральные заряды. Причем вещество (барионы) с положительным барионным числом (и положительным темпоральным зарядом) в момент рождения начинает движение в одном направлении во времени (для них интервалу времени наблюдателя $+dt$ соответствует интервал времени частицы $+dt$, что удовлетворяет метрическому уравнению в силу его четности, темпоральная сигнатура $\{++\}$), а вторая часть – антибарионы с отрицательным барионным числом (и отрицательным темпоральным зарядом) в момент рождения начинают движение в противоположном направлении во времени (для них интервалу времени наблюдателя $-dt$ соответствует интервал времени частицы $-dt$, что также удовлетворяет метрическому уравнению, темпоральная сигнатура $\{--\}$). Этот механизм защищает частицы и античастицы от мгновенной аннигиляции в процессе их рождения при зарождении Вселенной.

Таким образом, в момент Большого взрыва происходит сепарация вещества и антивещества, и возникли две одинаковых Вселенных, разбегающихся в противоположных направлениях во временном измерении. Антивселенная унесла с собой такой же барионное число, который содержится во Вселенной, (но противоположного знака), и закон сохранения барионного числа не нарушается.

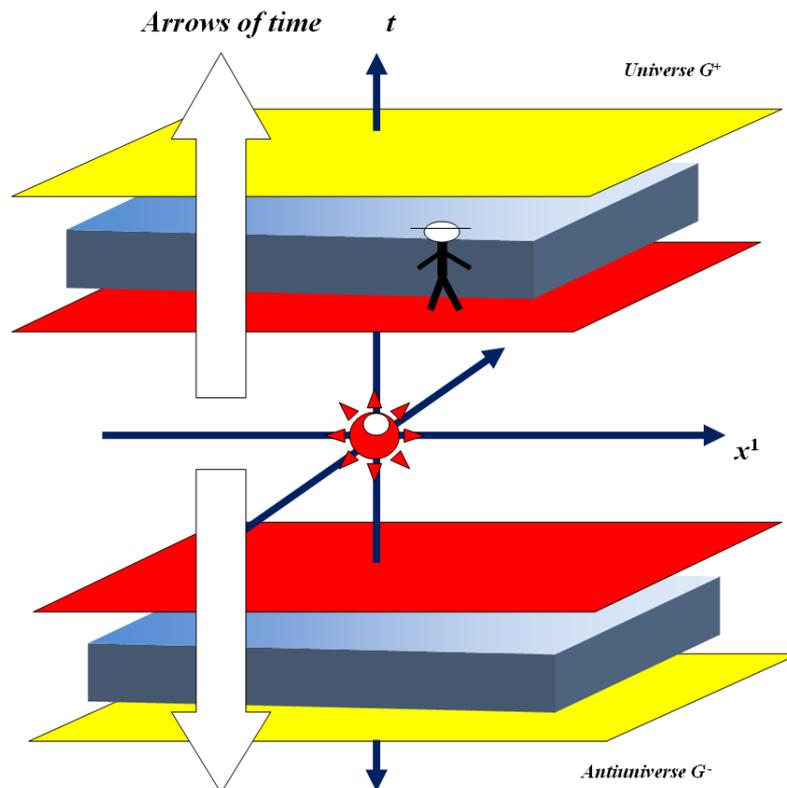


Рис. 11. Течение времени разводит Вселенную G^+ и Антивселенную G^- в разные стороны во временном измерении, исключая их аннигиляцию в момент рождения. Так возникает барионная асимметрия Вселенной для изолированного горизонтами наблюдателя в G^+ .

Однако для наблюдателя, находящегося (локализованного) в нашей Вселенной, Антивселенная оказывается невидимой из-за горизонта, возникающего вследствие запрета на трансвременные взаимодействия, и он может наблюдать только барионное вещество, содержащееся в его Вселенной. Вследствие этого у него будет складываться впечатление о барионной асимметрии Вселенной, и о соответствующем нарушении закона сохранения барионного числа. На самом деле в таком сценарии, как отмечено выше, нарушения закона сохранения барионного числа нет, и симметрия процессов сохраняется.

Интересным следствием является то, что любые изменения темпорального импульса Вселенной должны мгновенно компенсироваться в поведении Антивселенной. Одним из допустимых решений такой ситуации является допущение, что Антивселенная является точной копией нашей Вселенной (с учетом СРТ инвариантности). Т. е. если я уберу горизонты и взгляну на Антивселенную, то увижу себя (точнее антисебя), смотрящего в мою сторону. Возможно, что в такой ситуации можно будет говорить о квантовой запутанности частиц обеих Вселенных.

Очевидно, что описанная ситуация возникает только в мире с пространственно-временной реальностью при наличии внепространственного движения частиц.

Рассмотрим теперь, подтверждается ли указанные выводы теории наблюдательными данными.

В современной физике существует проблема барионной асимметрии Вселенной. Она устойчиво занимает место в десятке важнейших нерешенных проблем современной физики и космологии. Ее суть заключается в наблюдаемом преобладании в видимой Вселенной вещества над антивеществом (т. е. вещества с положительным барионным зарядом над веществом с отрицательным барионным зарядом). Наблюдаемая асимметрия выражается соотношением:

$$\frac{n_B - n_{\bar{B}}}{n_\gamma} = 6 \cdot 10^{-10}.$$

Здесь n_i – плотности барионов, антибарионов и фотонов нашей Вселенной [26].

Этот наблюдательный факт не может быть объяснён ни в рамках Стандартной модели, ни в рамках общей теории относительности — двух теорий, являющихся основой современной космологии. Существует несколько гипотез, пытающихся объяснить возникновение космологической асимметрии между материей и антиматерией, однако ни одна из них не признана научным сообществом достоверно доказанной. Наиболее распространены теории, расширяющие Стандартную модель таким образом, что в некоторых реакциях возможно более сильное нарушение CP-инвариантности по сравнению с её нарушением в Стандартной модели. В этих теориях предполагается, что изначально количество барионной и антибарионной материи было одинаково, однако впоследствии в силу каких-либо причин из-за несимметричности реакций относительно того, какие частицы — вещества или антивещества — в них участвуют, произошло постепенное нарастание количества барионного вещества и уменьшение количества антибарионного. В результате последующей аннигиляции сохранился остаток вещества, имеющий барионную асимметрию и сформировавший нашу Вселенную. Все теории такого рода опираются на концепцию мира с пространственной реальностью.

Существуют сценарии возникновения асимметрии путем поглощения антивещества чёрными дырами, способными отделить его от вещества при условии нарушения CP-инвариантности. Этот сценарий требует существования гипотетических тяжёлых частиц, распадающихся с сильным нарушением CP-инвариантности. В 2010 году была выдвинута гипотеза, что барионная асимметрия связана с наличием тёмной материи [27]. Согласно сделанному предположению носителем отрицательного барионного заряда являются частицы тёмной материи, не доступные для непосредственного наблюдения в земных экспериментах. Также была выдвинута гипотеза возникновения барионной асимметрии, в основе которой лежит эффект, заключающийся в некоторых свойствах нейтрино.

Нужно отметить, что значительный вклад в исследование проблемы барионной асимметрии Вселенной внесли русские ученые – А. Д. Сахаров [28], В. А. Рубаков, В. Е. Шапошников [29], В. А. Кузьмин. Нужно отметить, что академик Рубаков В. А. и чл. корр. РАН Кузьмин В. А. в 1999 году получили премию им. А. А. Фридмана за серию работ «Образование барионной асимметрии Вселенной».

Однако в настоящее время ни одна из предложенных теорий не стала общепризнанной в современной научном сообществе.

Во всех современных работах по данной тематике факт барионной асимметрии считается доказанным. При этом обычно ссылаются на то, что если бы в некоторой области Вселенной имелось бы сопоставимое количество антиматерии, то на границе этой области неизбежно наблюдались бы аннигиляционные эффекты, сопровождавшиеся сильным γ -излучением, а этого нет [26]. Однако в этих рассуждениях не учитывается возможность того, что барионная асимметрия в реальности не нарушается, а наблюдаемое преобладание частиц над античастицами связано не с физическими особенностями бариогенезиса, а ограничениями, налагаемыми на нашу возможность наблюдать Антивселенную. Т. е. барионная асимметрия касается только *видимой* Вселенной. Развиваемая теория учитывает ограничения на наблюдаемость объектов, и поэтому свободна от указанного недостатка.

Если мы темпоральном зарядам частиц сопоставим барионные и лептонные числа, то утверждение 11-1 в сочетании с учетом описанного выше механизма формирования горизонтов приводит к неизбежной асимметрии по концентрации частиц и античастиц в наблюдаемой Вселенной, что дает простое и естественное решение рассматриваемой проблемы. При этом предложенное решение имеет существенные плюсы – оно не требует изменений в Стандартной модели, не требует распада протонов, что пока не наблюдается.

Таким образом, существующую проблему барионной асимметрии Вселенной можно считать убедительным наглядным доказательством существования внепространственной динамики, что свидетельствует в пользу концепции мира с пространственно-временной реальностью.

11.3. Сепарация трансвременных объектов и невидимая материя

Нужно отметить, что ничто не запрещает процессу погружения пар в космологическую сингулярность в процессе Большого Взрыва иметь определенную временную протяженность. В результате рождающиеся сгустки материи могут иметь временную протяженность. Такого рода

объекты, обладающие временной протяженностью, будем именовать трансвременными объектами. Как следует основного закона внепространственной динамики, запрет на трансвременные взаимодействия неизбежно приводит к расслоению любого скопления частиц или объектов, имеющих временную протяженность. Частицы начинают образовывать трехмерные структуры в пределах измерений, в которых возможны их взаимодействия, и формируют в результате совокупности связанных взаимодействующих объектов, сконцентрированных в трехмерных параллельных гиперплоскостях. Каждая из таких гиперплоскостей оказывается изолированной от других горизонтами, порождаемыми упомянутым запретом на трансвременные взаимодействия. Механизм такой сепарации вещества приводит к его своеобразной «нарезке» на параллельные временные слои, совместно движущиеся во времени в соответствии законами темпоральной механики.

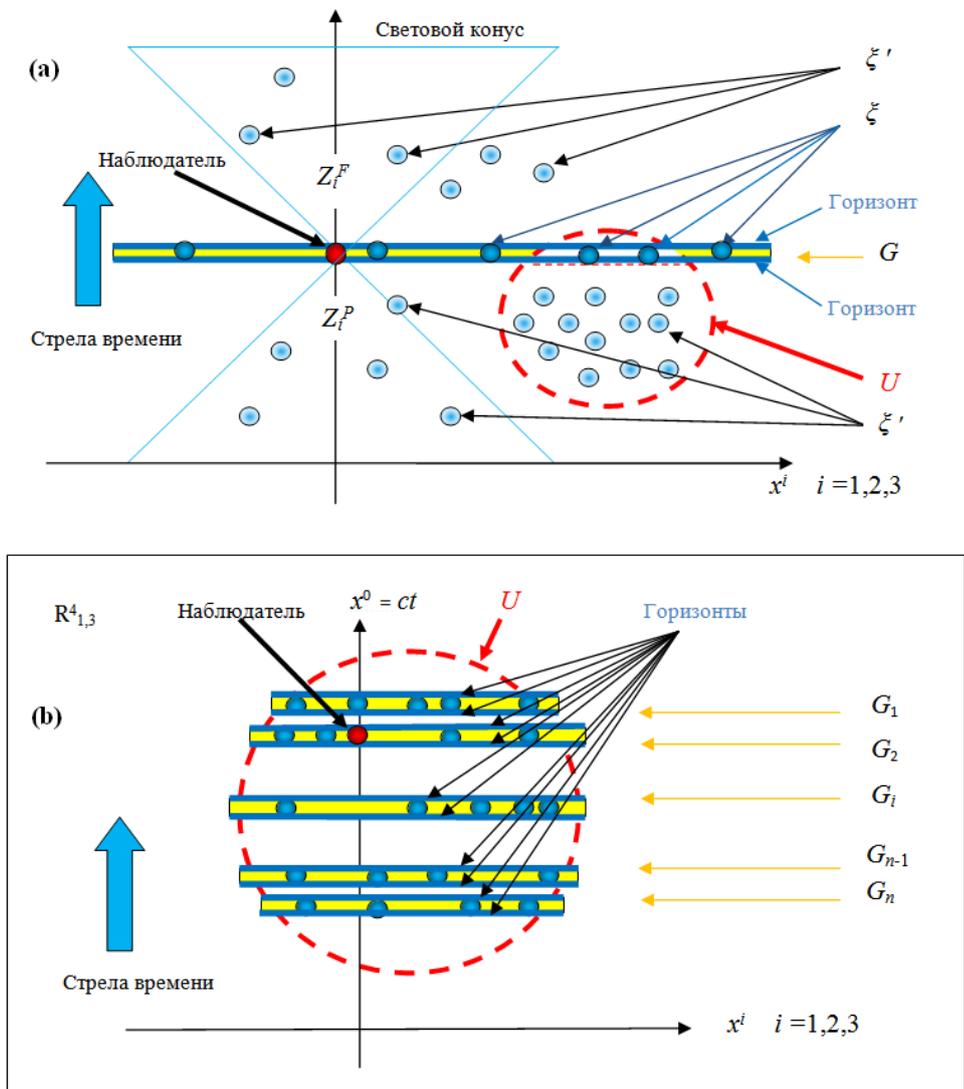


Рис. 12. Расположение объектов и частиц в $R^4_{1,3}$. (a) Пространство $R^4_{1,3}$ содержит группу видимых частиц ζ , которые вместе с наблюдателем находятся в гиперплоскости частиц G , и группу невидимых частиц ζ' , отделенных от частиц ζ горизонтами. Горизонты выделяют Настоящее G от областей Прошлого Z_i^P и Будущего Z_i^F . Частицы ζ' могут быть расплыны в $R^4_{1,3}$, часть из них может быть сгруппированными. Можно допустить существование крупных объектов U , состоящих из видимой и невидимой части, подобно айсбергу. (b) Расслоение массивных объектов U в результате запрета на трансвременные взаимодействия. Взаимодействуют между собой только частицы (и объекты), принадлежащие одной и той же гиперповерхности G_i .

Каждый временной слой G_i будет представлять собой физически консервативную и информационно изолированную систему (но только в тех пределах, в которых допустимо описа-

ние ситуации с помощью плоского однородного пространства-времени Минковского и в отношении взаимодействий Стандартной модели). Относительно нашей Вселенной это приводит к предположению о допустимости существования таких слоев в виде параллельных Вселенных. Нет никаких оснований полагать, что в мире с пространственно-временной реальностью вся материя, родившаяся в процессе Большого Взрыва, сосредоточена именно во временном слое, в котором мы находимся.

Ступки материи могут формировать локальные трансвременные объекты, которые также неизбежно испытают сепарацию на временные слои. Следствием такого расслоения является то, что крупные (в том числе астрофизические) объекты могут иметь структуру, похожую на айсберг, т. е. включать в себя видимую и невидимую части.

11.4. Свойства невидимой материи с точки зрения наблюдателя, находящегося в ином временном слое

Для наблюдателя, находящегося во временном слое G_i (своей Вселенной), материя, размещенная в иных временных слоях G_j , $i \neq j$, оказывается невидимой. Рассмотрим основные свойства такой невидимой материи, следующие из основных положений темпоральной механики.

1. Если материя родилась в одной и той же космологической сингулярности в процессе одного и того же Большого Взрыва, то она с большой вероятностью должна иметь одну и ту же физическую природу. Следовательно, такая материя может иметь барионную природу, в том числе будучи при этом невидимой для наблюдателя в силу своего положения по отношению к нему во временном измерении. Исходя из этого, на современном уровне знаний можно полагать, что частицы невидимой материи и их взаимодействия вполне адекватно могут быть описаны в рамках Стандартной модели, не требуя ее расширения.
2. Если в пространстве между источником излучения и наблюдателем находится невидимое тело, оно будет являться для наблюдателя абсолютно прозрачным (в отличие, например, от черной дыры, которая потенциально может быть обнаружена из-за своей непрозрачности).
3. Невидимые объекты могут пространственно совмещаться с видимыми объектами (это прямое следствие отсутствия взаимодействий между веществом таких объектов).
4. В силу теоремы 5-4 столкновения частиц, принадлежащих разным временным слоям G_i , невозможны, даже если они в своем движении пространственно совмещаются.
5. Следовательно, встречное пространственное движение потоков материи в разных слоях G_i не может привести к столкновениям этих потоков.
6. Аннигиляция частиц невидимой материи не будет порождать регистрируемого наблюдателем электромагнитного излучения.
7. При пространственном совмещении частица и античастица не будут аннигилировать, если они относятся к различным временным слоям.
8. Концентрация и соответствующий рост пространственной плотности невидимой материи в пространстве может не приводить к адекватному росту давления, температуры и светимости, если невидимое вещество расположено в различных временных слоях.
9. Невидимая материя не будет порождать регистрируемое наблюдателем тепловое излучение, поглощать или излучать свет в любом диапазоне. Отсутствие взаимодействий невидимой и видимой материи в силу теоремы 6-1 приводит к тому, что никакими экспериментами, основывающимися на последствиях столкновений видимых и невидимых частиц или их аннигиляции, электромагнитном, сильном и слабом взаимодействиях, такую материю или частицы, из которых она состоит, обнаружить нельзя. Невидимая материя абсолютно инертна относительно наблюдателя в указанных взаимодействиях.
10. Невидимая материя в своих временных слоях может образовывать такие же структурно связанные эволюционирующие объекты, как и видимая.
11. В силу теоремы 5-4 материя не может перемещаться из слоя в слой. Поэтому соотношение невидимой и видимой материи будет сохраняться постоянным, независимо от эволюции состоящих из такой материи объектов.

12. Скопления невидимой материи и распределение ее плотности может иметь нерегулярную форму, так как ее эволюция представляет собой сумму эволюций материи в разных изолированных временных слоях.

11.5. Темная и невидимая материя: поиски частиц вида WIMP

Призраки всегда относились к чему-то нереальному, потустороннему, загадочному. И никому не приходило в голову, что в начале XX века мир столкнется с реальным гигантским облаком-призраком, захватившим в свои объятия нашу Галактику – Млечный путь вместе с Солнечной системой, и все звезды и галактики Вселенной будет послушно следовать за гигантскими невидимыми скоплениями таких призраков.

Мы обнаружили проявления невероятно могучих сил, искажающих пространство нашей Вселенной, как игрушками играющими со звездами и галактиками, и мы не имеем ни малейшего представления, что порождает эти силы. Оно пронизывает все наше пространство, оставаясь при этом невидимым и неосязаемым для нас, разрушая всю нашу самоуверенность в том, что мы уже почти познали Вселенную. Ее могучая гравитация сталкивает между собой звезды и галактики, нарушая наши представления о движении небесных тел и устройстве Вселенной, ниспровергая нашу уверенность в могуществе нашего разума.

Оказалось, что, несмотря на все потрясающие достижения науки, мы способны наблюдать и понять своего лишь около 4 - 5 процентов нашей Вселенной! Несмотря на все наши достижения, на то, что мы смогли вырваться за пределы представлений о мире, продиктованные нашей биологической природой, мы оказались бессильны понять, что движет Вселенной. А все основное, творящее историю нашего мира, оказалось за пределами нашего современного понимания.

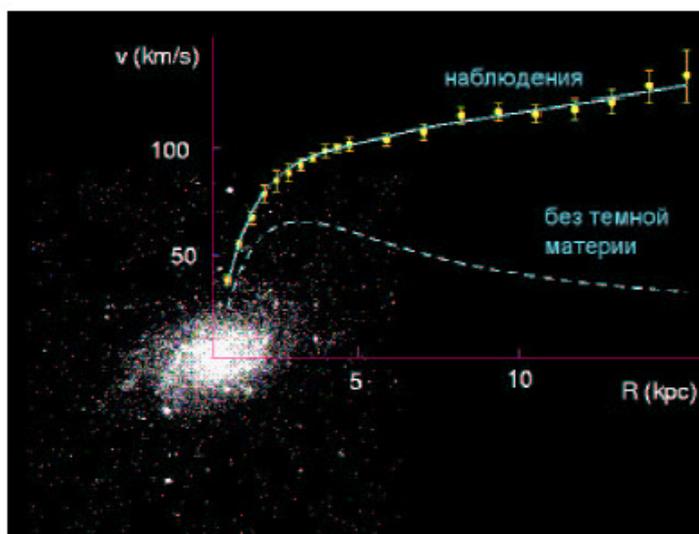


Рис. 13. Кривые дифференциального вращения галактик: отклонение от кеплеровского закона вращения объясняется, предположительно, наличием скрытой массы.

Все началось с проблемы Цвикки.

В 1932 году, в период бурного развития галактической астрономии, швейцарский астроном Фриц Цвикки (Fritz Zwicky) в ходе исследований галактических кластеров, измерив дисперсии скоростей отдельных галактик в скоплении Волосы Вероники на 18-дюймовом телескопе Шмидта Паломарской обсерватории, обнаружил, что это скопление галактик удерживается вместе более сильным гравитационным полем, чем то, которое должно быть, исходя из видимой массы вещества в данной области (полученные данные не укладывались в теорему о вириале). При детальном рассмотрении выяснилось, что наблюдаемой массы светящегося вещества в этих скоплениях было в 500 раз меньше, чем необходимо для их совместного нахождения за счёт силы тяготения. Что-то невидимое удерживало галактики вместе. Чтобы как-то примирить теорию с результатами своих наблюдений, Цвикки выдвинул идею о существовании тёмной

материи (dark matter) — вещества, не проявляющего себя электромагнитным излучением, но участвующего в гравитационном взаимодействии [30]. Идея была встречена скептически и практически забыта, и только значительно позже научное сообщество вернулось к ней, как к единственному разумному выходу из нарастающего кризиса в космологии.

Следующий этап в изучении темной материи наступил в 1960–70-е годы, в первую очередь благодаря работам Веры Рубин (Vera Cooper Rubin) в институте Карнеги. Она обнаружила, что звездная масса в галактиках слишком мала для объяснения вида кривых вращения спиральных галактик, то есть зависимости скорости вращения от расстояния до центра. И такая парадоксальная ситуация имеет место для многих объектов Вселенной – так у скопления галактик Abell 2390 совокупная наблюдаемая масса составляет порядка 13 % от расчётной.

Если бы гравитационное поле галактики определялось только звёздами и межзвёздным газом, то скорость обращения звёзд вокруг галактического центра быстро уменьшалась бы с расстоянием от ядра. Однако оказалось, что линейная скорость звезды практически не зависит от расстояния до центра галактики (исключая её центральную часть). Проблема аномально быстрой скорости вращения внешних областей галактик наиболее естественным путем решалась с введением скрытых масс – темной материи. Альтернативное направление исследований – попытки разработать модифицированную соответствующим образом ньютоновскую динамику (исследования MOND), ведутся, но не дают удовлетворительных результатов.

В последнее десятилетие астрономия сделала важнейшие шаги в наблюдательном обосновании существования темной материи.

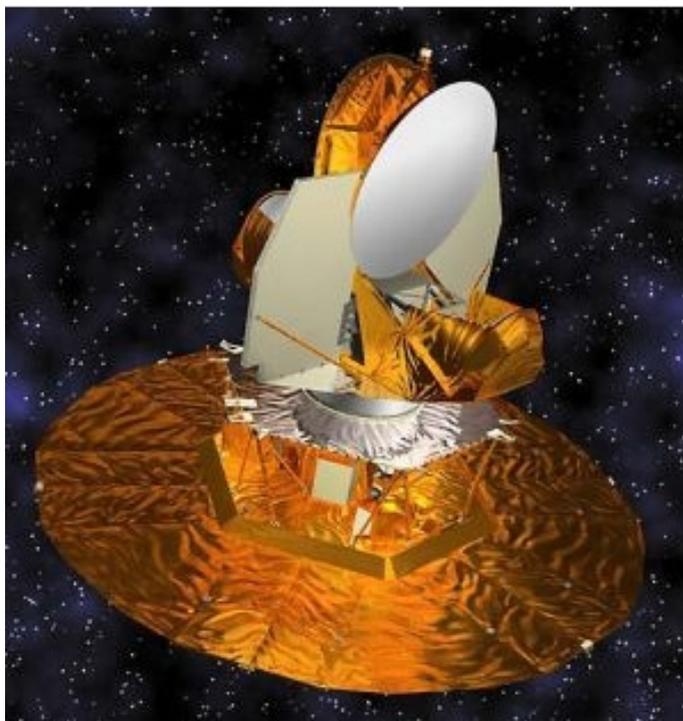


Рис. 14. Космический аппарат WMAP

В ряде экспериментов, в т. ч. WMAP (Wilkinson Microwave Anisotropy Probe) с использованием космического аппарата НАСА установлено, что Вселенная содержит всего около 4% видимого вещества (барионов), остальное – 96% - это темная материя и гипотетическая темная энергия, причем доля темной материи составляет 22-26% [31].

Сегодня существование такого необычного вещества во Вселенной, как темная материя, не вызывает сомнений [32,33].

Возникает острая проблема идентификации физической природы этой материи.

Было сделано предположение о существовании некоторого класса астрономических объектов, которые не видны вследствие своих малых размеров и светимости. Такие объекты

получили общее название MACHOs (Massive Compact Halo Objects). В экспериментах коллаборций MACHO и EROS [34] был проведен мониторинг около 55 млн. звезд в Малом и Большом Магеллановых Облаках. По результатам мониторинга была определена суммарная масса MACHOs, которая, как выяснилось, составляла всего около 15% от массы темного гало галактик. Таким образом, предположение, что основой темной материи являются астрофизические объекты с малой светимостью – MACHOs, не подтвердилось [35].



Рис. 15. Состав Вселенной по данным WMAP.

Развитие наблюдательной астрономии позволило сделать заключение, что темная материя концентрируется в основном в гравитационно-связанных системах, образуя гало темной материи. Предполагается, что частицы этой материи в основном являются массивными, нерелятивистскими и слабо взаимодействующими. Как было установлено [35], нейтрино Стандартной модели, слабо взаимодействующие с окружающей средой, и поэтому ставшие кандидатом в частицы темной материи, не могут служить ее основной частью. Отсюда делается вывод, что частиц, которые могли бы быть основой темной материи, в Стандартной модели физики элементарных частиц нет [33,36]. В качестве решения этой проблемы было предложено расширение Стандартной модели путем включения в нее особого вида частиц WIMP (Weakly Interacting Massive Particles), слабо взаимодействующих с обычной барионной материей. WIMP могли бы быть основной составляющей темной материи [37-43].

Наиболее популярным расширением Стандартной модели, приводящим к WIMP, является Суперсимметрия (Supersymmetry – SUSY). В этом представлении наиболее подходящим кандидатом на WIMP являются нейтралино. Однако сама теория Суперсимметрии в последнее время испытывает значительные трудности. Существуют еще ряд кандидатов на WIMP, см. например [35], однако единой теоретической модели таких частиц нет.

В последнее десятилетие масштабный поиск WIMP был развернут по многим направлениям с участием значительного числа научных коллективов, в т. ч. международных. Воспользуемся обзором [35].

Поиск частиц темной материи в экспериментах на коллайдерах. Это направление поиска частиц темной материи представляет важную часть экспериментальных исследований, проводимых на ускорителе Тэватрон и на Большом адронном коллайдере (LHC). Предполагается на основе кинематического анализа видимых продуктов pp-взаимодействия определить недостающую энергию (импульс), которая была затрачена на рождение WIMP.

Непрямые методы поиска частиц темной материи. В ряде экспериментов ведется поиск продуктов возможной аннигиляции WIMP в естественных условиях: галактическом гало, и т. д. Предполагается, что при достаточно высокой плотности WIMP начинают аннигилировать. Продукты аннигиляции WIMP предположительно должны включать в себя нейтрино, позитроны, антипротоны и гамма-кванты. Это дает надежду зарегистрировать такие нейтрино в нейтринных телескопах большого объема. В этом направлении работает группа SuperKamiookande, а также коллаборции MACRO, «Баксан» (Баксанская нейтринная обсерватория), «Байкал», AMANDA (Antarctic Muon Neutrino Detector Array).

Значительные надежды возлагаются на нейтринный телескоп IceCube, расположенный на Южном полюсе. Телескоп содержит 80 стрингов, вмороженных в антарктический лед на глубину 1400-2400 метров. Объем детектора во льду будет составлять около 1 км^3 [44,45].

Регистрация фотонов гамма-телескопами. В гамма-телескопах ожидается регистрация γ -квантов, образующиеся при распадах продуктов возможной аннигиляции WIMP. Гамма-телескоп космического базирования EGRET (Energetic Gamma Ray Experiment Telescope) работал на борту спутника CGRO в течение 9 лет: с 1991 по 2000 г. В 2008 году в космос была выведена гамма-обсерватория GLAST (Gamma-ray Large Area Space Telescope). AMS (Alpha Magnetic Spectrometr) и AMS-2 - эксперименты на Международной космической станции по регистрации γ -квантов космического происхождения, приходящих из галактического центра.

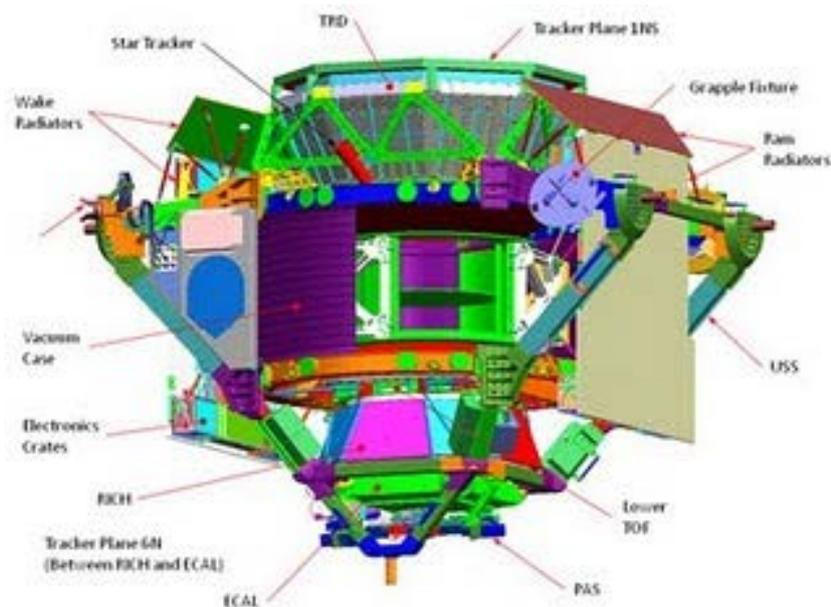


Рис. 16. Детектор космического базирования AMS-2 стоимостью более 1,5 млрд. долларов. Доставлен на МКС шаттлом Endeavour.

В 2005 году в районе Канарских островов на высоте 2200 м. над уровнем моря начал наблюдения крупнейший в мире черенковский телескоп MAGIC с параболическим зеркалом диаметром 17 метров. Главной задачей телескопа является наблюдение γ -квантов от возможной аннигиляции WIMP. В Намибии на высоте 1800 метров над уровнем моря работает массив из 4 телескопов HESS. Каждый из телескопов состоит из оптического рефлектора площадью 107 м^2 , состоящего из 382 зеркал. Вторая очередь проекта HESS2 включает в себя новый телескоп с диаметром зеркала 28 метров. Можно также упомянуть черенковские телескопы CANGAROO, CANGAROO-II и CANGAROO-III в Южной Австралии. С 2007 года в Аризоне начала работать γ -обсерватория VERITAS из четырех черенковских телескопов с диаметром зеркала 12 м. Ключевой задачей этой обсерватории является поиск частиц темной материи. Детектор Milagro, начавший работать в 1999 году, расположен на территории Лос-Аламосской национальной лаборатории на высоте 2300 м. над уровнем моря. Он представляет собой резервуар, в котором содержится $2,4 \times 10^7$ л. чистой воды с 723 ФЭУ. Наземный черенковский γ -телескоп CACTUS работает в Калифорнии. В 2004 году закончил работу черенковский γ -телескоп CELESTE во французских Пиринеях (расположенный на высоте 1650 м.). Положительных результатов зарегистрировано не было.

Предполагается, что свидетельства аннигиляции частиц темной материи могут быть получены в спектрах космических позитронов и антипротонов. Приборы для их регистрации выносятся за пределы атмосферы либо на баллонах, либо на спутниках. HEAT (High Energy Antimatter Telescope) находился в баллоне полете в 1994-1995 годах. Детектор BESS совершил несколько аэростатных полетов с 1993 по 1998 год. Эксперимент CAPRICE на баллоне в 1998 году не дал однозначных результатов. Эксперимент PAMELA выполняется на российском спутнике Ресурс ДК-1, выведенном на орбиту в 2006 году.

Прямая регистрация частиц темной материи. Предполагается, что движущиеся WIMP взаимодействуют с ядром мишени в процессах упругого и неупругого рассеяния. Для регистрации ядра отдачи могут быть использованы ионизационные, сцинтилляционные и тепловые детекторы или их комбинации. Особенностью этого метода является присутствие значительного естественного фона, поэтому детекторы помещаются в глубоких подземных тщательно экранированных лабораториях.

Полупроводниковые детекторы. IGEX (International Germanium Experiment) – эксперимент на глубине 2450 метров водного эквивалента (м. в. э.) в подземной лаборатории Канфранк в испанских Пиринеях. Основой детектора являлись 2 кг. чистого изотопа германия, окруженный свинцовой защитой. HDMS (Heidelberg Dark Matter Search) – эксперимент в подземной лаборатории Гран-Сассо в Италии, расположенной на глубине 3400 м. в. э.

Времяпроекционные камеры. Drift-II- эксперимент в подземной шахте Боулби в Великобритании, глубиной 1100 м. В камере детектора регистрируются ядра отдачи от взаимодействия с WIMP в газовом объеме. MIMAC (Micro-trp Matrix of Chambers) – эксперимент, в котором движение ядра отдачи, возникшего при рассеянии WIMP на He^3 , приводит к образованию электронов ионизации, которые могут регистрироваться.

Сцинтилляционные детекторы. DAMA (Dark Matter) – эксперимент в подземной лаборатории Гран-Сассо, в котором использовалось около 100 кг высокочистого NaI(Tl)-сцинтиллятора.



Рис. 17. Место расположения подземной лаборатории Гран-Сассо.

Результат счета событий показал наличие модуляций на уровне достоверности $6,3\sigma$, что коллаборция DAMA интерпретировала как свидетельство обнаружения WIMP. Однако этот результат до сих пор не подтвержден ни в одном из экспериментов по поиску частиц темной материи [35]. В 2003 году началась вторая очередь этого эксперимента DAMA/LIBRA. NaIAD – эксперимент в подземной шахте Боулби, в котором световые сигналы регистрировались ФЭУ, подсоединенным к кристаллам сцинтиллятора NaI. Эксперимент ANAIS с использованием 14 кристаллов сцинтиллятора NaI проводился в подземной лаборатории Канфранк. Kamioka-CaF₂(Eu) – эксперимент в шахте Камиоканде в Японии глубиной 2700 м. в. э. KIMS (Korea Invisible Mass Search) – эксперимент в Корее, в шахте Янгянг на глубине 700 метров. PICOLON – эксперимент в японской обсерватории Oto Cosmo, проводимый на глубине 1200 м. в. э. недалеко от Осаки. ZEPELIN (Zoned Proportional scintillation in liquid Noble gases) – эксперимент в подземной шахте Боулби с использованием в качестве сцинтиллятора 3.1 кг жидкого ксенона. Развитием этого эксперимента стало создание установок ZEPELIN-II и ZEPELIN-III, в которых использовался ксенон в жидкой и газовой фазах и в качестве сигналов регистрировался заряд и сцинтилляционный свет.

Криогенные детекторы с регистрацией тепла. ROSEBUD – эксперимент в подземной лаборатории Канфранк, с использованием трех сапфировых болометров. Kamioka-NaF – эксперимент в подземной лаборатории Камиоканде, оборудование которого включало 8 болометров. CRESST-I – эксперимент в подземной лаборатории Гран-Сассо с сапфировым болометром.

Детекторы на основе перегретых жидкостей и сверхпроводящих гранул, регистрирующие тепло. Такие детекторы работают по принципу пузырьковой камеры, в которой малое энерговыделение в ее объеме нарушает метастабильное состояние жидкости и приводит к образованию пузырьков. Они регистрируются оптическими приборами или акустическими сенсорами. Рабочая температура и давление подбираются таким образом, чтобы только ядра отдачи могли вызвать образование пузырьков. COUPP – детектор – аналог пузырьковой камеры, был размещен в туннеле нейтринного канала NuMI Тэватрона на глубине 300 м. в. э. PICASSO (Project in Canada to search for Super-symmetric Objects) – эксперимент с детектором с использованием перегретых капель C_4F_{10} , внедренных в гель, основу которого составляет полимеризованная эмульсия. Эксперимент проводился в самой глубокой подземной лаборатории в мире – SNO (Садбери, Канада) на глубине 6000 м. в. э. Гель является активной мишенью для взаимодействия с WIMP, а перегретые капли работают по принципу минипузырьковой камеры. SIMPLE – эксперимент в подземной лаборатории LSBB во Франции на глубине 1500 м. в. э., в котором используется детектор на основе перегретых капель фреона. Orpheus – детектор, в котором в качестве активной мишени для взаимодействия WIMP используются сверхпроводящие гранулы. Он работает в подземной лаборатории в Берне.

Комбинированные детекторы, регистрирующие световой и тепловой сигналы. CRESST-II – первый эксперимент по наблюдению WIMP с использованием детектора, позволяющего как наблюдать световой сигнал, так и регистрировать фононы.

Комбинированные детекторы, регистрирующие ионизационный и тепловой сигналы. CDMS (Cryogenic Dark Matter Search) – эксперимент, в котором для регистрации WIMP проводились независимые измерения ионизационного и теплового сигналов с помощью криогенного германиевого детектора. До 2002 года эксперимент проводился в Стэнфордской лаборатории. В 2003 году модернизированный детектор CDMS-II начал работу в подземной шахте Соудан в Миннесоте (США) на глубине 2090 м. в. э. EDELWEISS – детектор, размещенный в подземной лаборатории Модан в туннеле, соединяющем Францию и Италию.

Комбинированные детекторы, регистрирующие световой и ионизационный сигналы. ZEPELIN-II – эксперимент с использованием детектора на основе ксенона в жидком и газообразном состоянии. ZEPELIN-III – использует модернизированный ксеноновый детектор с двухфазной эмиссией. XENON10 – в этом эксперименте использовалась ксеноновая времяпроекционная камера в лаборатории Сан-Грассо. В детекторе независимо измеряется сцинтилляционный свет в жидкой фазе и ионизация в газовой фазе. По величине отношения этих двух сигналов могут быть выделены события с ядрами отдачи. Детектор начал работу в 2006 году. Для развития эксперимента по поиску WIMP в 2008 году был создан более чувствительный детектор XENON100. WARP (WIMP Argon Programme) – жидкоаргоновая дрейфовая камера, начавшая работать в лаборатории Сан-Грассо в 2006 году. В жидкоаргоновой камере с высокой точностью определяются импульсы как релятивистских, так и нерелятивистских частиц и обеспечивается калориметрия с высоким энергетическим разрешением. В камере для поисков WIMP определяется отношение сигналов «свет/заряд», измеряется быстрая и медленная компоненты сцинтилляционного света, восстанавливается топология события и вклады процессов множественного рассеяния.

Регистрация сильновоздействующей темной материи. ИНКА (Ионизационно-нейтронный калориметр) – многоцелевая астрофизическая орбитальная обсерватория. Предполагается, что его детекторы способны изучать темную материю посредством наблюдений сигналов от аннигиляции массивных нейтрино. OGMA – эксперимент, проводящийся на высокогорной станции ФИАН в Тянь-Шане, нацеленный на поиск сильновоздействующей темной материи.

И этим перечнем не исчерпывается список проводимых экспериментов по поиску таинственной материи. Нужно отметить, что на протяжении последних десяти лет практически во всех подземных лабораториях мира проводятся эксперименты по прямому поиску WIMP. Мно-

гие ученые уверены, что мы уже очень близко к экспериментальному обнаружению частиц темной материи. В частности, Тарек Сааб (Tarek Saab), один из физиков коллаборции CDMS II, по сообщению пресс-службы Флоридского университета, заявил, что в течение 5 лет будет получен четкий сигнал, означающий регистрацию искомым частиц. В этих условиях на фоне других оптимистических прогнозов открытия WIMP оценка академика Валерия Анатольевича Рубакова в 10 лет на обнаружение таких частиц выглядит очень осторожной.

Не будет преувеличением сказать, что развернулась масштабная гонка за Нобелевской премией за открытие частиц темной материи. Однако, несмотря на вливание колоссальных финансовых ресурсов и использование огромного арсенала самых современных средств наблюдения и детекторов земного и космического базирования, реальных претендентов на эту премию пока не просматривается. Убедительных доказательств обнаружения частиц темной материи ни одной из коллаборций не представлено. Появляющиеся сенсационные сообщения об обнаружении частиц темной материи либо не признаются достаточно убедительными, либо не подтверждаются дальнейшими исследованиями и отзываются авторами.

16 апреля 2008 года на международном семинаре NO-VE2008, проходившем в Венеции, профессор римского университета Tor Vergata Рита Бернабей (Rita Bernabei), глава международной коллаборации — DAMA, объявила о сенсационных результатах – по ее словам, удалось произвести лабораторную регистрацию частиц темной материи. Однако ее сообщение было встречено скептически в связи с противоречиями этих результатов другим экспериментам по поиску темной материи.

В том же 2008 году детектор PAMELA, установленный на российском спутнике, сумел обнаружить небольшой избыток позитронов. Однако интерпретация этих результатов как обнаружение частиц темной материи, вызвало серьезные возражения. Ученые, курирующие миссию телескопа EGRET, который ищет следы существования WIMP, сообщали о регистрации избытка гамма-лучей, однако позже на порядок более чувствительный телескоп LAT на борту орбитальной обсерватории «Ферми» не подтвердил эти результаты. Также приборы обсерватории не смогли подтвердить наличие «темноматериальных» высокоэнергетических электронов в космическом излучении – ранее данные об их существовании были получены аппаратом АТИС, работавшим в Антарктике.

Не лучше обстоят дела и у специалистов, занимающихся поиском WIMP прямыми методами. В 2010 году группа, работающая на детекторе CDMS II, опубликовала в одном журнале Science статью, в которой заявила о возможной регистрации трех событий, соответствующих столкновению WIMP с атомами детектора. Однако позже сами авторы пришли к выводу, что все три события нельзя достоверно отличить от фоновых сигналов. Сообщения по эксперименту CoGeNT также оказались статистически неубедительными.

Детектор XENON100 за 100 дней работы в 2010 году зарегистрировал 3 подозрительных события, которые можно было интерпретировать как долгожданное открытие частиц темной материи. Но более внимательная проверка детектора показала, что зарегистрированные вспышки могли возникнуть из-за радиоактивного распада других элементов, в следовых количествах присутствующих в толще ксенона. И в 2011 году сенсационное сообщение было отозвано.

Учитывая неутешительные результаты длительного поиска частиц явно существующей темной материи, интересно взглянуть на сложившуюся ситуацию с точки зрения развиваемой теории времени.

Построенный темпоральный механизм формирования горизонтов в мире с пространственно-временной реальностью и допущение существования трансвременных объектов со всей необходимостью влечет за собой существование невидимой материи, присутствующей в нашем пространстве и сосредоточенной в параллельных временных слоях.

Возникает естественное предположение о тождественности теоретически предсказанного существования невидимой материи в нашем пространстве и искомой темной материи, упорно ускользающей от исследователей.

Основное предсказание, которое можно сделать на основе этого утверждения, заключается в следующем. Как было показано выше, невидимая материя оказывается полностью инертной относительно наблюдателя в отношении трех фундаментальных взаимодействий, не

может участвовать в аннигиляции и столкновениях с видимым веществом, ее внутренняя аннигиляция не порождает наблюдаемых продуктов. В итоге физические основы всех механизмов взаимодействий, на которых основываются эксперименты по поискам WIMP, блокируются. Результатом является полная безуспешность усилий по проведению таких экспериментов. И недостатки в слабой защищенности и недостаточной точности экспериментального оборудования здесь совершенно ни при чем.

Полная безуспешность поисков WIMP в течение более чем десятилетия упорных поисков являются очевидным подтверждением сделанного предположения и ложатся в экспериментальный фундамент теории течения времени.

Как отмечалось выше, в иных временных слоях находится такая же барионная материя, как и в нашей Вселенной, однако особым образом расположенная по отношению к наблюдателю, чем и обусловлена ее инертность. Отсюда следует, что нет необходимости в расширении Стандартной модели, а особых частиц вида WIMP в природе не существует – в этом нет необходимости. Соответственно отпадает необходимость вводить новые законы сохранения, чтобы обеспечить стабильность таких частиц. Таким образом, рассматриваемая теория оказывается весьма экономной, не требуя пересмотра Стандартной модели, и более приемлемой с точки зрения «бритвы Оккама», так как не требует введения новых сущностей.

Касательно усилий по поискам WIMP как частиц темной материи, можно сказать словами Конфуция: «Трудно искать темную кошку в темной комнате, особенно если ее там нет».

11.6. Темная и невидимая материя: гравитация и галактические катастрофы

11.6.1. Трансвременная компонента гравитационного взаимодействия

Темная материя не является полностью инертной по отношению к наблюдателю, что, собственно говоря, и позволило говорить о ее существовании. Речь идет о 4-м фундаментальном взаимодействии – гравитации. Как этот факт вписывается в теорию существования невидимой материи?

Запрет на трансвременные взаимодействия строился на представлении о механизме взаимодействия, который лежит в основе Стандартной модели. Взаимодействия предполагают участие частиц-переносчиков взаимодействия. В Стандартной модели все процессы считаются разыгрывающимися в плоском 4-х мерном пространстве-времени Минковского. Этим условиям удовлетворяют электромагнитное, сильное и слабое взаимодействия, частицы-переносчики этих взаимодействий обнаружены и за их открытие получены Нобелевские премии.

Гравитационное взаимодействие стоит по отношению к остальным трем видам взаимодействия особняком. Оно не входит в Стандартную модель. Гипотетическая частица – переносчик гравитационного взаимодействия (гравитон) не обнаружен. Построить квантовую теорию гравитации до сих пор не удается, несмотря на большие усилия, предпринимаемые в этом направлении. Построить объединенную теорию всех четырех взаимодействий не удается. В отличие от гравитации три фундаментальных взаимодействия Стандартной модели не удается выразить в геометрических представлениях кривизны пространства. В то же время гравитация в рамках общей теории относительности может быть выражена как своего рода прогибание пространственно-временной сетки под воздействием гравитирующих центров. Можно сказать, что электромагнитное поле представляет собой особую форму существования материи, в то время как гравитационное поле отражает свойства геометрии пространства-времени, в которой эта материя размещена. Т. е. они имеют разную природу, и объединить их на единой основе пока не удастся.

Отсюда следует, что условия существования запрета на трансвременные взаимодействия для гравитационного взаимодействия не выполняются, и этот запрет для данного вида взаимодействий утрачивает силу. Прогибание (кривизна) пространственно-временной сетки под действием гравитации (чего нет у других видов взаимодействия) порождает трансвременное взаимодействие (временную компоненту у гравитационного взаимодействия), искривляя временные слои.

Возникновение трансвременной компоненты у гравитации приводит к возникновению гравитационно-связанных трансвременных объектов. При этом такие объекты также подверже-

ны сепарации (расслоению) на временные слои, разделенные горизонтами в соответствии с описанным выше механизмом. Таким образом, оказывается, что объекты из разных временных слоев могут быть склеены трансвременным гравитационным взаимодействием. Собственно говоря, эта схема представляет собой основу проявления гравитационного взаимодействия между видимой и невидимой материей. При этом особенности геометрии пространства накладывают ограничения на возможность формировать гравитационно связанные трансвременные объекты – см. раздел 8.

Если эти положения верны, то особенности ситуации неизбежно должны были проявиться в основной сфере действия возмущителя спокойствия – гравитации, особенно в масштабах, в которых это взаимодействие существенно преобладает над остальными. Такой сферой является крупномасштабная структура Вселенной, особенно ситуация коснется объектов, в построении структуры которых доминируют силы гравитации. К ним относятся в первую очередь галактики и галактические кластеры.

Поскольку в настоящий момент мы не можем представить исчерпывающую теорию трансвременной компоненты гравитационного взаимодействия, будем сравнивать предсказания, следующие из положений темпоральной механики и которые можно сделать уже сейчас в отношении астрофизических объектов, с имеющимися наблюдательными данными.

Итак, частицы вещества и объекты будут участвовать в 4-х фундаментальных взаимодействиях с веществом только своего слоя G_i ; при взаимодействии с веществом других слоев G_j , $j \neq i$, электромагнитное, сильное и слабое взаимодействия отключаются, остается только трансвременная компонента гравитационного взаимодействия.

1. Существует возможность формирования локальных айсбергоподобных гравитационно-связанных трансвременных объектов. Такая ситуация возникает, когда часть объекта находится в ином временном слое относительно наблюдателя, и она гравитационно связана с видимым веществом, находящимся с наблюдателем в одном и том же временном слое (см. рис.8).
2. Если гравитирующий объект и наблюдатель будут находиться в разных временных слоях, то он может наблюдать явление гравитационного линзирования, порождаемого трансвременной компонентой гравитационного взаимодействия, хотя сам источник этого явления визуально может не обнаруживаться наблюдателем.
3. Поведение крупных айсбергоподобных объектов может быть необычно и труднопредсказуемо для наблюдателя, так как он будет знаком только с предысторией и параметрами видимой части, и незнаком с параметрами и предысторией невидимой части объекта. Наличие массивной невидимой части айсбергоподобных объектов может создавать диспропорцию между наблюдаемой массой объекта и его гравитационным взаимодействием с окружающими его телами. Собственно говоря, это и послужило основой проблемы Цвикки.
4. Потоки материи в разных временных слоях не сталкиваются между собой.
5. Отдельные объекты могут совершенно беспрепятственно двигаться внутри друг друга, не встречая никакого сопротивления (кроме соответствующих гравитационных эффектов), если они расположены в разных временных слоях.
6. Возможны ситуации, когда движущийся невидимый массивный объект будет увлекать за собой видимую материю, что будет необъяснимо для наблюдателя. Два взаимодействующих между собой сгустка материи могут образовывать между собой тонкие перемычки. Если один из таких сгустков будет невидимым, то другой – видимый, выбросит своего рода «хвост» – видимую часть перемычки. С точки зрения наблюдателя существование такого «хвоста» не будет оправданным.
7. Возможно явление гравитационного всплеска – проявление значительного нарастания гравитационного потенциала в некоторой локальной области в течение ограниченного времени, которое немотивировано с точки зрения наличия в этой области видимой материи, и связанного с пространственным пересечением траекторий движения материи, движущейся в нескольких временных слоях. Явление возникает как результат суперпозиции гравитационных потенциалов пересекающихся потоков материи в разных вре-

менных слоях в точке пересечения их траекторий. После расхождении потоков от точки пересечения гравитационный потенциал падает.

8. Гравитационное взаимодействие может нарушать консервативность и информационную изоляцию слоев G_i .
9. Видимый объект, движущийся внутри невидимого (т. е. размещенного внутри иного временного слоя) объекта, будет связан с ним одним видом гравитационного взаимодействия, а при выходе за его пределы – другим. Такая ситуация может существенно и необъяснимым для наблюдателя образом сказываться на форме и движении такого видимого объекта.

Остановимся на такой ситуации подробнее. Пусть невидимый объект представляет собой однородную сплошную сферу. Тогда на видимую частицу, находящуюся внутри этой сферы, будет действовать гравитационная сила, прямо пропорциональная расстоянию частицы от центра сферы. Если же частица в своем движении выйдет за пределы невидимой сферы, то вид силы гравитации изменится – она уже будет обратно пропорциональна квадрату расстояния от центра сферы. Такое изменение силового воздействия неизбежно скажется на конфигурации ее траектории.

Если же видимая частица движется внутри полой массивной невидимой сферы, то она будет двигаться свободно, точно так же, как если бы этой сферы не было. То же касается внутренней поверхности цилиндрического слоя. Но как только она выйдет за пределы такого объекта, на нее начнет действовать гравитационная сила, обратно пропорциональная квадрату расстояния от центра невидимой сферы, что существенно изменит ее траекторию.

Рассмотрим необычные структуры и странности в поведении крупномасштабных космологических объектов, в частности галактик и галактических кластеров, которые становятся понятными с позиций развиваемой теории времени, и в то же время имеются значительные трудности в их объяснении с позиций иных существующих в настоящее время теорий. Для их анализа удобно применять метод разложения по временным слоям, который следует из развиваемой теории.

11.6.2. Гравитационные линзы

Предсказанные Эйнштейном в рамках общей теории относительности и блестяще подтвердившиеся затем в реальных наблюдениях, гравитационные линзы представляют собой массивное тело (или группу тел), которые своей гравитацией искажают путь проходящих поблизости световых лучей от дальних источников, аналогично оптической линзе.



Рис. 18. Схема гравитационного линзирования.

В результате такого искривления лучей света создаются изображения («духи») удаленного источника (галактики, квазара). При этом блеск «духов» может быть много больше блеска самой линзируемой галактики. Решая обратную задачу можно, исследуя «духи» скоплений галактик, восстановить их истинные изображения и даже оценить распределение массы в гравитационной линзе - скоплении галактик. Именно такие исследования используются для изучения темной материи.



Рис. 19. Изображение Креста Эйнштейна - четырех «духов» далекой галактики, образованных в результате ее гравитационного линзирования более близкой галактикой с несферически-симметричным распределением массы.

Таким образом, гравитационное линзирование (gravitational lensing) и его модификация – микролинзирование можно использовать как телескоп, обладающий сверхвысоким угловым разрешением. Наблюдения микролинзирования звезд с высокой фотометрической точностью дают принципиальную возможность обнаружения не только звездных, но даже планетных спутников у звезд [46,47,48,49]. Наиболее широко и плодотворно в этом направлении используется телескоп космического базирования Хаббл (Hubble) – практически все приведенные в данной работе фотоснимки сделаны с помощью этого телескопа.

Здесь нужно отметить, что существует еще один приемлемый метод исследования темной материи. Он состоит в изучении концентрации видимого вещества в гравитационных ямах, порождаемых темной материей. В качестве такого вещества используют межзвездный газ, раскаленный до сверхвысоких температур в десятки миллионов градусов. Вне галактик его может удержать только темная материя, и при этом он испускает рентгеновское излучение, которое можно зарегистрировать. Для регистрации этого излучения успешно применяется космический рентгеновский телескоп Чандра (Chandra).

Далее будем такие способы исследования признавать как основные достоверные наблюдательные методы, с помощью которого можно изучать невидимую (и, соответственно, темную) материю. Иные методы исследования темной материи на негравитационной основе (в том числе изучение γ -излучения) противоречат развиваемой теории, и по этому при рассмотрении имеющихся наблюдательных данных приниматься во внимание не будут.

11.6.3. Много шума из ничего

Темпоральная механика предсказывает возможность возникновения гравитационного всплеска, о котором шла речь выше. Пересечение путей темной материи в разных временных слоях может привести к резкому локальному скачку гравитации, что допускает возможность «поджога» находящейся в этом месте видимой звезды и ее гравитационному коллапсу со всеми катастрофическими последствиями. При этом сама звезда может быть достаточно малой, чтобы у нее в обычных условиях гравитационный коллапс мог возникнуть, и она вследствие своих малых размеров вообще может не обнаруживаться современными средствами наблюдения – см. рис. 20.

Теперь обратим внимание на интересное сообщение, сделанное в 2008 группой ученых [50]. В процессе поиска сверхновых они наткнулись на совершенно непонятную вспышку. Буквально на пустом месте им удалось наблюдать очень длинный оптический всплеск SCP 06F6. В течение примерно ста дней блеск обнаруженного источника нарастал, а затем примерно такое же время спадал. Кривая блеска транзientа SCP 06F6 оказалась аналогична кривым блеска не-

которых сверхновых [51]. При этом ни до, ни после вспышки на этом месте вообще ничего не удалось обнаружить. С точки зрения авторов, эта ситуация вообще ни на что не похоже. Поэтому авторы открытия полагают, что ими обнаружено нечто принципиально новое в нашей Вселенной.

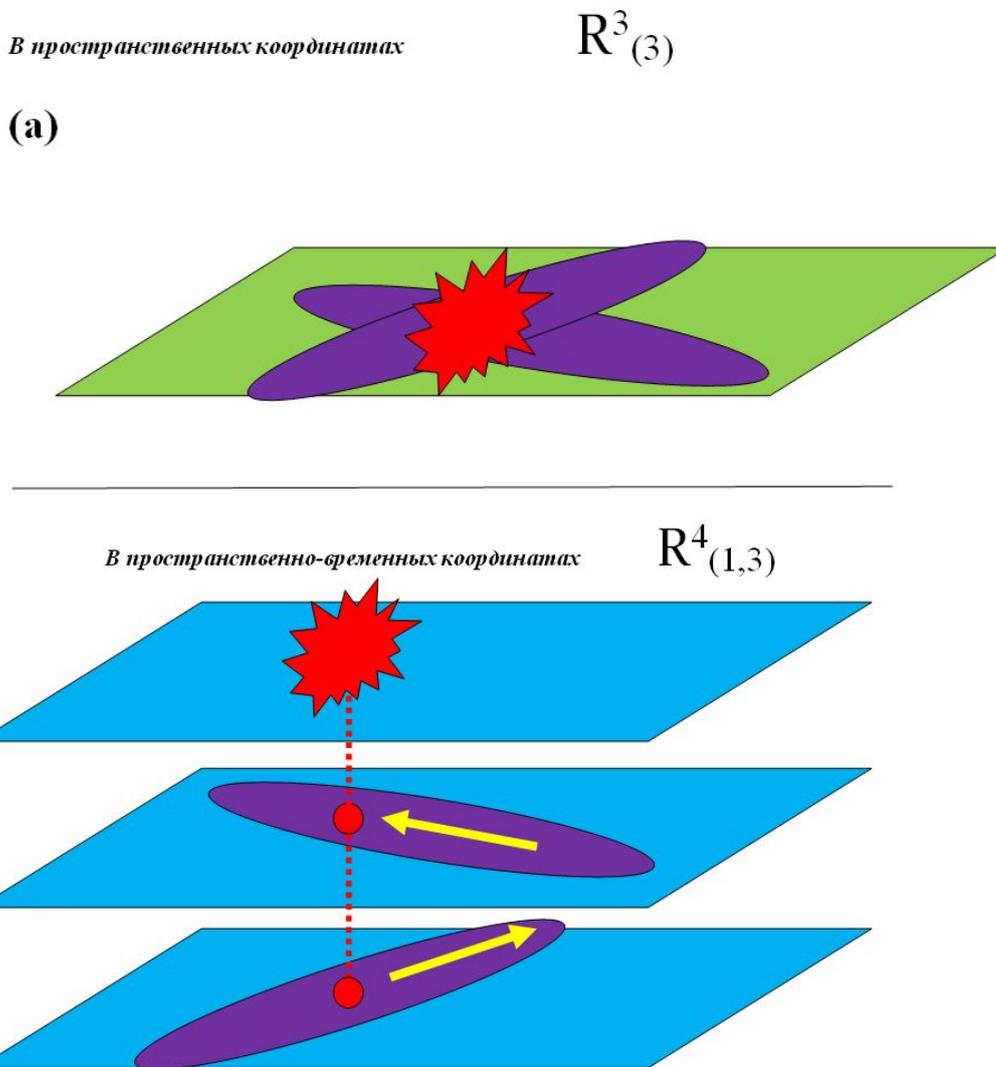


Рис. 20. Временное расслоение. Гравитационный всплеск в точке пересечения потоков невидимой материи, вызывающий гравитационный коллапс видимой звезды.

Еще один странный случай взрыва сверхновой был обнаружен с помощью телескопа Хаббл. В 2009 году было установлено странное исчезновение крупной звезды в галактике NGC 26. Массивная молодая звезда, практически моментально исчезнувшая с ночного неба, по оценкам астронома Дугласа Леонарда из Университета Сан Диего, должна была взорваться не ранее, чем через миллион лет. В классификации звездных типов «синие» светила рассматриваются как молодые, а потому стабильные. Сама вероятность взрыва подобного объекта никак не предусмотрена в рамках современных представлений о Вселенной. Единственное известное науке объяснение, почему звезда взорвалась без каких-либо внешних признаков старения, — внезапное утяжеление.

11.6.4. Странная туманность Песочные часы

Космический телескоп Хаббл (HST) сделал ряд уникальных снимков туманностей, представляющих собой сброшенные со взрывающихся звезд оболочки. Как правило, они имеют примерно сферическую форму. Приведем в качестве примера несколько фотографий таких туманностей.

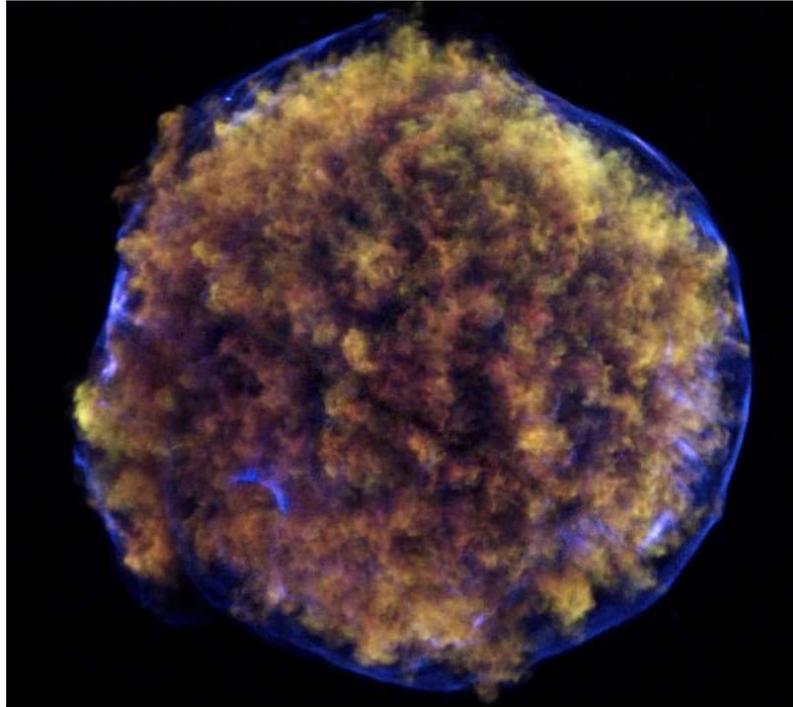


Рис. 21. Туманность, образовавшаяся после взрыва сверхновой Тихо.

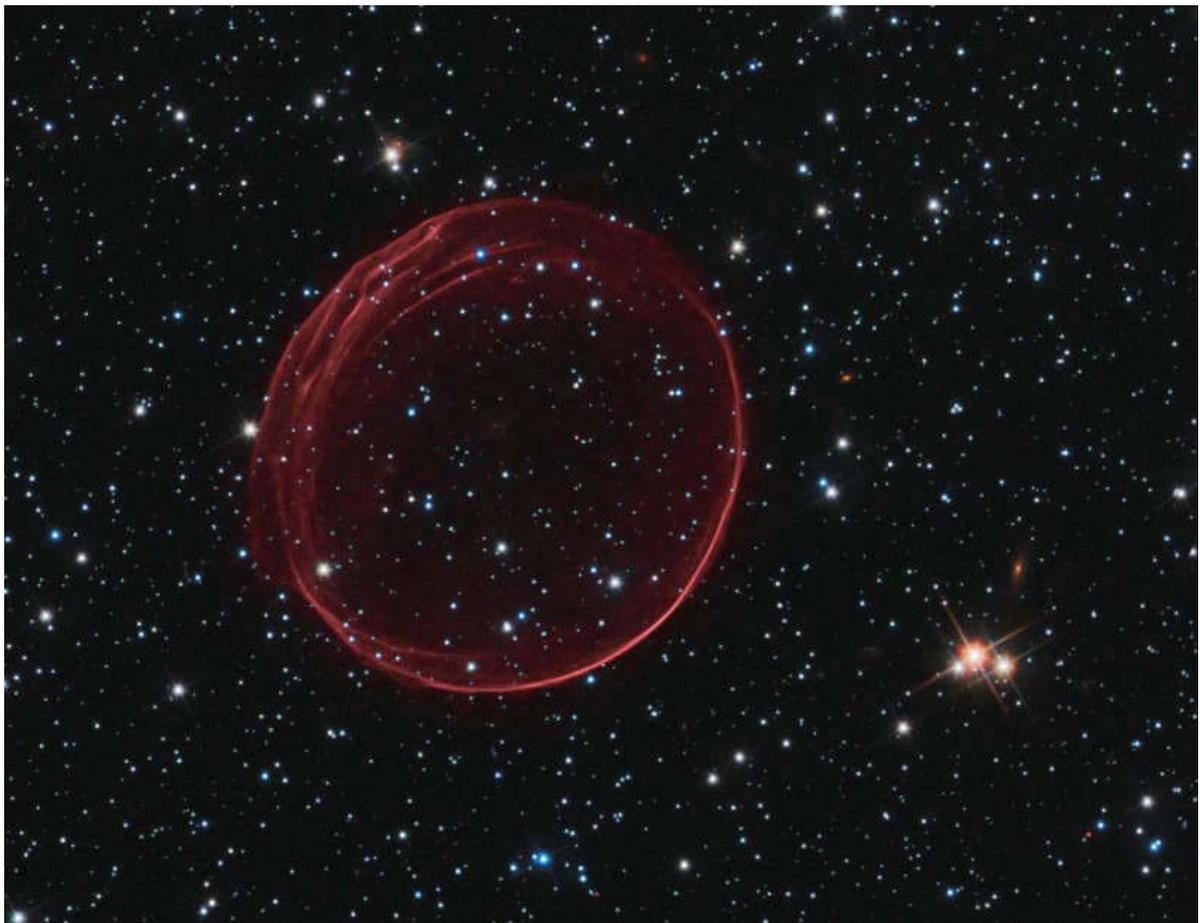


Рис. 22. Туманность - остаток сверхновой SNR 0509-67.5.



Рис. 23. Туманность Эскимос NGC 2392.

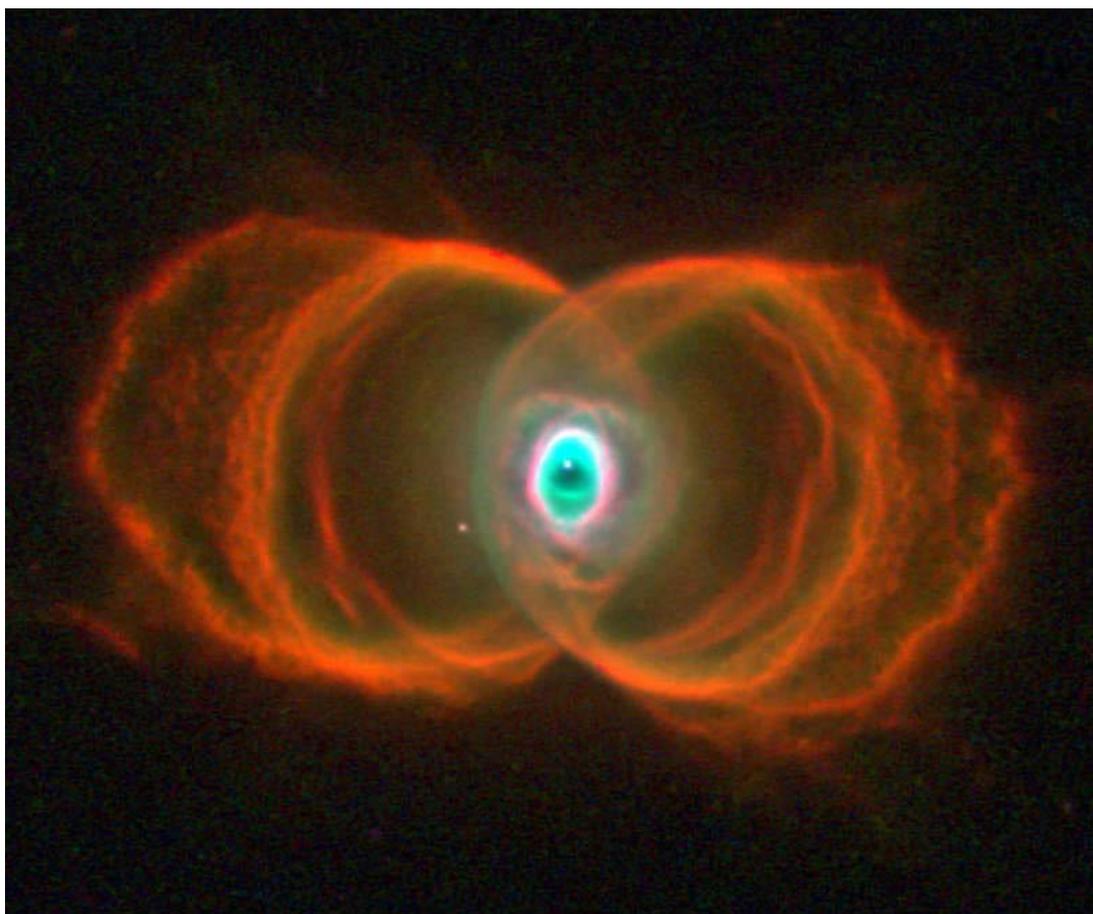


Рис. 24. Планетарная туманность Песочные часы M318.

Особняком среди этих красочных космических образований стоит странная туманность Hourglass Nebula M318 - Песочные часы. Ее фотография была сделана в январе 1996 года

космическим телескопом Хаббл (R. Sahai and J. Trauger, the WFPC2 Science Team and NASA). На ней запечатлена заключительная фаза жизни звезды, когда ее внешние слои сброшены, а ядро, постепенно охлаждаясь, превращается в белый карлик. Бросается в глаза необычность и загадочность формы этой планетарной туманности.

Предположение о наличии магнитного поля у звезды не может в полной мере объяснить странную форму ее оболочки.

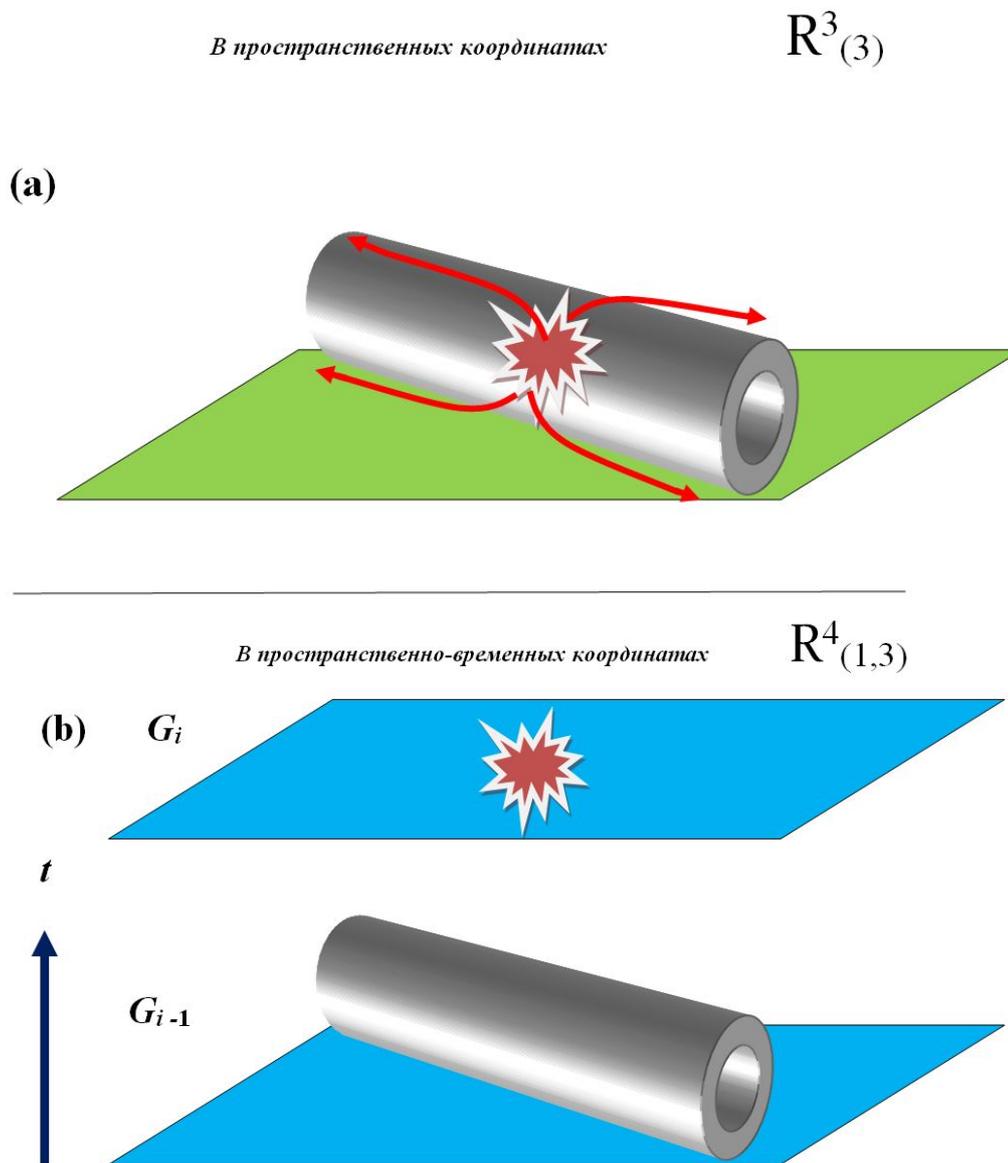


Рис. 25. Временное расслоение. К особой форме туманности Песочные часы.

Объяснить такую форму можно в рамках темпоральной теории – см. рис. 25. Для этого допускаем, что звезда располагалась внутри цилиндрического полого тела, состоящего из невидимой материи. Как было отмечено выше, в момент взрыва вещество оболочки разлеталось свободно, двигаясь внутри цилиндра (на его движение накладывалось только возможное воздействие магнитного поля звезды). Когда же разлетающееся вещество в своем движении вышло за пределы цилиндрического невидимого тела, оно оказалось под воздействием его гравитации, которая притормозила его, прижав к внешней поверхности цилиндра. Получился своего рода «гравитационный стакан», внутри которого и произошел взрыв звезды.

11.6.5. Постоянство соотношения видимого и невидимого вещества в галактиках

2009 году в журнале Nature появилась статья об исследовании распределения темной материи в 28 галактиках, относящихся к различным типам (препринт статьи выложен на сайте arXiv.org). Ученым удалось установить, что соотношение обычной материи и темной является величиной постоянной. С точки зрения исследователей, этот результат противоречит всем существующим теориям. Дело в том, что количество темной материи должно определяться историей галактики, например, участвовала она в столкновениях со своими соседями или спокойно развивалась в изоляции. Гравитационное взаимодействие во время столкновений, по словам ученых, обязано приводить к перераспределению материи и, следовательно, изменению соотношения разных ее видов в участниках «аварии». Сами исследователи заявили, что «В физике нет законов, которые могли бы объяснить такое постоянство этого соотношения».

Но в рамках рассматриваемой теории показано, что темпоральная механика запрещает перераспределение видимой и невидимой материи в ходе каких бы то ни было процессов, их соотношение всегда должно оставаться постоянным. Этот вывод дает простое решение возникшей в ходе исследования проблемы, и его можно рассматривать как наблюдательное подтверждение справедливости выводов рассматриваемой теории времени.

(окончание следует)

Л и т е р а т у р а :

1. *Zeh H. D.* The Physical Basis of the Direction of Time. — Berlin: Springer, 2007.
2. *Тейлор Э. Ф., Уилер Дж. А.* Физика пространства-времени. — М.: Мир, 1971 [*Taylor E. F., Wheeler J. A.* Spacetime Physics. — San Francisco; London: W. H. Freeman, 1966].
3. *Уитроу Дж.* Естественная философия времени. — М.: Едиториал УРСС, 2003 [*Whitrow G. J.* The Natural Philosophy of Time. — London; Edinburgh: Tomas Nelson and sons Ltd, 1961].
4. *Fraser J. T.* Of Time, Passion and Knowledge. — Prinston: Prinston University Press, 1990.
5. *Davies P. C. W.* About Time: Einstein's Unfinished Revolution. — London: Viking, 1995.
6. *Рейхенбах Г.* Философия пространства и времени. — М.: Едиториал УРСС, 2003.
7. *Хокинг С., Млодинов Л.* Кратчайшая история времени. — СПб.: Амфора, 2006.
8. *Левич А. П.* // В сб.: На пути к пониманию феномена времени: конструкции времени в естествознании. Ч. 3 / Под ред. А. П. Левича. — М.: Прогресс-традиция, 2009.
9. *Аксенов Г. П.* Причина времени. — М.: Едиториал УРСС, 2000.
10. *Эйнштейн А.* Работы по теории относительности. — СПб.: ТИД Амфора, 2008.
11. *Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М.* Теория поля. — М.: Наука, 1988.
12. *Лошак Ж.* Геометризация физики. — Ижевск: R&C Dynamics, 2005.
13. *Уэллс Г.* Избранные произведения. — Т.: Узбекистан, 1985.
14. *Киттель Ч., Найт У, Рудерман М.* Механика. — М.: Наука, 1971.
15. Замечательные ученые / Под ред. С. П. Капицы. — М.: Наука, 1980.
16. *Козырев Н. А.* Неизведанный мир // Октябрь. — 1964. № 7. С. 183-192.
17. *Николенко А. Д.* // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика **1** 51 (2005).

Статья поступила в редакцию 17.01.2014 г.

Nikolenko O. D.

On the reasons and features of the current of time in pseudoeuclidean spaces

Institute for Time Nature Explorations

e-mail: alniko@ukr.net

Theoretical bases of the Temporology, connected with a substantiation of the reasons of occurrence of a phenomenon of a current of time are considered. Features of a current of time in flat pseudoeuclidean spaces are investigated. Connection of the offered approach with a problem baryon asymmetry of the Universe is shown. Possibility of existence within the limits of the offered model invisible objects which can be interpreted as clots of «a dark matter» is proved.

Keywords: temporology; time current; baryon asymmetry of the Universe; a dark matter.

ГИПОТЕЗЫ

УДК 537

Бельцов Р.И., Федоткин И.М.

О ДВИЖЕНИИ ЭЛЕКТРОНА В ФИЗИЧЕСКОМ ВАКУУМЕ

Длина когерентности электрон-позитронных пар в физическом вакууме принята равной комптоновской длине волны, т.е. $\xi_0 = l_c = 3,86 \cdot 10^{-11}$ см. Это определяет джозефсоновский переход частиц-античастиц со сверхтекучим током на движущемся электроном с m_0 и функцию Лагранжа. Волновая функция частицы $\varphi(x,t) = \sum_i C_i \phi_i(x,t)$ с

джозефсоновским переходом определяет также релятивистские соотношения массы, энергии-импульса движущейся частицы.

Ключевые слова: электрон, физический вакуум, позитрон, сверхтекучесть.

1. Введение

Согласно [1], даже при отсутствии реальных фотонов в физическом вакууме происходят флуктуации электромагнитного поля. И энергия электромагнитных нулевых колебаний равна сумме бесконечного числа осцилляторов, образующих поле виртуальных фотонов:

$$\sum E = \frac{1}{4\pi} \int E_{\text{вак}}^2 d^3x = \sum_{k,\lambda} \frac{1}{2} \hbar \omega_{k,\lambda},$$

где $\hbar = 1,05 \cdot 10^{-27}$ эрг/сек - постоянная Планка.

Вероятность рождения электрон-позитронных (e^-e^+) пар из вакуума становится заметной отличной от нуля при напряженности электрического поля [4]:

$$E_n = \frac{\omega_0^2 c^3}{e \hbar} = 1,32 \cdot 10^{16} \text{ В / см},$$

где ω_0 – частота; $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл; $c = 2,997 \cdot 10^8$ м/с – скорость света, при котором электрическое поле на комптоновской длине волны

$$l_c = \frac{\hbar}{m_0 c} = 3,86 \cdot 10^{-11} \text{ см}, \text{ где } m_0 = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$$

совершает над электрон-позитронной парой работу $2 m_0 c^2$.

Рождение частиц-античастиц под действием лазерного одиночного импульса или двух встречных импульсов может быть реальным при интенсивностях излучения [4]:

$$I \approx I_S = \frac{c}{4\pi} E_S^2 = 4,65 \cdot 10^{29} \text{ Вт/см}^2.$$

Как видно, электрон-позитронные пары в физическом вакууме представляют связанные состояния с противоположными импульсами и спинами, и потенциалом спаривания $V = -2m_0 c^2$.

2. О частицах-античастицах физического вакуума

В бозе-эйнштейновском конденсате физического вакуума находится макроскопически большое число частиц:

$$\lim_{N \rightarrow \infty} \langle m, N | \psi | m, N + 1 \rangle = \psi \tag{1}$$

$$\lim_{N \rightarrow \infty} \langle m, N + 1 | \psi^* | m, N \rangle = \psi^*$$

Фурье-компонента матрицы плотности определяет распределение частиц по импульсам:

$$N\left(\vec{p}\right) = N \int \rho(r) \cdot e^{-i\vec{p}r} dx^3 .$$

Уравнение (1) определяет волновую функцию частиц в конденсатном состоянии

$$\Psi(t, \vec{r}) = \sqrt{n_o(t, \vec{r})} \cdot e^{i\Phi(t, \vec{r})}$$

Плотность потока частиц, вычисленная по волновой функции, имеет вид

$$j_{\text{конд}} = \frac{i\hbar}{2m_o} (\Psi \nabla \Psi^* - \Psi^* \nabla \Psi) = \frac{\hbar}{m_o} n_o \nabla \Phi \quad (2)$$

где m_o – масса частиц. А потенциал скорости $U_{(v_s)}$ сверхтекучего движения частиц-античастиц совпадает с фазой конденсатной волновой функции:

$$\phi = \frac{\hbar}{2m_o} \Phi . \quad (3)$$

Добавим, бозе-эйнштейновский конденсат электрон-позитронных (e^-e^+) пар в физическом вакууме является когерентной, т.е. единой комплексной волновой функцией: $(\Psi \Psi^*) = \rho_s \cdot e^{i\theta}$, где ρ_s – плотность частиц. И волновые функции электрон-позитронных пар скоррелированы и перекрыты, в результате скорости их движения и фазы становятся равными друг другу.

Рассмотрим основные положения о сверхтекучести электрон-позитронных (e^-e^+) пар в физическом вакууме.

Этой связью является линейная зависимость энергии возбуждения, т.е. электромагнитной волны от импульса: $\varepsilon = f(p)$, т.е. $\frac{\varepsilon}{p} = \frac{d\varepsilon}{dp} = c$. И поэтому при $v < c$, в физическом вакууме воз-

никает сверхтекучесть электрон-позитронных пар. Это одно из фундаментальных положений в современной физике.

3. Функция движения электрона в физическом вакууме

Длина когерентности для электрон-позитронных (e^-e^+) пар, на которой происходит изменение параметра порядка $(\Psi \Psi^*) \rightarrow 1$, определяется по комптоновской длине волны

$$\xi_o = \ell_c = \frac{\hbar}{m_o c} = 3,86 \cdot 10^{-11} \text{ см, (см. выше),}$$

где $m_o = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг – масса электрона и позитрона, $\hbar = 1,05 \cdot 10^{-27}$ эрг сек – постоянная Планка; $c = 2,997 \cdot 10^8$ м/с – скорость света.

Согласно [3], классический радиус электрона $r_e = 2,8 \cdot 10^{-13}$ см. Таким образом, когерентность виртуальных (e^-e^+) пар при $\xi_o = 3,86 \cdot 10^{-11}$ см $> 2 \cdot 2,8 \cdot 10^{-13}$ см приводит к сверхтекучему току и эффекту Джозефсона на движущемся электроном в физическом вакууме.

Сверхток на джозефсоновском переходе на электроном m_o при $v \ll c$ содержит бездиссипативный сверхток I_S , который является функцией от разности фаз: $\nabla \varphi = \theta_1 - \theta_2$, θ_1, θ_2 — фазы волновых функций бозе-эйнштейновского конденсата перед и за электроном. И сверхтекучий ток: $I_S(\varphi) = I_C \cdot \sin \varphi$, где I_C – максимальный бездиссипативный ток через переход.

Так как изменение любой из фаз θ_1, θ_2 на 2π приводит к тому же состоянию системы $I_S(\varphi) = I_S(\varphi + 2\pi)$, и фазы также совпадают при $\varphi = \pi$, и таким образом, уровни энергии движущегося электрона: $En = \left(n + \frac{1}{2}\right) \hbar \omega$, где $n = (0, 1, 2, \dots)$; ω – частота.

Проанализируем функцию распространения электрона. Ее можно написать в виде [3]:

$$G(p) = \frac{\gamma p + m}{p^2 - m^2 + i0}, \text{ где принято: } c = 1, \hbar = 1.$$

Как видим, функция пропагатора электрона представляет произведение биспинорного

множителя $\gamma p + m$ и скаляра: $G^{(0)}(p) = \frac{1}{p^2 - m^2}$. Соответствующая координатная функция

$G^{(0)}(\xi)$ является функцией Грина уравнения $(\hat{p}^2 - m^2)\psi = 0$. Таким образом, $G^{(0)}(x-x^1)$ есть функция распространения скалярных частиц-античастиц $\rho_S = (\psi\psi^*) \rightarrow 1$, т.е. параметр порядка бозе-эйнштейновского конденсата электрон-позитронных пар в физическом вакууме, что и подтверждает наши выводы.

Функция распространения скалярного поля, т.е. бозонов выражается через $\hat{\psi}$ – операторы формулой

$$G^{(0)}(x-x^1) = -i \langle 0 | T \psi(x) \cdot \psi^+(x^1) | 0 \rangle,$$

где T – хронологическое произведение.

И уравнение Эйлера-Лагранжа для движущегося электрона с джозефсоновским переходом

$$\frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\delta L}{\delta \dot{\phi}} \right) + \nabla \left(\frac{\delta L}{\delta \nabla \phi} \right) - \frac{\delta L}{\delta \phi} = 0$$

Импульс, канонически сопряженный волновой функции ϕ :

$$P = \frac{\delta L}{\delta \dot{\phi}} = \dot{\phi}$$

Канонические уравнения Гамильтона

$$\frac{\delta H}{\delta p} = \dot{\phi}, \quad \frac{\delta H}{\delta \phi} = -\dot{p},$$

где точкой обозначена производная по t .

При скорости электрона $v \ll c$ сверхтекучий ток электрон-позитронных пар на джозефсоновском переходе с потенциалом спаривания представим в виде:

$$I_S = \sum_n \left| -2m_0 c^2 \right| \cdot e^{i2\vec{q}r}, \quad \text{где } 2\vec{q} - \text{импульс центра масс.} \quad (4)$$

При скорости электрона $v \leq c$ в сверхтекучем токе появляются возбужденные квазичастицы с волновой функцией u : $I_\mu = u^*(p) \gamma^\mu (-p_+) u$, где γ^μ – матрицы.

Собственные значения энергии для возбужденных электрон-позитронных пар

$$\varepsilon(\vec{k}, r) = 2\sqrt{p^2 c^2 + m_0^2 c^4} + \frac{\hbar}{2m_0} \vec{k} \vec{q}, \quad (5)$$

где \vec{q} – вектор в направлении тока.

Отметим, что уравнение Клейна-Гордона описывает волновую функцию движущейся частицы m_0 , в том числе со сверхтекучим током на джозефсоновском переходе:

$$\left(c^2 \hbar^2 \nabla^2 - \hbar^2 \frac{\partial^2}{\partial t^2} - m_0^2 c^4 \right) \cdot \psi = 0, \quad \text{где } E = -\frac{\hbar}{i} \frac{\partial}{\partial t}, \quad p = \frac{\hbar}{i} \nabla \quad \text{и сверхтекучий ток } I_S = I_c \cdot \sin \phi, \quad \text{где}$$

$\nabla \phi = \Theta_1 - \Theta_2$, разность фаз волновых функций на переходе.

Плотность заряда и плотность тока на движущемся электроны e :

$$\rho = \frac{ie\hbar}{2m_0 c^2} \left[\psi^* \frac{\partial \psi}{\partial t} - \left(\frac{\partial \psi^*}{\partial t} \right) \psi \right],$$

где $\rho_S = \psi^* \psi = \frac{\rho}{e}$, т.е. волновая функция конденсата ($e^- e^+$) пар.

$$I_S = \frac{e\hbar}{2m_0 i} \left[\psi^* \nabla \psi - (\nabla \psi^*) \psi \right].$$

Приведем уравнение Дирака для свободной частицы [1]

$$(E - H)\psi = 0,$$

где операторы: $E = i\hbar \frac{\partial}{\partial t}$, $p = -i\hbar \nabla$; гамильтониан H имеет вид:

$$H = c(\alpha \vec{p}) + \rho_3 m_0 c^2,$$

где α ($\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$), ρ_3 — четырехрядные матрицы.

Мы описываем физические процессы, т.е. джозефсоновский переход частиц-античастиц физического вакуума на движущемся электроне e , что совпадает с выводами Дирака. Добавим, электрон-позитронные пары образуют на переходе движущийся вихрь, длина которого уменьшается с увеличением скорости электрона по релятивистскому соотношению:

$$\lambda_j^1 = \lambda_j \left(1 - \frac{v_e^2}{c^2} \right)^{1/2}, \quad c = \omega_p \cdot \lambda_j, \quad \text{где } \lambda_j^1 - \text{вихрь.} \quad (6)$$

Собственное время вращения вихря при $v_e \rightarrow c$ уменьшается

$$\tau = t \sqrt{1 - \frac{v_e^2}{c^2}}.$$

Также и энергия движущегося электрона при $v_e \rightarrow c$ увеличивается по релятивистской формуле

$$E_1(v) = \frac{E_1(0)}{\sqrt{1 - \frac{v_e^2}{c^2}}}$$

Выводы

1. Джозефсоновский переход частиц-античастиц физического вакуума на движущемся электроне $e(v)$ определяет L и волновой пакет электрона: $\varphi(x,t) = B \cdot e^{-i(\omega_0 t - k_0 x)}$, где амплитуда B распространяется со скоростью электрона, равной $v_e = \frac{dE}{dp}$.
2. Джозефсоновский переход с вихрем, образуемом частицами-античастицами физического вакуума при движении частицы m_0 определяет релятивистские соотношения массы, энергии-импульса частицы.
3. Волновая функция электрона с джозефсоновским переходом определяет также принцип неопределенности Гейзенберга:

$$\nabla E \cdot \nabla t \geq \hbar, \quad \nabla p \nabla x \geq \hbar.$$

Таким образом, в настоящей статье предложено описание физических процессов, которые происходят при движении электрона в физическом вакууме, а также дано обоснование уравнения Дирака для электрона. Физически обосновываются диаграммы Р.Фейнмана.

Л и т е р а т у р а :

1. Соколов А.А., Тернов И.М., Жуковский В.И. Квантовая механика. — М., Наука, 1979.
2. Ландау Л.Д. и Лифшиц Е.М. Теория поля. — М.-Л., ОГИЗ, 1948.
3. Ландау Л.Д. и Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Т.IV. Квантовая электродинамика /В.Б.Берестецкий, Е.М.Лифшиц, Л.Питаевский/. — М., Наука, 1980.
4. Буланов С.С., Нарожный Н.Б., Мур В.Д., Попов В.С. О рождении электрон-позитронных пар электромагнитными импульсами. // ЖЭТФ. — 2006. — Т.129. — Вып.1. — С.14–29.
5. Кулик И.О., Янсон И.К. Эффект Джозефсона в сверхпроводящих туннельных структурах. — М., Наука, 1970.
6. Ландау Л.Д. и Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Т.IX. Статистическая физика. Ч.2. Теория конденсированного состояния /Е.М.Лифшиц, Л.П.Питаевский/. — М., Наука, 1978.
7. Соколов А., Иваненко Д. Квантовая теория поля. — М.,-Л., ГИТТЛ, 1952.

Приложение

1. Диаграммы Фейнмана

Антисимметричные конденсированные электрон-позитронные (e^-e^+) пары с противоположными спинами и импульсами в физическом вакууме образуют параметр порядка с комплексной волновой функцией,

$$(\psi\psi^*) = \rho_s, \quad \psi = \sqrt{\rho_s} \cdot e^{i\Theta(r)}$$

Длина когерентности (e^-e^+) пар:

$$\xi_0 > d(m),$$

где $d(m)$ – размеры частиц химических элементов.

Потенциал джозефсоновского перехода (e^-e^+) пар на движущемся электроне:

$$\nabla U = \frac{\pi}{m_0} \nabla \psi,$$

где $\nabla \psi$ – градиент волновых функций частиц-античастиц конденсата.

При рассеивании 1^{to} электрона на 2^m в физическом вакууме по диаграммам Фейнмана, амплитуда вероятности перехода S_{fi} :

$$S_{fi} \sim e^2 (\bar{u}_4 \gamma^m u_2) D_{m\nu}(k) (\bar{u}_3 \gamma^\nu u_1) - e^2 (\bar{u}_4 \gamma^m u_1) \times D_{m\nu}(k') (u_3 \gamma^\nu u_2),$$

где $k = p_4 - p_2$, $k' = p_4 - p_1$; u – биспинорные амплитуды электронных состояний; $D_{m\nu}(k)$ – фотонный пропагатор виртуальный в импульсном представлении

$$D_{m\nu}(k) = \int D_{m\nu}(x-x') \cdot e^{ik(x-x')} \cdot d^4(x-x').$$

Излучение фотонов — это возбуждение электрон-позитронных (e^-e^+) пар физического вакуума, их антисимметричных волновых функций:

$$\psi = \sum_p (a_p \psi_p + b_p^+ \psi_{-p}), \quad \psi^* = \sum_p (a_p \psi_p^* + b_p \psi_{-p}^*),$$

где функции ψ_p - возбуждения с 4-импульсами p :

$$\psi_p = \left(\frac{1}{V} \right) u_{(p)} e^{-i(px)};$$

где $u_{(p)}$ – амплитуда.

При разложении на бегущие волны в физическом вакууме, потенциал \bar{A} :

$$\bar{A} = \sum_k (\bar{a}_k \cdot e^{i\vec{k}r} + \bar{a}_{k^*} \cdot e^{-i\vec{k}r}),$$

где $a_k \approx e^{-i\omega t}$; $\omega = |k|$, $\vec{a}_k \vec{k} = 0$.

Потенциал джозефсоновского перехода на частице \bar{m} определяет фаза волновой функции конденсата $(\psi\psi^*) = \rho_s$ электрон-позитронных (e^-e^+) пар физического вакуума:

$$\nabla U = \frac{\pi}{2m_0} \Phi.$$

Выводы:

Импульсы сталкивающихся частиц $\vec{k}_1, \vec{k}_2, \dots$ передаются возбужденными волновыми функциями электрон-позитивных пар физического вакуума, т.е. $\sum \vec{k}_{1,2}(\vec{r}, t) = \sum \pi \nabla (\psi\psi^*)_{1,2}(\vec{r}, t)$. Добавим, волновые функции частиц-античастиц когерентны, сильно перекрыты и фазы равны друг другу.

2. О переходе электрон-позитронной пары в конденсат физического вакуума.

Волновую функцию электрона с джозефсоновским переходом электрон-позитронных пар (e^+e^-) можно описать уравнением Клейна-Гордона:

$$\left(c^2 \hbar^2 \nabla^2 - \hbar^2 \frac{\partial^2}{\partial t^2} - m_0^2 c^4 \right) \psi = 0,$$

где операторы $E = -i\hbar \frac{\partial}{\partial t}$, $\vec{P} = \frac{\hbar}{i} \nabla$

Матричный элемент оператора испускания фотона электроном [3]:

$$V_{fi}(t) = -e \int (\psi^*, \alpha \psi_i) \vec{A}_i^* dV,$$

где ψ^* , ψ_i - волновые функции начального и конечного состояния электрона или позитрона; α - матрицы.

Зависящие от t матричные элементы

$$V_{fi}(t) = V_{fi} e^{-i(E_i - E_f - \hbar \omega)t},$$

где излучение фотона на джозефсоновском переходе с энергией $\hbar \omega = E_i - E_f = \hbar \frac{\partial \phi}{\partial t}$.

Излучение электрона при длине волны $\lambda \geq \xi_0 = l_c$, это возбуждение волновых функций частиц-античастиц физического вакуума с изменением тока джозефсоновского перехода (e^+e^-) пар на электроны, то есть $\nabla J = J_c \sin \nabla(\nabla \phi)$, где $\nabla \phi = \Theta_1 - \Theta_2$ волновые функции конденсата перед и за электроном.

Рассмотрим конденсацию электрон-позитронной (e^+e^-) пары в физический вакуум, основное состояние которого характеризуется функцией v_k^2 , которая представляет вероятность заполнения электрон-позитронными парами ячеек $(\vec{k}, -\vec{k})$, $\vec{k}, -\vec{k}$ - противоположные импульсы.

Двухфотонная аннигиляция [7], конденсация, согласно нашему выводу, пары: $e^+ + e^- = \gamma + \gamma'$, где γ, γ' - фотоны.

Эффективное расчетное сечение

$$\gamma = \frac{\pi c r_0^2 (1 + s s')}{2 |v_+|},$$

где $|v_+| = |v_-|$ - скорость позитрона (и электрона) в системе центра инерции; s и s' - спиновые состояния.

Эффективное сечение зависит от ориентации проекции спинов e^- и e^+ ($s_+ = -s'$).

В нерелятивистском приближении сечение конденсации согласно [7]:

$$\gamma = \frac{1}{4} \sum_{s, s'} \gamma = \pi r_0^2 \frac{c}{v},$$

где $r_0 = \frac{e^2}{m_0 c^2} = 2,81 \cdot 10^{-13}$ см - классический радиус электрона.

В нерелятивистском случае энергия ε квантов равна энергии электрона (позитрона) ($\varepsilon \approx m_0 c^2$).

В ультрарелятивистском случае в системе центра инерции γ -квантов будут равны энергии электрона (позитрона) ($E_+ = c p_+$), и $\cos \phi \approx \pm 1$.

Другой γ -квант получит энергию порядка $\varepsilon \approx m_0 c^2$. При «аннигиляции» медленных позитронов вылетают два фотона в противоположных направлениях с энергией $\approx m_0 c^2$.

Рассмотрим свободные пары электрон и позитрон в состоянии с импульсами \vec{k}, \vec{k}' .

Электрон-позитронные пары в физическом вакууме $(k, -k)$ и $(k', -k')$ не могут участвовать в процессах рассеивания и переходах, и они компенсируют энергию ($2m_0 c^2$) свободных

электрона и позитрона.

Конденсация (e^+e^-) пары происходит при длине когерентности между электроном и позитроном $\xi_0 \leq l_c$, меньше комптоновской длины волны, когда срабатывает потенциал физического вакуума, $W \rightarrow 2|-m_0c^2|$, то есть восстанавливается нарушенная симметрия электрон-позитронных пар возле электрона и позитрона.

До конденсации частица e^- в физическом вакууме забирала парную с противоположным импульсом, и энергия повышалась на $\approx m_0c^2$.

Компенсация энергии e^+ и e^- с переходами импульсов в физическом вакууме: $e^- \rightarrow (-k)$, $e^+ \rightarrow (-k^1)$ и обратно.

Амплитуда конденсации F_k :

$$F_k = \left[\phi_{N+2} \left| a_{k\uparrow}^+ a_{-k\downarrow}^+ \right| \phi_N \right],$$

где ϕ_N – волновая функция физического вакуума.

Область изменения v_k от 0 до 1 имеет ширину ξ_0 , по энергии $\approx m_0c^2$ и по импульсу $\delta k \approx \frac{m_0c}{\hbar}$ и излучает энергию электромагнитных волн компенсирующее поле электрон-позитронных пар с восстановлением симметрии взаимодействия.

Составим энергетический баланс при конденсации электрона с позитроном:

1. $\left(\sqrt{p^2c^2 + m_0^2c^4} - |m_0c^2| \right) - \left(\sqrt{p^2c^2 + m_0^2c^4} - |m_0c^2| \right) \approx 0$.
2. $-m_0c^2 + m_0c^2 \rightarrow \gamma + \gamma' \leftarrow \hbar\omega + \hbar\omega'$, излучение компенсирующего поля физического вакуума.
3. $\left(\sqrt{p^2c^2 + m_0^2c^4} - \sqrt{p^2c^2 + m_0^2c^4} \right) \rightarrow \approx (-2m_0c^2)$ - переход в конденсат.

Таким образом, электрон e^- и позитрон e^+ образовали антисимметричную конденсатную электрон-позитронную пару с противоположными импульсами $(k, -k)$ и спинами $(s_+, -s')$.

Статья поступила в редакцию 18.11.2010 г.

Beltzov R.I., Fedotkin I.M.

On the motion of the electron in the physical vacuum

The coherence length of the electron-positron pairs in the physical vacuum is taken equal to the Compton wavelength, ie $\xi_0 = l_c = 3,86 \cdot 10^{-11}$ cm. That defines a Josephson junction particle-antiparticle with the superfluid current on a moving electron with m_0 and the Lagrange function. Particle wave function $\varphi(x, t) = \sum_i C_i \phi_i(x, t)$

with Josephson junction also determines the ratio of the relativistic mass, energy-momentum of the moving particle.

Keywords: electron, physical vacuum, positron, superfluidity.

Попов В.П., Крайнюченко И.В.

ИНФОРМАЦИЯ И ЭНЕРГИЯ

Проанализированы различные определения информации. Рассмотрены энергетические носители информации, способы восприятия информации.

Ключевые слова: информация, энергия, живая материя, сознание, среда.

В обиходе человеческой речи есть привычные (но малопонятные) категории. Это энергия, информация, время, пространство, вещество, материя. Отражение мира есть сложный, увя, непознанный процесс, осуществляемый организмом (преимущественно мозгом). Попытаемся разобраться с понятиями «вещество», «энергия», «информация».

В переводе с латинского «**information**» означает представление, ознакомление, понятие, разъяснение. В философском энциклопедическом словаре информация толкуется как сообщение, осведомление о положении дел, сведения о чем-либо, передаваемые людьми [1]. Информационное взаимодействие субъекта со средой осуществляется посредством сенсоров (органов чувств), но не сводится к нему.

В «Википедии» информация – это сообщение, но это не определение, а буквальный перевод с латинского языка. В теории информации информацию вводят как математическую функцию, описывающую трансляцию информации по каналу связи, не связывая ее с энергией, материей, пространством и временем. Как видно, информацию связывают с деятельностью людей. Однако можно привести примеры как информация появляется не только в живой, но и в косной материи. Понятие информация более базовое, чем понятие жизнь [2].

Очевидно, что первичное понимание информации возникло в связи с активностью человека, в процессе осознание собственного «Я». Поэтому способность обмениваться информацией допускалась только у сознательных существ. Развитие биологии позволило представить информацию как качество любых живых объектов. Например, растения обходятся без нервной системы. Есть масса фактов, где понятие информация используется для объяснения процессов, протекающих в живом веществе. Нервная клетка – нейрон получает, перерабатывает и выдаёт информацию даже вне головного мозга [3, 4]. Любая клетка живого организма через мембрану передаёт и получает информацию. Гормоны, метаболиты, «путешествуют» по организму как «почтальоны», переносят информацию от клетки к клетке. Иммунная система опознает «врагов» и предпринимает действия по их уничтожению. Биологические системы научились атрибутивную информацию превращать в образы, модели (функциональную информацию).

С развитием кибернетики обнаружено сходство между живыми организмами и искусственными автоматами (неживыми) [5]. Позже информационные процессы разглядели во всех материальных объектах. При этом учёные разделились на два лагеря. «Функционалисты» связывают информацию лишь с живыми объектами и кибернетическими автоматами. Атрибутисты» квалифицируют информацию как атрибут любого материального объекта. [6]. Стало известно, что молекулярные скопления на поверхности твёрдых тел способны узнавать нужные молекулы в хаосе газовых смесей и избирательно совершать различные химические превращения только с ними (гетерогенный катализ). Такими свойствами обладают не только катализаторы, созданные человеком, но и естественные, природные минералы, глины. Есть гипотеза, что именно глины послужили субстратом для синтеза протобионтов [7]. Кристаллы растут, размножаются, т.е. проявляют некоторые свойства живого вещества. Атрибутисты отличают информацию в веществе и в природе от информации в голове наблюдателя. В отличие от функционалистов атрибутисты считают информацию материальной.

На наш взгляд спор между функционалистами и атрибутистами не имеет смысла, т.к. первые изучают и используют в практических целях верхушку айсберга, которая виднее, доступнее и на первый взгляд полезнее. Атрибутисты пытаются заглянуть в корень и увидеть подводную часть айсберга. При этом описания одного и того же объекта выглядят разными и

даже на первый взгляд несовместимыми. Мы покажем, что эти различия кажущиеся.

Ближе всех к атрибутивному пониманию информации, по нашему мнению, подошёл академик В.М. Глушков [8]. В его определении информация - это мера неоднородности распределения материи и энергии в пространстве и времени. Однако мера подразумевает и средство её измерения. То, что можно измерить, то и есть информация? А то, что пока нет возможности измерить – это что?

Кроме того, использование одних неопределённых понятий для объяснения других неопределённостей понятий вряд ли можно назвать объяснением. Пространство само является неоднородным, следовательно, информативным. Время является мерой изменений вещества и материи. Как видно, и пространство и время неоднородны (многомерны), следовательно, содержат информацию. Покажем, как известные информационные процессы атрибутивно связаны с неоднородностями материальных носителей.

На любом материальном носителе информация проявляется, как чередование уплотнений, пятен, полос, слоев, неровностей, намагниченности, наличия зарядов и т.п. Известны магнитные носители информации (ленты, диски, барабаны), где чередуются намагниченные и не намагниченные участки. Чередование уплотнений в воздухе (звуковая волна) также активно используется в живой природе как носитель информации. Волновые процессы и поля, обладающие способностью распространяться на значительные расстояния, также обеспечивают перенос информации. Рентгеновский луч при прохождении через кристалл рассеивается на атомах и изменения в структуре луча несут информацию о строении кристалла [9]. Тень от предмета несет в себе информацию о форме предмета и о его размерах. Свет, прошедший через вещество, сообщает наблюдателю о химическом составе, однородности и мутности вещества [10]. Там, где есть пространство (а оно есть везде), туда органически «вплетается» информация. Неоднородным может быть материальный и полевой субстрат. Физические, химические, биологические поля всегда неоднородны, по каким-либо характеристикам. Поля характеризуется переменными потенциалами, которые можно измерять, следовательно, поля информативны.

По нашему мнению, информация – это любые неоднородности материи и процессов (форма, структура, ритмы, реплики). Неоднородность - это количественная и качественная различимость состояния субстанции средствами некоторого наблюдателя, в том числе и средствами разума. Если объекты не различимы средствами наблюдателя, то из этого нельзя делать вывод об их идентичности. Просто различия (информация) недоступны наблюдению. Абсолютно однородная среда (гипотетическая) не содержит информации. Поэтому одним из основных механизмов работы сознания является сравнение объектов окружающего мира для их различения. Двухзначная логика либо отождествляет два пространственных объекта, либо противопоставляет их.

Для того, чтобы сравнить два объекта, механизм сравнения должен иметь память. Он должен помнить состояние объекта А, чтобы сравнить его с объектом В. Чтобы воспринять ход времени на циферблате часов, нужно фиксировать настоящее положение стрелки и помнить предыдущее её положение. Чтобы воспринимать пространство через систему координат, нужно помнить и сравнивать положение разных точек на координатных осях. Итак, восприятие пространства, времени, информации без наличия памяти невозможно. Ниже мы покажем, что отсутствие человека не исключает наблюдателя (приёмника информации), т.е. памятью обладает и живое, и неживое вещество. В связи с этим рассмотрим восприятие функциональной информации.

Процесс обработки информации в головном мозге сводится к сопоставлению информации, полученной из внешней среды, с информацией, хранящейся в памяти внутренней. Если мы имеем дело со словом, то информационная ёмкость его зависит от объема внутренней памяти. Количество образов, вызванных словом, зависит от эрудиции человека. Для восприятия информации необходима определенная настройка приёмника сигнала (хотя бы знание языка).

В ходе эволюции живых и разумных систем информация приобрела сигнальный характер. Функциональная информация тесно связана с кодированием, т.е. представлением одного и того же смыслового содержания в различном виде. Сигнал - это код, запускающий программу считывания информации из памяти приёмника информации. Подразумевается, что приёмник информации уже содержит знания о содержании сигнала. Без кодирования передать информа-

цию в структуры мозга невозможно. Информация при кодировании становится виртуальным спутником материи и энергии.

Сущность информации выявляется посредством декодирования в мозге. Механизм декодирования связан с базой данных (память) в мозге. Например, слово «пожар» или звук сирены вызывают адекватную реакцию только в том случае, если было проведено предварительное обучение. Если слово пожар произнести на непонятном языке, то реакции не будет. Перенос информации с носителя на другой носитель, изменение языка кодирования не искажает суть информации только в том случае, если одновременно осуществляются адекватные манипуляции с мозгом, с системой декодирования.

Можно привести механическую аналогию «ключ-замок». Замок можно открыть только своим ключом. Ключ – это язык, который должен понимать замок. Чтобы замок открывался разными по форме ключами, он должен иметь возможность изменять своё устройство. Если предусмотреть сканирующее устройство, которое ищет возможность соответствовать вставленному ключу, то перекодирование ключей вызовет перекодирование замка. Появится замок «полиглот».

Дискутируется вопрос, является ли информация материальной? Если речь идёт об атрибутивной информации, т.е. неоднородностях материального субстрата, то информация материальна. Следует особо подчеркнуть, что информация в пустоте не существует. Информация всегда связана с материей и вне материи существовать не может. Когда ставят канцелярскую печать, то оттиск сразу появляется на бумаге, и нет стадии, когда информация уже «ушла» со штемпеля и еще не «прибыла» на бумагу. Будучи атрибутивно связанной с материей, информация должна считаться материальной.

Другое дело функциональная информация. Атрибутивная и функциональная информация различаются только человеком. Клинопись на глиняных пластинах может рассматриваться как атрибутивная принадлежность пластин. И только после расшифровки она превращается в функциональную информацию (смысл, содержание). Для перевода атрибутивной информации в функциональную требуется биологическое устройство (мозг с его памятью и знаниями). Для того чтобы кольца на срезе дерева стали раскрывать прошлые погодные условия, потребовалось накопление знаний человечеством. Докажем нематериальность функциональной информации.

Поскольку два субъекта имеют разные мировоззрения, то без предварительной договоренности для описания одного и того же потока информации они используют разные способы декодирования. Это создаёт принципиально неустранимую субъективность при «чтении» атрибутивной информации. Один и тот же материальный поток в виртуальной сфере будет превращаться в разные модели, разные сущности, разные образы [2]. Таким образом, функциональная информация нематериальна, субъективна. Для превращения атрибутивной информации в функциональную требуется «наблюдатель». Этот вывод не означает, что в роли наблюдателя может выступать только живое вещество.

Наблюдатель воспринимает информацию, поступающую вместе с потоком вещества – энергии, перерабатывает её и реагирует. Таким наблюдателем может стать, например, атом. Он поглощает фотоны, возбуждается и излучает другие фотоны. Он поглощает не все фотоны, а только «резонансные». В его структуре заложены правила взаимодействия с фотонами (жёсткая программа, системная память). Разные атомы настроены на «общение» с разными фотонами. Взаимодействующие атомы выступают в роли и передатчика, и приёмника информации (информационное взаимодействие). Нейроны мозга также «разговаривают» друг с другом.

Чем проще вещество, тем лаконичнее язык общения. По мере усложнения вещества количество программ поведения увеличивается. Появляются альтернативы (бифуркации). Молекула обладает большим числом программ поведения по сравнению с атомом. Она может реагировать с разными веществами, при определённых условиях, но может и не реагировать. Клетка в микромире чемпион по выбору программ поведения. Мозг – это устройство для информационного общения, но всё же с ограниченными возможностями. **Таким образом, стирается грань между атрибутивной и функциональной информацией. Информация – это совокупность неоднородностей на любых носителях, а наблюдателем является окружающая среда.**

Концепция неоднородностей позволит нам лучше понять связь энергии с информацией. Такая концепция не только закладывает информацию в фундаментальные основы Мира наряду с пространством, энергией, массой, но и раскрывает природу информации. Информация – это «рябь» на материальном пространстве. Движущаяся материя переносит информацию. Для движения нужна энергия. Помимо того, что материя, энергия и информация взаимосвязаны, они еще оказывают влияние друг на друга. Таким образом, доказывается триединство Вещества, Энергии, Информации (ВЭИ) [12, 13]. Рассмотрим примеры.

Очевидно, энергия может влиять на информацию. Например, при **высокой температуре плавится металл**, при воздействии высокого давления и температуры углерод преобразуется в алмаз. Это примеры воздействия энергии на структуру вещества (атрибутивную информацию). Затратив энергию, можно убрать с глиняных табличек шумерские письмена. Затратив энергию можно создать письмена. Таким образом, связь между энергией и информацией можно считать установленной, но энергетический эквиваленте перехода информации в энергию и наоборот отсутствует. Рассмотрим влияние информации на энергию.

Энергия в любой системе при определённых условиях способна совершать работу. Различают потенциальную энергию, зависящую от положения или состояния тела, и кинетическую энергию, то есть энергию движения. Работа – это произведение силы на путь перемещения ($A=FS$). В большинстве ситуаций людей интересует не энергия, а совершаемая работа.

Может ли информация (неоднородности) превращаться в работу непосредственно. Можно ответить утвердительно и обосновать примерами. Водопад тем больше совершит работы, чем больше перепад высоты, с которой он падает. Заряженная частица, перемещаясь в электрическом поле, совершит больше работы, чем больше градиент электрического поля. При сгорании литра жидкости энергии выделится больше, чем при сгорании литра газа, т.к. жидкость плотнее чем газ.

Информация может **экономить энергию**. Сила трения препятствует перемещению, уменьшает работу. Сила трения зависит от неровностей скользящих поверхностей. Уменьшение неровностей (полировка) снижает силу трения, повышая к.п.д. машины.

Свойства зеркала зависит от качества полировки его поверхности. Если зеркало является частью преобразователя солнечной энергии, то «расфокусировка» луча (рассеяние луча на неровностях) снижает к.п.д.

Способность превращать энергию газа в работу зависит от величины энтропии. Чем меньше различий между частями объёма газа, тем выше энтропия, тем меньше можно совершить работы.

Кумулятивный снаряд концентрирует энергию на малой площади брони и это позволяет её прожигать. Защитные технологии стремятся распределить энергию снаряда на большую поверхность. Нож режет благодаря концентрации давления на лезвии. Различная подвижность стенок цилиндра паровой машины позволяет превращать тепло в работу. Поршень – единственная подвижная часть цилиндра. Если его зафиксировать, то движение машины прекратиться.

Храповое колесо в часах может вращаться только в одну сторону, поэтому симметричные колебания маятника превращаются в одностороннее движение стрелок (работа).

Информация рационализирует потоки энергии, снижает затраты. В ходе эволюции жизни перенос информации потоками жидкости (кровь, лимфа) дополнился целеустремлёнными нервными волокнами.

Различные конструкции, благодаря своим организованным формам, приобретают полезные функции. Любая структура – это неоднородности ВЭИ. Комок глины содержит меньше неоднородностей (информации), чем вылепленная из него скульптура.

Для того, чтобы информация «заработала» в области экономии энергии, количество информации должно быть выше некоторого минимального предела. Избыток информации также малоэффективен. Разрушая раковую опухоль, стараются использовать лучи минимальной (достаточной) энергии. Превышение энергии может убить организм. «Очевидно, что информация всегда существует в сцеплении только с теми материально-энергетическими средствами, при помощи которых осуществляется её запись, передача, хранение или преобразование» [11].

Итак, в простейших проявлениях информации изменяются процессы движения материи, что влияет на совершение работы. В более сложных системах организуются потоки энергии, повышается к.п.д. Таким образом, осуществляется связь энергии с информацией и это давно используется живым веществом (особенно разумным). Информация наряду с материей и энергией является третьей фундаментальной сущностью. Информационные ресурсы, в отличие от материальных, энергетических являются воспроизводимыми ресурсами [11].

Но и информация не является вечной. Реплицируется и транслируется не вся атрибутивная информация, а только ее часть. **Количество оперативной информации всегда меньше, чем атрибутивной.** Каждая реплика уменьшает количество передаваемой информации. Суперпозиция информации происходит не аддитивно. При этом «зашумляется» часть информации, полученной на более ранних этапах взаимодействия. Поэтому мнение некоторых авторов, что в эволюции информация предшествовала материи, сомнительно, т.к. эмпирический опыт этого не подтверждает. Первичный материальный субстрат и «записанная» в нём атрибутивная информация развивались (проявление энергии) по сценарию, который позже стал известен разумным существам. Вещество, энергия и информация сосуществовали всегда. Это триединство [12, 13]. Эволюция – это когерентное развитие и вещества, и энергии, и информации. К сожалению, теория эволюции игнорирует этот факт, рассматривает только эволюцию вещества.

Возможности функциональной информации постоянно увеличиваются. Функциональная информация живых организмов вместо адаптации может изменять среду обитания. «Знал бы, где упадёшь, – соломку бы постелил». Целеустремлённость требует точных знаний.

Коэффициент преобразования информации в энергию очень разный. Например, одно слово может привести в действие целые армии с громадными энергетическими ресурсами. Описано много физиологически активных соединений, как токсичных, так и стимулирующих, которые очень сильно влияют на состояние организма в ничтожно малых количествах, близких к единичным молекулам (феромоны насекомых, гормоны высших животных, некоторые лекарства, отравляющие вещества, вакцины). Очевидно, преобразование информации в энергию сильно зависит от параметров приёмника информации и состояния окружающей среды. В этом случае реакция мозга порождается не количеством вещества и энергии, а формой (информацией). В этой области предстоит много работать, чтобы установить нелинейные зависимости энергии от структуры и формы материи (информации).

В связи с рассматриваемой темой невозможно не затронуть самые неизведанные уровни мира и его начало. Большинство представлений сводятся к модели Демокрита, в которой атомы витают в пустоте. Что считать атомом, до сих пор неизвестно. Внимание исследователей сосредоточено на частичках эфира, физического вакуума и т.п. Им присваивают разные свойства и названия, но остаётся неизменным их подвижность. Перемещение требует пространства, опять пустого пространства. Дискретность и подвижность является атрибутикой материи (информация). Вещество возникает как интеграция подвижных «атомов», (модель вихря), следовательно, между ними должно быть взаимодействие, но как оно распространяется через пустоту? Ни одна атомарная модель не решает этого противоречия. Нужна модель, которая позволяет перемещаться в любую точку вселенной, не пересекая пустоты. Такая модель создана Демьяновым [14]. Вселенная представляется как плотный клубок нитей. Волны возмущений (движение) распространяются вдоль нитей. Стоячие волны суть элементарные частицы. Пространство - это области, куда можно кое-что поместить. Если туда ничего поместить нельзя, то это уже не пространство. В клубке нитей между нитями ничего поместить нельзя, следовательно, исчезает пустое пространство. При этом сохраняется дискретность, подвижность, информативность субстрата. Подвижность может быть в виде колебаний или волновых перемещений.

Возвращаясь к триединству ВЭИ можно не без основания предположить, что на тонких уровнях материи различия между веществом, энергией, информацией стираются. Развитие материи, энергии и информации делает более заметным их различие. Прибегнем к метафоре. Шар содержит меньше атрибутивной информации, чем, например, куб или многогранник. Шарообразность - атрибут протоматерии, ограниченность появляется в результате эволюции. Грани симболизируют разные свойства.

Таким образом, нам удалось объединить единой концепцией все виды информации.

Функциональная информация столь же атрибутивна, насколько атрибутивная информация функциональна. Обоснована реальность преобразования энергии посредством информации (неоднородностей).

Л и т е р а т у р а :

1. Философский энциклопедический словарь. — М.: Сов. энциклопедия, 1983.
2. Шулюпин О.К. Пути изменчивости и эволюция живых систем.
3. Хьюбел Д. Мозг. — М.: Мир, 1984.
4. Трошин А.С., Трошина В.И. Физиология клетки. — М.: Просвещение, 1979.
5. Винер Н. Кибернетика: или управление и связь в животном и машине. — М.: Наука, 1983.
6. Абдеев Р.Ф. Философия информационной цивилизации. — М.: ВЛАДОС, 1994.
7. Кернс-Смит А. Дж. Первые организмы. // В мире науки. — 1985. — №8. — с.416.
8. Глушков В.М. О кибернетике как науке. Кибернетика, мышление, жизнь. — М.: Наука. 1964.
9. Мартынов М.А., Вылегжанина Т.Я. Рентгенография полимеров. — Л.: Химия, 1972.
10. Коренман Я.И. Практикум по аналитической химии. — Воронеж, ВГУ. 1989.
11. Калашиков Ю.Я. «Триада жизни (вещество, энергия, информация)». // SciTecLibrary.ru; 14.08.2007. Сайт: <http://new-idea.kulichki.com/>.
12. Ляпунов А.А. Проблемы теоретической и прикладной кибернетики. — М.: Наука. 1980. —С. 320–323.
13. Попов В.П. Крайнюченко И.В. Глобальный эволюционизм и синергетика ноосферы. — Эссенуки. ИЕУБП. 2003. (holism.narod.ru)
14. Демьянов В.В. Эвалектика ноосферы. — Новороссийск. 2001.

Статья поступила в редакцию 08.08.2014 г.

Popov V.P., Krajnuchenko I.V.

Information and energy

It is analyzed the different definitions of information. Energy storage media and ways of perceiving information are considered.

Keywords: information, energy, living matter, consciousness, environment.

The new scientific journal "Physics of Consciousness and Life, Cosmology and Astrophysics"

Subscription:

- by Joined Federal catalogue of periodic publications "Pressa Rossii", index 15087 in Russia;
- by catalogue "Presa", index 21819 in Ukraine.

The journal is issued by Physical Department of International Socionics Institute with a support of International Academy of Science and Culture (USA) and Sonic Palmor Group, LLC (USA). Periodicity of issue is one volume per three months (4 per year).

Main themes of the articles:

- Quantum measurements and consciousness of the observer;
- Problem of the Universe evolution: a cosmology, astrophysics and anthropic principle;
- Information and thermodynamic processes in biological and mental structures;
- New concepts in the physical description of live substance;
- Physical models of mental processes;
- Interaction of consciousness with the physical world; psycho-informational structures;
- Physics of life; biophysics; synergetics;
- Superweak interactions in live systems;
- Physical effects of supersmall concentration in liquids;
- Quantum, molecular and biological computing systems;
- Life in the Universe, its possible forms (astro-biology); search of extra-terrestrial life (SETI);
- Physics of the anomalous phenomena;
- Influence of solar radiation, interplanetary and other fields on biological and social processes.

**The editorial board invites
the authors of theoretical and experimental studies
on these and adjacent problems to co-operation.**

Editorial board:

Dr. A. V. Boukalov (editor-in-chief) (Ukraine); Prof. G. D. Berdyshev (Ukraine); Prof. N. A. Chernyshev (Russia); Ya. A. Dubrov (Ukraine); Prof. G. N. Dulnev (Russia); Prof. V. V. Gritsak-Groener (USA); Prof. O. A. Goroshko (Ukraine); Prof. V. P. Kaznatcheyev (Russia); Dr. L. I. Konopaltzeva (Ukraine); Prof. K. G. Korotkov (Russia); Dr. M. V. Kurik (Ukraine); Prof. V. P. Oleinik (Ukraine); Dr. A. F. Pugach, (Ukraine); Prof. S. V. Sorvin (Russia); Prof. A. V. Trofimov (Russia); Prof. I. Z. Tsekhmistro (Ukraine); Dr. V. Valenzi (Italy).

✉: **International Socionics Institute**
a/s 23, Kiev-206, Ukraine, 02206

☎: **(+38044) 558-09-35**

e-mail : **physics @ socionic.info**

http://physics.socionic.info

Vol. 14 №

3

2014

P
h

Physics
of consciousness
and life,
cosmology
and astrophysics
