

**С.С. Воронков**

# **ОБЩАЯ ДИНАМИКА**

**Псков  
«Квадрант»  
2008**

**ББК 22.31**

**В75**

**УДК 530.1**

**Воронков С.С.**

**В75** Общая динамика. – Псков: Квадрант, 2008. – 155 с.

Общая динамика – интегрирующая наука, включающая классическую, квантовую, релятивистскую механики, электродинамику Максвелла и др.

В основе построения теории лежит признание мировой среды. Определены физические свойства этой среды. Получены уравнения динамики вакуума, представляющие собой нелинейное обобщение уравнений электродинамики Максвелла для вакуума, дополненные уравнением непрерывности и формулой для скорости света.

Уточняются первичные понятия: масса, заряд, тяготение, силы инерции и др. Получено следующее приближение закона тяготения Ньютона. Анализируется возможность перемещения тел за счет сил инерции.

Дается динамическая интерпретация квантовой механики. Рассматриваются квантовые эффекты на макроуровне, причины вращения Земли вокруг своей оси.

**В75**

© С.С. Воронков, 2008

© Квадрант, 2008

## Содержание

<b>Предисловие.....</b>	<b>5</b>
<b>Глава 1. Основные понятия.....</b>	<b>6</b>
1.1. Нелинейность как новая парадигма.....	6
1.2. Принцип единства мира.....	15
1.3. Пространство, время.....	15
<b>Глава 2. Базис общей динамики .....</b>	<b>18</b>
2.1. Классическая механика.....	18
2.2. Квантовая механика.....	19
2.3. Релятивистская механика.....	21
2.4. Электродинамика Максвелла.....	23
2.5. Альтернативные теории.....	24
<b>Глава 3. Свойства мировой среды.....</b>	<b>26</b>
3.1. Что представляет собой мировая среда?.....	26
3.2. Плотность.....	35
3.3. Магнитное поле.....	38
3.4. Заряд.....	41
<b>Глава 4. Уравнения динамики вакуума.....</b>	<b>45</b>
4.1. Нелинейность уравнений.....	45
4.2. Векторный и скалярный потенциалы.....	47
4.3. Основная система уравнений.....	48
<b>Глава 5. Механика.....</b>	<b>56</b>
5.1. Масса и второй закон Ньютона.....	56
5.2. Закон всемирного тяготения.....	61
5.3. Уточнение закона тяготения.....	64
5.4. Силы инерции.....	70
5.5. Третий закон Ньютона.....	74
5.6. Перемещение тел под действием сил инерции.....	76
<b>Глава 6. Электродинамика.....</b>	<b>87</b>
6.1. Понятие поля.....	87
6.2. Вакуум как диэлектрик.....	88

6.3. Сила Николаева.....	96
<i>Глава 7. Квантовая механика.....</i>	<i>103</i>
7.1. Уравнение Шредингера.....	103
7.2. Динамическая интерпретация квантовой механики.....	109
7.3. Красное смещение.....	110
7.4. Квантовые эффекты на макроуровне.....	114
7.4.1. Молния.....	116
7.4.2. Смерч.....	117
7.4.3. Магнитное поле Земли.....	119
<i>Глава 8. Вращение Земли.....</i>	<i>125</i>
8.1. Уравнения, описывающие вращение Земли	126
8.2. Неравномерность вращения Земли.....	130
8.3. Подтверждения многократного изменения скорости вращения Земли.....	135
8.3.1. Вращение и магнитное поле Земли...	135
8.3.2. Теория катастроф Кювье.....	139
8.3.3. Религии и мифологии народов мира..	140
8.4. Прогноз на будущее.....	143
<b>Заключение.....</b>	<b>147</b>
<b>Литература.....</b>	<b>149</b>

## Предисловие

Предлагаемая вашему вниманию монография является результатом обобщения работ /1,2,3,4,5,6/, опубликованных в период моего заведования кафедрой теплотехники и гидравлики с 1991 по 2007 годы в Псковском государственном политехническом институте. В Ленинградском политехническом институте (ныне – Санкт-Петербургский государственный политехнический университет), который я закончил в 1979 году и филиалом которого до 2004 года был Псковский политехнический институт, на протяжении всего XX века среди части специалистов технических специальностей существовало критическое отношение к теории относительности. Назову такие известные имена, как В. Ф. Миткевич, Т. А. Лебедев, А. А. Денисов, точка зрения которых по этому вопросу отражена в их работах /7,8,9/.

Но с другой стороны, теория относительности, разработанная А. Эйнштейном, во многих областях знаний получила опытное подтверждение. Поэтому, если мы хотим перестроить теорию, то должны при этом сохранить её положительные достижения. Чем руководствоваться при построении теории, что выбрать в качестве главного метода? Ответ на это дают работы Дж. К. Максвелла, который широко использовал при построении своей теории метод электрогидродинамических аналогий. Это была отправная точка моих рассуждений, а что из этого получилось, судить вам.

Хочу поблагодарить коллег по работе, друзей, и особенно, мою жену Лену, за поддержку при написании этой книги. Также благодарю инженеров Г. А. Дударева и Д. С. Воронкова за техническую помощь при проведении экспериментов и подготовке рукописи.

С.С. Воронков

## *Глава 1. Основные понятия*

В этой главе отражены основные философские взгляды, лежащие в основании построения интегрирующей теории.

### **1.1. Нелинейность как новая парадигма**

Нелинейность стремительно ворвалась в нашу жизнь. Во многих дисциплинах, таких как теория колебаний и волн, гидродинамика, синергетика, глобальная экология и др. мы встречаемся с нелинейностью в уравнениях, описывающих реальный мир. В философии заговорили о нелинейном мышлении, нелинейном письме.

Смысл слова нелинейный на обыденном уровне можно передать словами: сложный, непредсказуемый. И как ни парадоксально, на сегодня философия и религия точнее, чем наука, отражают сложность, непредсказуемость реального мира. Наука, начиная с Г. Галилея, в мировоззренческом плане – линейна. Революция в физике в начале XX века, выразившаяся в создании специальной теории относительности (СТО), закрепила линейный подход в науке и, тем самым, еще более удалила ее от реальности.

В конце XX века произошло осознание сложности, непредсказуемости реального мира, его нелинейности. Произошла смена парадигмы науки. Прежняя парадигма, в основе которой лежали идеи СТО, исчерпала свои положительные возможности. В специальной теории относительности был найден единственно верный формально – математический подход, который, беря за основу линейные уравнения для покоящихся сред и привлекая преобразования Лоренца, позволяет получить, в некоторых частных случаях, верные реше-

ния. Но недостатком такого подхода является утрата нелинейных членов в уравнениях. В СТО за основу берутся уравнения Максвелла для покоящихся сред. У Максвелла эти уравнения более общие, и они содержат нелинейные члены.

Выход из сложившейся ситуации лежит в воссоздании целостной картины мира, присутствующей в античной парадигме науки, в возврате к идее мировой среды. Ближе всех, в наше время, к этой картине мира подошел Дж. К. Максвелл. Нужно вернуться к Максвеллу и пересмотреть многие положения в физике.

Что же представляет собой нелинейность с математической точки зрения?

С линейными и нелинейными функциями мы знакомимся в курсах математики средней школы /10/.

Линейной называют функцию /10/

$$y = ax + b, \quad (1.1)$$

где  $x$  – аргумент,  $a$  и  $b$  – константы.

В случае  $b=0$  получим прямо пропорциональную зависимость

$$y = ax. \quad (1.2)$$

График линейной функции есть прямая.

Значение линейной функции при описании физических процессов огромно, так как многие процессы, в первом приближении, описываются линейными зависимостями.

Рассмотрим в качестве примера систему, состоящую из шарика массы  $m$ , подвешенного на пружине, массой которой можно пренебречь по сравнению с  $m$  (рис.1.1).

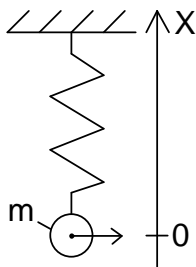


Рис. 1.1

Пусть сила упругости пружины  $F$  связана со смещением из положения равновесия линейной зависимостью

$$F = -kx, \quad (1.3)$$

где  $k$  – коэффициент жесткости пружины.

Знак "-" показывает, что сила  $F$  всегда направлена к положению равновесия.

Уравнение движения шарика запишется

$$m\ddot{x} = -kx. \quad (1.4)$$

Введя обозначение

$$\omega_0^2 = \frac{k}{m}, \quad (1.5)$$

запишем (1.4) в виде

$$\ddot{x} + \omega_0^2 \cdot x = 0. \quad (1.6)$$

Здесь  $\omega_0$  – круговая собственная частота.



Уравнение (1.6) – однородное линейное дифференциальное уравнение второго порядка, описывающее свободные колебания системы с одной степенью свободы.

В качестве еще одного примера линейной системы приведем колебания математического маятника в случае малых амплитуд (рис.1.2).

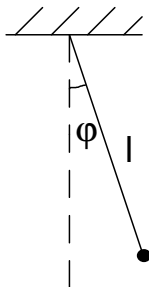


Рис. 1.2

Уравнение колебаний запишется /11/

$$\ddot{\varphi} + \frac{g}{l} \varphi = 0, \quad (1.7)$$

где  $\varphi$  – угол отклонения;  $g$  – ускорение свободного падения;  $l$  – длина маятника.

XIX век – век бурного развития наук о природе: термодинамики, гидродинамики, теории упругости, электричества и магнетизма и др. Интенсивно в этот период развивалась и интегрирующая наука – теория колебаний и волн, увенчанная выходом в свет замечательной монографии Рэля "Теория звука" /12/. Уже в этом труде Рэлей анализирует различные нелинейные системы: автоколебательные, уравнения с переменными коэффициентами. Но в целом особенностью

теории колебаний и волн этого периода является линейность рассматриваемых задач. Большинство полученных решений линейных дифференциальных уравнений давали прекрасное совпадение с реальностью. Это укрепляло уверенность в приемлемости такого подхода, и, по существу, он перешел на уровень интуитивного.

Но как справедливо отмечается в /13/: "...в большом числе случаев линеаризация системы, хотя и осуществляемая путем пренебрежения весьма малыми величинами, дает грубое, упрощенное представление действительных процессов с количественными результатами, иногда неприемлемыми даже в ориентировочных расчетах".

Все реальные системы являются нелинейными. Линейность есть результат упрощения реальной системы.

В настоящее время теория нелинейных колебаний и волн значительно продвинулась вперед /14/. В чем же отличие линейных систем от нелинейных?

Нелинейные системы описываются нелинейными дифференциальными уравнениями, в которых неизвестная функция или ее производные входят в степени, отличной от первой. Это приводит к качественному, принципиальному отличию нелинейных систем от линейных. В то же время, значительно усложняется решение нелинейных уравнений, так как в большинстве случаев они не имеют аналитических решений. В качестве примера нелинейной системы приведем колебания математического маятника без ограничений амплитуды. Уравнение колебаний в этом случае запишется /11/

$$\ddot{\varphi} + \frac{g}{l} \sin \varphi = 0. \quad (1.8)$$

Рассмотрим подробнее класс систем, занимающих промежуточное положение между линейными и нелинейными сис-

темами. Это системы, описываемые линейными дифференциальными уравнениями с периодическими коэффициентами.

Важность этого класса систем обусловлена тем, что к линейным дифференциальным уравнениям с переменными коэффициентами приводят задачи об устойчивости периодических решений нелинейных систем, рассматриваемые в первом приближении /13/.

В качестве примера этого класса систем рассмотрим математический маятник с периодически изменяющейся длиной /15/

$$l = l_0 \left( 1 + \frac{a}{l_0} \cos pt \right), \quad (1.9)$$

где  $l_0$  – средняя длина маятника;  $a$  – амплитуда изменения длины маятника;  $p$  – частота изменения длины маятника.

В предположении, что амплитуды колебания маятника малы:  $\sin \varphi \approx \varphi$  и  $a/l_0 \ll 1$ , уравнение колебаний запишется /15/

$$\ddot{\varphi} + \frac{g}{l_0 + a \cos pt} \varphi = 0. \quad (1.10)$$

Эти колебания называются также параметрическими. Уравнение (1.10) является линейным дифференциальным уравнением с периодическим коэффициентом. В общем случае, если коэффициент в уравнении изменяется по гармоническому закону с частотой  $p$  и глубиной модуляции  $n$ , уравнение запишется

$$\ddot{x} + \omega_0^2 (1 + n \cdot \cos pt) x = 0. \quad (1.11)$$

Уравнение (1.11) называется уравнением Матье.

Рассмотрим подробнее уравнение Матье с диссипативным членом /16,17/

$$\ddot{x} + 2\delta\dot{x} + \omega_0^2(1 + n \cdot \cos pt)x = 0, \quad (1.12)$$

где  $\delta$  – коэффициент демпфирования.

Особенность уравнения (1.12) заключается в том, что при определенных соотношениях параметров его решения неограниченно возрастают во времени. Области в пространстве параметров, при которых решения неограниченно возрастают, называют областями неустойчивости - областями параметрического резонанса. Приведем графики областей неустойчивости, полученные в 1927 г. А.А. Андроновым и М.А. Леонтовичем /16/ для уравнения (1.12) (рис.1.3)

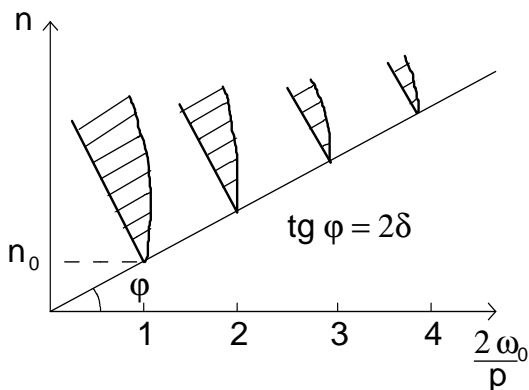


Рис. 1.3

Заштрихованные области – области неустойчивости. Первая заштрихованная область – главная область неустойчивости. При наличии потерь вершины областей неустойчивости поднимаются. Они лежат на прямой, которая составляет угол

$\varphi = \arctg 2\delta$  с осью абсцисс. Заштрихованные области соответствуют нарастающему процессу с частотой  $\omega = \nu p/2 \approx \omega_0$ , ( $\nu = 1, 2, 3, \dots$ ). Наиболее существенный факт состоит в том, что уравнение (1.12) имеет возрастающее решение лишь при достаточно больших значениях параметра  $n$ . Так, для главной области неустойчивости, неустойчивость возможна лишь при  $n > n_0$ , где  $n_0$  /17/

$$n_0 = \frac{4\delta}{\omega_0}. \quad (1.13)$$

При значениях  $n < n_0$  колебания будут затухающими.

Таким образом, параметр  $n_0$  является бифуркационным параметром, определяющим точку разветвления решений.

Особенность параметрических систем состоит также в том, что здесь нет явной внешней силы, приводящей к резонансу. Энергия извне поступает в систему "скрытно", через параметр. Классическим примером параметрических колебаний является раскачивание качелей /15/. Качели можно представить в виде математического маятника переменной длины, описываемого уравнением (1.10). Качели раскачивают, приседая и поднимаясь в такт с качаниями, что равносильно изменению длины маятника.

Итак, выделим следующие важные свойства нелинейных систем.

1. При определенных соотношениях параметров нелинейной системы происходит потеря устойчивости, параметрический резонанс.
2. Особенности нелинейной системы начинают проявляться при переходе через определенное пороговое, критическое значение параметров. Именно благодаря этому свойству

нелинейных систем, применимо линейное приближение. Природа как бы скрывает от нас нелинейность, которая тут же проявляется при превышении критического значения параметров.

3. Любые физические константы - лишь первое приближение к реальности. Все они могут зависеть от различных факторов. Так как весьма незначительные изменения констант в уравнениях приводят к качественным изменениям решений, у нас нет оснований принимать их постоянными. Тем более, что никогда нельзя доказать неизменность констант за пределами точности эксперимента.

При построении интегрирующей теории будем использовать, наряду с другими, метод нелинейности, суть которого сводится к следующему.

**Метод нелинейности.** В основе метода лежит осознание сложности, непредсказуемости реального мира, его нелинейности. Это осознание позволяет сформулировать следующие два положения:

1. линейные законы, описывающие мир, являются лишь первым приближением к реальности;
2. физические константы, линеаризирующие законы, также являются первым приближением к реальности.

Метод нелинейности указывает путь в познании природы, заключающийся в уточнении существующих законов и физических констант, позволяющих вскрыть сложность, непредсказуемость реального мира, его нелинейность. При построении интегрирующей теории важны не сами законы, а отклонения от них.

## 1.2. Принцип единства мира

В качестве философской основы построения теории примем принцип единства мира, согласно которому, во-первых, мир материален, и в любой части мира структурные единицы материи одинаковы и, во-вторых, в мире существует всеобщая связь вещей и процессов. Объединяющим началом выступает мировая среда – физический вакуум (эфир), "заполняющая" все пространство. Пустого пространства не существует. Это пространство Декарта, отождествляемое с протяженностью материи. Мир един и взаимосвязан. Следовательно, теория, описывающая этот мир, также должна быть единой.

## 1.3. Пространство, время

**Пространство.** Концепция мировой среды позволяет ввести, по крайней мере, в философском смысле, абсолютную систему отсчета, связанную с самой средой. Действительно, признавая реальность существования мировой среды, мы тем самым упраздняем пустое пространство. Все пространство заполнено мировой средой. То есть это пространство Декарта, которое отождествляется с протяженностью материи. Следовательно, мы можем связать с этой средой систему отсчета. Но эта среда подвижна. В этом случае задача введения абсолютной системы отсчета несколько усложняется, но она решается.

Для введения абсолютной системы отсчета поступим так, как это делается в механике сплошной среды в случае подвижной среды /18/. Введем две системы:  $x^1, x^2, x^3$  - систему отсчета наблюдателя и сопутствующую систему -  $\xi^1, \xi^2, \xi^3$ ,

совпадающую в начальный момент времени с первой. Сопутствующая система отсчета представляет собой лагранжевы координаты индивидуальных точек мировой среды. Система координат, связанная с частицами мировой среды, с течением времени будет изменяться, так как среда подвижна. "Выбор такой системы координат, – как отмечает Седов, – в любой данный момент времени в нашей власти, но в последующие моменты она уже не подвластна нам, так как она "вморожена" в среду и деформируется вместе с ней".

Зная законы движения каждой точки мировой среды

$$\xi^i = \xi^i(x^1, x^2, x^3, t) \quad i = 1, 2, 3, \quad (1.14)$$

мы сможем определить положение мировой среды в системе отсчета наблюдателя

$$x^i = x^i(\xi^1, \xi^2, \xi^3, t) \quad i = 1, 2, 3 \quad (1.15)$$

и тем самым однозначно задать абсолютную систему отсчета  $x^1, x^2, x^3$ .

Такой выбор системы отсчета соответствует, фактически, выбору в качестве абсолютной системы фиксированного положения мировой среды во вселенной при известном законе изменения последующих состояний.

Ясно, что реализовать на практике такой подход весьма сложно, так как для этого потребовалось бы проследить все существующие связи во вселенной, но теоретически, в философском смысле, он позволяет ввести абсолютную систему отсчета.

**Время.** В понятии времени необходимо выделить понятие длительности. Время, как длительность, это свойство материи. Из принципа единства мира следует, что в любой части



мира существует эталон длительности – атомные часы. Но понятие времени шире, оно включает также порядок последовательности событий. Согласно принципу единства мира, в мире существует всеобщая связь вещей и процессов. Следовательно, всегда можно выделить такое состояние мира, которое предшествует последующему состоянию. Это состояние мы и называем одновременным. Как точно отмечает Дж. Уитроу /19/: "...мы считаем события одновременными не потому, что они приходятся на один и тот же момент времени, а поскольку они совместно происходят". Как отметил Дж. Ганн /19/: "мы устанавливаем время из событий, а не наоборот". Наличие в любой части мира эталона длительности и всеобщей связи процессов, то есть абсолютной одновременности, позволяет говорить об абсолютном времени.

## *Глава 2. Базис общей динамики*

Общая динамика – интегрирующая наука, включающая в себя как составные элементы классическую, квантовую, релятивистскую механики, электродинамику Максвелла и др. Построение интегрирующей науки позволит устранить существующие противоречия в частных науках и продвинуться вперед в понимании природы.

В этой главе будут рассмотрены проблемы, существующие в классической, квантовой, релятивистской механиках, электродинамике Максвелла и др., которые не могут быть разрешены в рамках этих частных наук.

### **2.1. Классическая механика**

В основе классической механики лежат три закона Ньютона и закон всемирного тяготения /20/, в которых определены инертная и гравитационная массы. Но в рамках классической механики не удастся обосновать равенство инертной и гравитационной масс, понять причины сил тяготения. Как отмечает Максвелл /21/: "...одно из первых, если не самое первое, требование полной теории материи есть объяснение, во-первых, массы и, во-вторых, тяготения".

Законы Ньютона выполняются в инерциальных системах отсчета. В неинерциальных системах отсчета для пользования вторым законом Ньютона в него необходимо ввести дополнительно переносные и кориолисовы силы инерции. Этот прием выглядит искусственно и требует дополнительных обоснований. Что представляют собой силы инерции, фиктивны или реальны они? Выполняется ли третий закон Ньютона для сил инерции? Это вопросы, которые давно сформулированы, но

не могут быть разрешены в рамках классической механики. Сформулируем вопросы в следующем виде:

1. Что такое масса и тяготение?
2. Что представляют собой переносные и кориолисовы силы инерции?

## 2.2. Квантовая механика

Основным уравнением квантовой механики является уравнение Шредингера /22/. Состояние квантовых объектов характеризуется волновой функцией  $-\psi$ , относительно которой записано уравнение. Энергетические уровни, спектры атомов получаются как решения этого уравнения. Постоянная Планка введена в уравнение как константа, благодаря чему эффект квантования получает физически наглядное истолкование. По этому поводу Планк отметил /23/: "Это первый случай, когда квант действия, который до сих пор не поддавался никаким попыткам подойти к нему с точки зрения физики непрерывного, удалось включить в дифференциальные уравнения. Ибо ранее он появлялся всегда только в таких соотношениях, которые содержали конечные разности или конечные интегралы".

Выпишем стационарное уравнение Шредингера /24/

$$\Delta\psi + \frac{2m}{\hbar^2} (E - U)\psi = 0, \quad (2.1)$$

где  $\psi$  – волновая функция,  $m$  – масса частицы,  $\hbar$  – постоянная Планка,  $U$  – потенциальная энергия в силовом поле,  $E$  – общая энергия частицы.

Шредингер свое знаменитое уравнение постулировал на основе вариационного принципа /22/. То есть Шредингер решил обратную задачу, по известным опытным данным спектров атомов он нашел уравнение, решения которого приводят к этим спектрам, и записал его относительно произвольной функции  $\psi$ . В первой своей работе о сущности функции  $\psi$  он пишет /22/: "Довольно естественно связывать функцию  $\psi$  с некоторым колебательным процессом в атоме...". В дальнейшем, по поводу интерпретации функции  $\psi$ , среди основателей квантовой механики, возникли серьезные разногласия. В настоящее время предпочтение отдается статистической интерпретации волновой функции /25/, хотя сам Шредингер с этой интерпретацией так и не согласился.

Многие основатели квантовой механики выступали против отказа от традиционных подходов в науке. Так в /26/ отмечается: "Едва ли не большинство создателей квантовой механики – Планк и Эйнштейн, де Бройль и Шредингер, Гейзенберг и Дирак, – в разное время и в разной форме возражали против отхода от классических принципов". В качестве примера приведем известную беседу основателя квантовой механики М. Планка с А.Ф. Иоффе /27/, занимающимся разработкой вопросов квантовой механики. "Мы столь многим обязаны Максвеллу, что было бы неблагодарным отказаться от его теории, – говорил он молодому А.Ф. Иоффе /27/. – Попробуйте, нельзя ли добиться таких же выводов, не порывая с Максвеллом".

Шредингер надеялся вывести свое уравнение из классических уравнений электродинамики, но это ему не удалось сделать. Так, в /28/ он пишет: "Есть даже некоторая надежда на то, что после этого волновое уравнение для  $\psi$  точно так же может быть получено в качестве следствия уравнений Мак-

свелла – Лоренца, а именно как уравнение непрерывности электричества".

В дальнейшем будет показано, что уравнение Шредингера выводится из уравнений динамики вакуума, и здесь возникает вопрос:

- Что представляет собой волновая функция  $\psi$ ?

### 2.3. Релятивистская механика

Релятивистская механика основана на специальной теории относительности, разработанной А. Эйнштейном /29/.

Согласно теории относительности, законы природы инвариантны относительно преобразований Лоренца. Применяя преобразования Лоренца к законам механики, электродинамики и др., мы получаем релятивистские эффекты, подтвержденные опытом. Релятивистские эффекты проявляются в появлении в формулах релятивистского множителя  $1/\sqrt{(1-v^2/c^2)}$ , как, например, в формуле для релятивистского импульса

$$p = \frac{mv}{\sqrt{(1-v^2/c^2)}}, \quad (2.2)$$

где:  $m$  – масса тела,  $v$  – скорость тела,  $c$  – скорость света в вакууме.

Но вся проблема заключается в том, что преобразования Лоренца сохраняют инвариантными лишь линейные уравнения. Линейные уравнения описывают мир в первом приближении. Для иллюстрации воспользуемся примером из меха-

ники жидкости и газа. В линейном приближении процессы в жидкостях и газах описываются уравнениями акустики. Но если среда подвижна и амплитуды изменения параметров существенны, мы вынуждены привлекать более точные уравнения: Эйлера, Навье – Стокса, Рейнольдса и другие, учитывающие различные нелинейные эффекты. Относительно преобразований Лоренца инвариантны лишь уравнения акустики. Но что интересно, решения более сложных уравнений (Эйлера, например), полученные без привлечений преобразований Лоренца, с точностью до произвольной постоянной совпадают с решениями, полученными из уравнений акустики с привлечением преобразований Лоренца /5/. Эта аналогия подсказывает нам путь дальнейшего развития теории. Необходимо проанализировать уравнения Максвелла и учесть в них различные нелинейные эффекты. Особенность нелинейных эффектов заключается в том, что их учет может приводить не только к количественному изменению решений, а и к принципиально качественному изменению. Если удастся из измененных уравнений Максвелла с учетом нелинейных членов получить те же релятивистские эффекты, что и в теории относительности, то это будет свидетельствовать о правильности выбранного подхода.

Сформулируем вопрос:

- Как необходимо изменить уравнения Максвелла, чтобы релятивистский множитель появлялся естественным образом в решении этих уравнений без привлечения преобразований Лоренца?

## 2.4. Электродинамика Максвелла

Максвелл при записи уравнений электродинамики широко использовал векторный  $\mathbf{A}$  и скалярный  $\phi$  потенциалы /30/. В разных местах трактата /30/ Максвелл называет векторный потенциал  $\mathbf{A}$  электромагнитным импульсом в точке, надо полагать, по аналогии с механическим импульсом. Но окончательно физический смысл векторного и скалярного потенциалов так и не был установлен, что предстоит еще сделать.

Более широкое признание получила форма записи уравнений электродинамики в переменных напряженностей  $\mathbf{E}$  и  $\mathbf{H}$ , данная Герцем и Хевисайдом. Векторный и скалярный потенциалы в современной теории рассматриваются как вспомогательные математические потенциалы, облегчающие решение системы дифференциальных уравнений.

В теории относительности за основу берутся уравнения Максвелла для покоящихся сред. У Максвелла эти уравнения более общие, и они содержат нелинейные члены. Так уравнение для напряженности электрического поля у Максвелла в современных обозначениях выглядит /30/

$$\mathbf{E} = \frac{1}{c} \cdot \mathbf{V} \times \mathbf{B} - \frac{1}{c} \cdot \frac{\partial \mathbf{A}}{\partial t} - \text{grad } \phi, \quad (2.3)$$

$$\mathbf{B} = \text{rot } \mathbf{A}, \quad (2.4)$$

где:  $\mathbf{E}$  – напряженность электрического поля;  $\mathbf{B}$  – магнитная индукция;  $\mathbf{V}$  – скорость контура или системы отсчета;  $c$  – скорость света в вакууме;  $\mathbf{A}$  – векторный потенциал;  $\phi$  – скалярный потенциал.

Первый член в правой части уравнения (2.3), по существу, представляет конвективную производную от векторного потенциала и является нелинейным членом.

Необходимо вернуться к форме записи уравнений электродинамики, используемой самим Максвеллом относительно векторного и скалярного потенциалов с учетом нелинейных членов в уравнениях и ответить на вопрос:

– Что представляют собой векторный  $\mathbf{A}$  и скалярный  $\phi$  потенциалы?

## 2.5. Альтернативные теории

Сегодня фундаментальная наука находится в кризисе. Но кризис не следует воспринимать как что-то плохое, отрицательное. Как показал Кун [31], сама наука также развивается по сложным, нелинейным законам, с периодически возникающими кризисами – революциями, и как выход из этих состояний, созданием новой парадигмы. Выделим некоторые симптомы современного кризиса в науке:

1. Возникновение неудач при решении технических проблем. В качестве примера приведем попытки осуществить управляемый термоядерный синтез, растянувшиеся на многие десятилетия.
2. Мировоззренческий кризис, связанный с упрощенным, линейным представлением связей в природе и на этом фоне парадоксальностью реальности, и осознанием сложности, непредсказуемости реального мира, его нелинейности.
3. Стремительный рост альтернативных теорий и критики теории относительности, исполняющей роль парадигмы современной науки.

Эти симптомы являются предвестниками близкой смены существующей парадигмы науки.



Каждая альтернативная теория заслуживает внимания и глубокого изучения, так как, во-первых, одна из них займет, в будущем, место официальной парадигмы и, во-вторых, в каждой из них есть критическая мысль, часто дающая значительно больше, чем тома переписанных учебников.

Здесь назовем только некоторые, соответствующие требованиям, предъявляемым к альтернативным теориям. Это: Общая теория Вейника /32/, Общая эфиродинамика Ацюковского /33/, Теория физического вакуума Шипова /34/ и др. В этих работах рассматриваются различные решающие эксперименты, призванные рассудить, какая из теорий соответствует природе вещей. Особо выделим инерцоид Толчина /35/, перемещающийся под действием сил инерции, чего не может быть с точки зрения классической механики, и рассматриваемый в работе /34/. Сформулируем следующий вопрос:

- Возможно ли перемещение тела под действием сил инерции?

### **Глава 3. Свойства мировой среды**

Мировая среда - физический вакуум представляет собой сплошную непрерывную среду, заполняющую все пространство. Но почему на макроуровне мы не замечаем этой среды, не замечаем ее проявлений? Из каких структурных элементов она состоит? Каковы физические свойства этой среды? Попробуем ответить на эти вопросы.

#### **3.1. Что представляет собой мировая среда?**

Трактат по электричеству и магнетизму Максвелла /30/ пронизан признанием среды, в которой происходят электромагнитные процессы.

Рассмотрим некоторые опытные данные, ведущие к признанию мировой среды, содержащиеся в электродинамике Фарадея - Максвелла и приводимые в их работах /30,36/.

##### 1. Ток проводимости

Электрическим током называется упорядоченное движение электрических зарядов. Если упорядоченное движение зарядов возникает в проводнике, например, в металле, то электрический ток называется током проводимости.

Сегодня известно, что носителями электрических зарядов в металлах являются электроны, и ток проводимости представляет собой перемещение электронов внутри проводника.

В период написания "Трактата" еще не была установлена природа электрического тока, и Максвелл придерживался феноменологического подхода при описании. При этом для понимания происходящих процессов он широко привлекал метод аналогий.

В главе "О самоиндукции тока" /30/ Максвелл цитирует Фарадея /36/: "Первая мысль, которая приходит в голову, состоит в том, что циркулирующее в проводе электричество обладает чем-то, похожим на импульс или инерцию". "Действительно, - отмечает Максвелл /30/, - когда мы рассматриваем один-единственный провод, то явления в точности аналогичны явлениям в трубе, наполненной водой, текущей непрерывным потоком. Если при протекании потока воды быстро закрыть конец трубы, то импульс воды создает резкое повышение давления, значительно превышающее давление, обусловленное перепадом уровней воды, что может привести к разрыву трубы". Но имеются существенные отличия электрического тока от движения воды в трубе. "Эффекты, - пишет Максвелл /30/, - связанные с инерцией жидкости в трубе, зависят лишь от количества протекающей через трубу жидкости, от длины трубы и от ее поперечного сечения на разных участках. Они не зависят от всего, что находится вне трубы, а при неизменной длине трубы - от того, как труба изогнута. В случае провода с током положение иное, - поскольку эффект очень мал, если длинный провод сложен вдвое; эффект больше, если эти две части разнесены друг от друга, он еще больше, если провод свернут в спираль, и максимален, если внутрь такой спиральной катушки поместить кусок мягкого железа".

"Итак, - констатирует Максвелл /30/, - система, содержащая электрический ток, является, по-видимому, вместилищем какого-то вида энергии, и, поскольку мы не можем создать себе иного представления об электрическом токе, кроме как о явлении кинетическом, его энергия должна быть кинетической, то есть энергией, которой движущееся тело обладает благодаря своему движению. Мы уже показали, что электричество в проводе нельзя рассматривать как некое движущееся тело, в котором и следует отыскивать эту энергию, ведь энер-

гия движущегося тела ни от чего, находящегося вне тела, не зависит, в то же время присутствие около тока других тел меняет его энергию. Мы, таким образом, подошли к вопросу о том, не может ли существовать какого-либо движения вне провода в пространстве, не занятом электрическим током, в котором проявляются электромагнитные эффекты тока".

Если принять эту точку зрения, согласно которой вне провода, при наличии в нем электрического тока, также должно существовать какое-то движение, то мы вправе поставить вопрос: что будет двигаться вне провода, когда провод находится в вакууме?

С точки зрения Максвелла вакуум — диэлектрик, отличающийся от других диэлектриков лишь диэлектрической проницаемостью. Видимо, для того чтобы подчеркнуть, что слово "вакуум" — пустота, используется условно, Максвелл при упоминании о вакууме пишет /30/: "так называемый вакуум".

## 2. Ток смещения

Важной отличительной особенностью электродинамики Максвелла является введение в уравнения электромагнитного поля электрического смещения и тока смещения. "Если электродвижущая сила воздействует на проводящую среду, — пишет Максвелл /30/, — она вызывает в ней ток, если же среда не проводящая или диэлектрическая, то ток не может длительно по ней течь, но электричество смещается в среде в направлении электродвижущей напряженности, причем величина этого смещения зависит от величины напряженности, так что при увеличении или уменьшении электродвижущей напряженности в том же отношении увеличивается или уменьшается электрическое смещение. Изменение электрического смещения, очевидно, представляет собой электрический ток. Однако этот ток может существовать лишь пока

меняется смещение, а так как смещение не может превосходить определенного значения, не вызывая пробоя, то ток не может идти неограниченно долго в одном направлении, подобно току проводимости". Далее Максвелл отмечает: "Чем бы ни являлось электричество, и что бы мы ни понимали под движением электричества явление, называемое электрическим смещением, представляет собой движение электричества в том же смысле, в каком и перенос определенного количества электричества по проволоке является движением электричества. Единственное отличие заключается в том, что в диэлектрике имеется сила, называемая нами электрической упругостью, действующая против электрического смещения и заставляющая электричество возвращаться назад при устранении электродвижущей силы, тогда как в проводниках эта электрическая упругость непрерывно преодолевается, так что устанавливается истинный ток проводимости и сопротивление зависит не от полного количества электричества, смещенного со своего положения равновесия, а от количества электричества, пересекающего сечение проводника в заданное время". Таким образом, по Максвеллу ток проводимости отличается от тока смещения лишь тем, что в диэлектриках имеется "электрическая упругость", действующая против электрического смещения.

Сегодня мы знаем, что носителями электричества в проводниках являются электроны. В диэлектриках, например, газах, под действием электрической напряженности происходит электрическое смещение положительных и отрицательно заряженных частиц. Но так как ток смещения возникает и в вакууме, мы вправе поставить вопрос: смещение какой субстанции происходит под действием электрической напряженности в вакууме?

Из рассуждений Максвелла вытекает, что принципиальных различий между электричеством в проводнике и элек-

тричеством в диэлектрике – вакууме, нет. Различие заключается в их состоянии. В проводнике электричество под действием электрической напряженности перемещается, в то время как в диэлектрике электричество подвержено действию электрической упругости и может только смещаться. Но раз электрический ток в проводниках представляет собой движение электронов, то не является ли электрическое смещение в вакууме смещением тех же электронов?

### 3. Магнитное поле

Как установил Эрстед, при прохождении по проводнику электрического тока вокруг него возникает магнитное поле.

Для выяснения природы магнетизма в главе "Магнитное действие на свет" /30/ Максвелл обращается к опыту, предложенному Фарадеем и описывает его: "Луч плоскополяризованного света пропускается через прозрачную диамагнитную среду, а плоскость его поляризации на выходе из среды устанавливается путем наблюдения положения анализатора, при котором луч отсекается. Затем прикладывается магнитная сила, которая действует таким образом, что направление магнитной силы внутри прозрачной среды совпадает с направлением луча. Свет тотчас же появляется вновь, но при повороте анализатора на определенный угол свет опять отсекается. Это показывает, что действие магнитной силы состоит в повороте плоскости поляризации вокруг луча, взятого в качестве оси, на определенный угол, измеряемый углом, на который надо повернуть анализатор, чтобы отсечь свет".

Анализируя описанное явление, Максвелл отмечает: "Изучение действия магнетизма на поляризованный свет приводит, как мы уже видели, к выводу о том, что часть явления, происходящего в среде под действием магнитной силы, составляет нечто относящееся к той же математической категории величин, что и угловая скорость, ось которой направлена

вдоль магнитной силы. Эта угловая скорость не может быть скоростью какой-либо части среды, имеющей заметные размеры и вращающейся как единое целое. Мы должны, следовательно, представлять его как вращение очень маленьких объемов среды, каждый из которых вращается вокруг своей собственной оси. Это и составляет гипотезу молекулярных вихрей".

В заключение Максвелл пишет: "Я думаю, что у нас есть хорошие основания полагать, что какое-то явление вращения имеет место в магнитном поле; в этом вращении участвует большое число очень маленьких порций вещества, вращающихся каждая вокруг своей собственной оси, причем эта ось параллельна направлению магнитной силы, и вращения этих вихрей зависят одно от другого, будучи связаны посредством некоторого механизма".

Анализ описанных опытов электродинамики Фарадея-Максвелла позволяет сделать следующие выводы:

- мировая среда – вакуум обладает физическими свойствами, в ней возможны электрическое смещение и вращение;
- изменение электрического смещения подобно току проводимости.

Так как электрический ток в проводнике представляет собой движение электронов, учитывая, что изменение электрического смещения подобно току проводимости, естественен следующий вывод:

- ток смещения в вакууме представляет собой смещение электронов, то есть мировая среда состоит из электронов.

Рассмотрим теперь некоторые опыты квантовой механики, ведущие к представлению о физическом вакууме.

#### 4. Эффект Комптона

Эффект Комптона состоит в изменении длины волны электромагнитных волн при рассеянии их на свободных электронах. Эффект открыт в 1922 г. американским физиком А. Комптоном /37/.

Изменение длины световой волны определяется по формуле

$$\Delta\lambda = \lambda_k (1 - \cos \theta), \quad (3.1)$$

где  $\lambda_k = h/m_e c$  – комптоновская длина волны электрона;  $h$  – постоянная Планка;  $m_e$  – масса электрона;  $c$  – скорость света;  $\theta$  – угол рассеяния.

Согласно классической теории рассеяния света длина световой волны при рассеянии не должна меняться.

Мы обратим внимание на появление в этой формуле длины волны  $\lambda_k$ , которая определяет масштаб пространственных неоднородностей полей, при которых становятся существенными квантовые процессы.

Как отмечает Блохинцев /25/: "Эта длина имеет фундаментальное значение в релятивистской теории электрона, являясь одним из масштабов, свойственных микромиру".

Для электромагнитного поля, длина волны которого  $\lambda$  меньше комптоновской длины волны электрона  $\lambda_k$ , становятся существенными процессы рождения электрон-позитронных пар из вакуума /37/.

Следовательно, для вакуума имеется характерная длина волны  $\lambda_k$  и при  $\lambda < \lambda_k$  вакуум качественно изменяет свое состояние – происходит рождение электрон-позитронных пар.

#### 5. Нулевые колебания

Согласно квантовой теории наименьшая энергия гармонического осциллятора равна /25/



$$E_0 = \frac{\hbar\omega_0}{2}, \quad (3.2)$$

где  $\hbar = h / 2\pi$ ,  $\omega_0$  – собственная частота осциллятора.

Наименьшая энергия осциллятора называется нулевой энергией. Существование нулевой энергии установлено на опыте. "Экспериментально, – отмечает Блохинцев /25/, – удастся доказать наличие нулевой энергии и нулевых колебаний атомов путем наблюдения рассеяния света кристаллами. Рассеяние света обусловлено колебаниями атомов. По мере уменьшения температуры амплитуда колебаний, согласно классической теории, должна неограниченно уменьшаться, а вместе с тем должно исчезать и рассеяние света. Между тем опыт показывает, что интенсивность рассеяния света по мере уменьшения температуры стремится к некоторому предельному значению, указывающему на то, что и при абсолютном нуле колебания атома не прекращаются. Этот факт подтверждает существование нулевых колебаний".

Но нулевые колебания присущи не только гармоническому осциллятору, а происходят и в вакууме. Как отмечает Блохинцев /25/: "В настоящее время эти эффекты (нулевые колебания электромагнитного поля и поляризация вакуума) получили экспериментальное подтверждение и являются доказательством изумительного факта: в вакууме существуют постоянные нулевые колебания подобно тому, как они существуют в твердом теле, более того, из-за образования пар позитронов и электронов и последующей их аннигиляции происходит поляризация этого вакуума".

Так как нулевые колебания, происходящие в вакууме, установлены экспериментально, то мы вправе поставить вопрос: что колеблется в вакууме?

## 6. Поляризация вакуума

Поляризация вакуума – явление, заключающееся в рождении виртуальных пар заряженных частиц – античастиц из вакуума под влиянием заряженной частицы /37/. Этот эффект аналогичен поляризации диэлектрической среды внесенным в нее зарядом, что обусловило название явления.

Как отмечает Мигдал /38/: "Когда к электромагнитному полю и к полям, описывающим пары частиц (электрон-позитрон, протон-антипротон и т.д.) применили квантовую механику, оказалось, что в пустоте происходят непрерывные колебания электромагнитного поля, рождаются и исчезают элементарные частицы. При столкновениях нуклонов (нейтронов и протонов) из пустоты возникает целый сноп различных частиц - вакуум полон частиц. По существу, физики снова вернулись к понятию эфира, но уже без противоречий. Удивительно сложную и интересную среду – вакуум – можно было бы снова назвать эфиром, если бы не боязнь путаницы с наивным понятием XIX века".

Впервые идею о том, что вакуум состоит из электронов, высказал Дирак /39/. "Я попытаюсь, – пишет Дирак, – описать новое представление о физическом вакууме. Согласно этим новым представлениям, вакуум не является пустотой, в которой ничего не находится. Он заполнен колоссальным количеством электронов, находящихся в состоянии с отрицательной энергией, которое можно рассматривать как некий океан".

Таким образом, представления о вакууме современной физики близки с представлениями, вытекающими из электродинамики Фарадея–Максвелла. Проведенный анализ позволяет сделать следующий вывод:

– мировая среда – физический вакуум состоит из электронов.

### 3.2. Плотность

Определим свойства мировой среды – физического вакуума. Мы пришли к выводу, что физический вакуум состоит из электронов. Известно, что в этой среде распространяются электромагнитные волны, которые являются поперечными. Следовательно, эта среда должна быть сплошной непрерывной средой в буквальном смысле, в которой электроны сохраняют ближний порядок.

Установив, что физический вакуум состоит из электронов и что это сплошная непрерывная среда, мы тем самым определили ее плотность, которая равняется плотности электрона

$$\eta = \frac{m_e}{V_e}, \quad (3.3)$$

где  $m_e = 0,911 \cdot 10^{-30}$  кг – масса электрона,  $V_e$  – объем электрона.

Но трудность здесь заключается в том, что мы не знаем точно размеров электрона и, соответственно, его объема. Радиус электрона, равный /40/  $r_e = 2,82 \cdot 10^{-15}$  м и называемый классическим радиусом электрона, не есть его геометрический размер, так как он определен из электростатической модели. В действительности, как отмечается в /40/: "экспериментально пока не удалось обнаружить "размеров" у электрона, хотя точность измерений доведена до  $10^{-18}$  м". Это, видимо, объясняется тем, что электроны (мировая среда) являются средой - "переносчиком" информации, и измерение прямыми методами в этой среде ее структурных единиц затруднено.

Найдем диапазон возможных значений плотности физического вакуума, приняв в качестве радиуса электрона значения  $r_e = 2,82 \cdot 10^{-15}$  м и  $r_e = 1 \cdot 10^{-18}$  м. Тогда

$$\eta = 9,7 \cdot 10^{12} \div 2,17 \cdot 10^{23} \text{ кг/м}^3. \quad (3.4)$$

Диапазон возможных значений плотности физического вакуума весьма широк. Желательно определить значение плотности с большей точностью. В дальнейшем, в параграфе 5.1, при выводе второго закона Ньютона из уравнений динамики вакуума, будет показано, что для совпадения выводимого закона со вторым законом Ньютона необходимо, чтобы плотность физического вакуума следующим образом соотносилась с плотностью протона

$$\eta = \frac{1}{6} \eta_p = \frac{1}{6} \frac{m_p}{V_p}, \quad (3.5)$$

где  $\eta_p$  – плотность протона,  $m_p = 1,673 \cdot 10^{-27}$  кг – масса протона,  $V_p = 1,15 \cdot 10^{-44} \text{ м}^3$  – объем протона при радиусе протона  $r_p = 1,4 \cdot 10^{-15} \text{ м}$ .

Учитывая, что масса электрона  $m_e$  известна с достаточной точностью, из (3.5) найдем объем электрона

$$V_e = 6 \frac{m_e}{m_p} V_p = 6 \frac{1}{1836} 1,15 \cdot 10^{-44} = 3,76 \cdot 10^{-47} \text{ м}^3. \quad (3.6)$$

Таким образом, уточненное значение плотности электрона и соответственно мировой среды равно

$$\eta = \frac{m_e}{V_e} = \frac{0,911 \cdot 10^{-30}}{3,76 \cdot 10^{-47}} = 2,42 \cdot 10^{16} \text{ кг/м}^3. \quad (3.7)$$

Мы получили для плотности мировой среды весьма большую величину, противоречащую нашему обыденному опыту. Например, плотность стали, составляет  $7,8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ , что значительно меньше плотности, полученной для мировой среды (3.7). Но может, мы не замечаем мировой среды именно потому, что она везде нас окружает и во всем содержится? Действительно, электроны являются составными элементами всех атомов, молекул, тел. Если электроны также являются составными элементами мировой среды, то не может инерционность тел быть результатом взаимодействия тела с мировой средой? Мы знаем, что масса тела - это мера вещества. Но, с другой стороны, масса тела выступает как мера инертности и мера гравитационного взаимодействия. В релятивистской механике масса зависит от скорости

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \beta^2}}, \quad (3.8)$$

где  $m_0$  – масса покоя,  $\beta = v/c$ ,  $v$  – скорость тела,  $c$  – скорость света в вакууме.

Есть определенное противоречие между определением массы как меры вещества и определением релятивистской массы по формуле (3.8). Если мы принимаем эти два определения массы, то получается зависимость количества вещества от скорости, что противоречит закону сохранения массы. В некоторых работах /41,42/ предлагается отказаться от определения массы по формуле (3.8), а пользоваться релятивистским импульсом

$$p = \frac{mv}{\sqrt{1 - \beta^2}}, \quad (3.9)$$

где масса  $m$  является инвариантом.

Такой подход отчасти оправдан, так как он устраняет существующее противоречие в определениях массы.

Но противоречие также можно устранить, если определить массу как меру взаимодействия вещества с мировой средой. Мировая среда (физический вакуум) - это среда, в которой совершаются все процессы, и все мироощущение происходит относительно этой среды. Эта среда выступает как бы нулевым уровнем, относительно которого ведется отсчет. Инерционность тела есть не что иное, как мера взаимодействия этого тела с мировой средой. Наделяя тело свойством инерционности, мы тем самым освобождаем себя от необходимости думать об этой среде.

В дальнейшем мы покажем, что принятое определение массы: масса – мера взаимодействия вещества с мировой средой, позволяет получить формулу (3.8) из уравнений динамики вакуума и тем самым объяснить зависимость массы от скорости как результат взаимодействия с мировой средой.

### **3.3. Магнитное поле**

Что представляет собой магнитное поле в концепции мировой среды? Из электродинамики Фарадея – Максвелла, как было показано в параграфе 3.1, следует, что в магнитном поле происходит какое-то явление вращения, в котором участвуют большое число очень маленьких порций вещества, вращающихся каждая вокруг своей собственной оси. К аналогичному выводу пришел Миткевич в своей работе /7/: "На данном этапе наших знаний об электромагнитных явлениях можно, следовательно, считать в высокой степени вероятным, что магнитные линии представляют собой именно замкнутые вихревые нити в эфире".

Максвелл магнитную индукцию **B** определял через векторный потенциал **A** /30/

$$\mathbf{B} = \text{rot } \mathbf{A}, \quad (3.10)$$

где **A** – векторный потенциал.

Количественно вращение в сплошной подвижной среде определяется циркуляцией скорости  $\text{rot } \mathbf{V}$ . Связывая магнитную индукцию **B** с вращением в физическом вакууме, примем, что

$$\mathbf{B} = \text{rot}(\eta \cdot \mathbf{V}), \quad (3.11)$$

где  $\eta$  – коэффициент, **V** – скорость физического вакуума.

Из сравнения (3.10) и (3.11) видно, что для векторного потенциала мы принимаем

$$\mathbf{A} = \eta \cdot \mathbf{V}. \quad (3.12)$$

Что представляет собой коэффициент  $\eta$  в формуле (3.12)?

Выпишем уравнение Максвелла для напряженности **E** электрического поля в виде

$$\mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{A}}{\partial t}. \quad (3.13)$$

Найдем силу **F**, действующую на электрон в электрическом поле, подставляя (3.12) в (3.13) и учитывая, что заряд электрона постоянный и отрицательный

$$\mathbf{F} = -e \cdot \mathbf{E} = \frac{\partial(e \cdot \eta \cdot \mathbf{V})}{\partial t}, \quad (3.14)$$

где  $e$  – заряд электрона.

С другой стороны, сила, действующая на электрон массой  $m_e$ , определится по второму закону Ньютона

$$\mathbf{F} = \frac{\partial(m_e \cdot \mathbf{V})}{\partial t}. \quad (3.15)$$

Сравнивая (3.14) и (3.15), найдем выражение для коэффициента  $\eta$

$$\eta = \frac{m_e}{e}. \quad (3.16)$$

Следует отметить, что векторный потенциал, являющийся в современной физике вспомогательной величиной, в концепции Максвелла играл фундаментальную роль. В разных местах трактата /30/ Максвелл называет этот вектор электромагнитным импульсом в точке, надо полагать, по аналогии с механическим импульсом. Действительно, принятое нами выражение для векторного потенциала (3.12) с учетом (3.16)

$$\mathbf{A} = \frac{m_e}{e} \cdot \mathbf{V} \quad (3.17)$$

фактически является механическим импульсом электрона, отнесенным к его электрическому заряду  $e$ .



### 3.4. Заряд

Понятие заряда элементарной частицы в современной физике относится к фундаментальным понятиям. Различают два вида электрических зарядов /37/, условно называемых положительными и отрицательными. Одноименно заряженные тела отталкиваются, разноименно заряженные - притягиваются. Заряд электрона принят в качестве отрицательного и представляет собой элементарный электрический заряд, количественно равный /37/  $e = 1,6021892(46) \cdot 10^{-19}$  Кл.

В концепции мировой среды мы исходим из того, что эта среда состоит из электронов. Но если электроны обладают отрицательным зарядом, то возникает вопрос: почему этот отрицательный заряд (который будет весьма значительным) внешне никак не проявляется и что, вообще, представляет собой заряд?

Рассмотрим этот вопрос, исходя из концепции мировой среды. Максвелл считал заряд элементарной частицы понятием вспомогательным, временным. Так в /30/ он отмечает: "...теория молекулярных зарядов может рассматриваться как некоторый метод, помогающий нам запомнить множество фактов, относящихся к электролизу. Однако кажется крайне невероятным, что мы сохраним в какой-либо форме теорию молекулярных зарядов после того, как придём к пониманию истинной природы электролиза, ибо тогда у нас будут надёжные основания, на которых можно построить верную теорию электрических токов и тем самым избавиться от этих предвзятых теорий".

Мы не случайно в параграфе 3.3 выбрали обозначение для коэффициента  $\eta$ , совпадающее с обозначением плотности физического вакуума. В параграфе 3.3 показано, что плотность физического вакуума  $\eta$ , с другой стороны, равна

$\eta = m_e / e$ . Сравнивая (3.3) и (3.16) найдём соотношение между зарядом и объёмом электрона

$$e \text{ Кл} = V_e \text{ м}^3, \quad (3.18)$$

то есть заряд в 1 Кл соответствует объёму мировой среды

$$k_Q = \frac{V_e}{e} = \frac{3,76 \cdot 10^{-47}}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 2,35 \cdot 10^{-28} \text{ м}^3 / \text{Кл}. \quad (3.19)$$

Аналогия между электродинамикой и гидродинамикой подсказывает, что постоянный электрический ток в проводнике тождествен объёмному расходу мировой среды через этот проводник. Действительно, зная заряд  $Q$ , прошедший через сечение проводника площадью  $S$ , с учетом (3.19), объем мировой среды  $V$  определится

$$V = k_Q \cdot Q. \quad (3.20)$$

Рассматривая заряд  $Q$ , прошедший через сечение проводника в единицу времени, получим

$$\bar{V} = k_Q I, \quad (3.21)$$

где  $I$  – сила тока,  $\bar{V}$  – объёмный расход мировой среды.

Для удельных величин, отнесенных к площади  $S$  сечения проводника, учитывая, что принятое направление тока /40/ противоположно направлению движения электронов, в общем случае будем иметь

$$\mathbf{V} = -k_Q \cdot \mathbf{j}, \quad (3.22)$$

где  $\mathbf{V}$  – среднерасходная скорость мировой среды в проводнике,  $\mathbf{j}$  – плотность тока.

Рассмотрим, что представляет собой объемная плотность электрического заряда. По определению

$$d\rho = \frac{dQ}{V} = \frac{dV}{k_Q \cdot V} = \frac{dv}{k_Q \cdot v} = -\frac{d\eta}{k_Q \cdot \eta}. \quad (3.23)$$

Здесь  $\rho$  – объемная плотность электрического заряда,  $Q$  – заряд,  $V$ ,  $v$ ,  $\eta$  – объем, удельный объем, плотность мировой среды соответственно.

Из (3.23) следует, что заряд связан с изменением плотности мировой среды.

В чем заключается природа, сущность отрицательного и положительного зарядов? Избыток электронов внутри тела приводит к увеличению плотности мировой среды, что соответствует отрицательному заряду. Недостаток электронов внутри тела приводит к уменьшению плотности мировой среды, что соответствует положительному заряду.

Из наших рассуждений вытекает, что мировая среда – сжимаема. Действительно, выпишем уравнение непрерывности для токов проводимости /30/

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \operatorname{div} \mathbf{j} = 0. \quad (3.24)$$

С учетом (3.22) и (3.23) уравнение (3.24) перепишется

$$-\frac{1}{k_Q \cdot \eta} \frac{\partial \eta}{\partial t} - \frac{1}{k_Q} \operatorname{div} \mathbf{V} = 0 \quad (3.25)$$

или

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \eta \cdot \operatorname{div} \mathbf{V} = 0. \quad (3.26)$$

Учитывая, что мировая среда подвижна (в ней возможно электрическое смещение и вращение, в проводниках – поступательное движение), используя переменные Эйлера, заменим в (3.26) частную производную - полной. Окончательно получим уравнение

$$\frac{d\eta}{dt} + \eta \cdot \operatorname{div} \mathbf{V} = 0, \quad (3.27)$$

представляющее собой уравнение непрерывности для мировой среды.

В переменных Эйлера полная производная расписывается как сумма локальной и конвективной производных /43/

$$\frac{d}{dt} = \frac{\partial}{\partial t} + \mathbf{V} \cdot \nabla, \quad (3.28)$$

что позволяет записать уравнение (3.27) также в виде

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \operatorname{div}(\eta \cdot \mathbf{V}) = 0. \quad (3.29)$$

В дальнейшем уравнение непрерывности будет использоваться как одно из основных уравнений, описывающих динамические процессы в мировой среде – физическом вакууме.

## **Глава 4. Уравнения динамики вакуума**

Уравнения динамики вакуума представляют собой уравнения электромагнитного поля Максвелла для вакуума, записанные относительно векторного и скалярного потенциалов с учетом возможности перемещения физического вакуума, дополненные уравнением непрерывности и формулой для скорости света. Приведем вывод уравнений. Но прежде чем переходить к выводу, остановимся коротко на некоторых их особенностях.

### **4.1. Нелинейность уравнений**

Уже вскоре после создания специальной теории относительности (СТО), как отмечается в /44/, "в конце 1908-1909 г. Эйнштейн ...думал о нелинейном и неоднородном обобщении максвелловских уравнений". Значительный прогресс в нелинейном обобщении уравнений электродинамики был достигнут в работах Г. Ми /44,45/ и затем в работах Борна, Инфельда и др. /44,45,46/. Но существенных конечных результатов на этом пути в цитируемых работах получено не было, так как в основе их построений лежали идеи СТО, требующие от уравнений инвариантности относительно преобразований Лоренца. Как показано в /4,5/, преобразования Лоренца сохраняют инвариантными линеаризованные исходные уравнения. Не случайно в СТО /29/ за основу берутся уравнения Максвелла для покоящихся сред. У Максвелла эти уравнения более общие, и они содержат нелинейные члены.

Большой успех СТО объясняется тем, что в теории относительности был найден единственно верный формально – математический подход, который, беря за основу линейные

уравнения для покоящихся сред и привлекая преобразования Лоренца, позволяет получить в некоторых частных случаях верные решения. Но недостатком такого подхода является утрата нелинейных членов в уравнениях. Если привлекать метод аналогий, то нынешнее положение в электродинамике движущихся сред аналогично тому, как если бы мы попытались всю механику жидкости и газа описывать линейными уравнениями акустики. Мир нелинеен. Попытка описать нелинейный мир линейными уравнениями приводит к искажению реальных связей в природе.

Поэтому необходимо отказаться от преобразований Лоренца и записать уравнения таким образом, чтобы в них учитывались нелинейные члены, обусловленные возможностью перемещения физического вакуума. Как известно из механики жидкости и газа /43/, в случае подвижной среды полная производная в переменных Эйлера представляется как сумма локальной и конвективной производных

$$\frac{d}{dt} = \frac{\partial}{\partial t} + \mathbf{V} \cdot \nabla, \quad (4.1)$$

где  $\mathbf{V}$  – скорость подвижной среды.  
Вторая полная производная определится

$$\frac{d^2}{dt^2} = \left( \frac{\partial}{\partial t} + \mathbf{V} \cdot \nabla \right) \left( \frac{\partial}{\partial t} + \mathbf{V} \cdot \nabla \right) \quad (4.2)$$

Если рассматриваются линейные уравнения и не учитывается возможность перемещения среды, то полная производная заменяется локальной производной по времени.

Следует отметить, что в последнее время произошло осознание необходимости введения в уравнения электродинамики вместо локальной производной по времени полной,

учитывающей и конвективную производную, связанную с перемещением среды /47, 48/.

Мы проведем вывод уравнений для неподвижной среды, но на конечном этапе вывода, чтобы учесть возможность перемещения среды, заменим локальную производную по времени полной производной.

## 4.2. Векторный и скалярный потенциалы

Максвелл при записи уравнений электродинамики широко использовал векторный  $\mathbf{A}$  и скалярный  $\phi$  потенциалы /30/. Более широкое признание получила форма записи уравнений электродинамики в переменных напряженностей  $\mathbf{E}$  и  $\mathbf{H}$ , данная Герцем и Хевисайдом. Но как справедливо отмечается в /49/: "...векторный потенциал  $\mathbf{A}$  (наряду с сопровождающим его скалярным потенциалом  $\phi$ ), по-видимому, приводит к более прямому описанию физических процессов. ...В общей теории – квантовой электродинамике – в системе уравнений, заменяющих собой уравнения Максвелла, векторные и скалярные потенциалы уже считаются фундаментальными величинами. Векторы  $\mathbf{E}$  и  $\mathbf{B}$  постепенно исчезают из современной записи физических законов: их вытесняют  $\mathbf{A}$  и  $\phi$ ".

Это становится тем более актуальным после "материализации" векторного потенциала  $\mathbf{A}$  Максвелла, который в нашем рассмотрении определяется (3.12) как  $\mathbf{A} = \eta \mathbf{V}$ . Учитывая вышеизложенное, уравнения динамики вакуума запишем относительно векторного и скалярного потенциалов.

### 4.3. Основная система уравнений

Приведем вывод уравнений динамики вакуума. Выпишем уравнения Максвелла для вакуума, записанные в форме Герца - Хевисайда /50/

$$\operatorname{rot} \mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t}, \quad (4.3)$$

$$\operatorname{div} \mathbf{B} = 0, \quad (4.4)$$

$$\operatorname{rot} \mathbf{H} = \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t}, \quad (4.5)$$

$$\operatorname{div} \mathbf{D} = 0, \quad (4.6)$$

$$\mathbf{D} = \varepsilon \varepsilon_0 \mathbf{E}, \quad (4.7)$$

$$\mathbf{B} = \mu \mu_0 \mathbf{H}, \quad (4.8)$$

где  $\mathbf{E}$  – напряжённость электрического поля,  $\mathbf{B}$  – магнитная индукция,  $\mathbf{H}$  – напряжённость магнитного поля,  $\mathbf{D}$  – электрическое смещение,  $\varepsilon$  – диэлектрическая проницаемость, для вакуума равная единице;  $\varepsilon_0$  – электрическая постоянная, равная  $0,885 \cdot 10^{-11}$  Ф/м;  $\mu$  – магнитная проницаемость, для вакуума равная единице;  $\mu_0$  – магнитная постоянная, равная  $1,26 \cdot 10^{-6}$  Гн/м.

Магнитную индукцию, как и у Максвелла /30/, определим через векторный потенциал



$$\mathbf{B} = \text{rot } \mathbf{A}, \quad (4.9)$$

принимая во внимание, что, согласно (3.12), векторный потенциал равен

$$\mathbf{A} = \eta \cdot \mathbf{V}, \quad (4.10)$$

где  $\eta = m_e / e$ ,  $\mathbf{V}$  – вектор скорости движения мировой среды.

Подставим (4.9) в уравнение (4.3)

$$\text{rot } \mathbf{E} = -\frac{\partial}{\partial t} (\text{rot } \mathbf{A}). \quad (4.11)$$

После преобразований получим

$$\mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{A}}{\partial t} - \text{grad } \varphi, \quad (4.12)$$

где  $\varphi$  – скалярный электрический потенциал.

Подставим (4.9) и (4.12), с учётом (4.7) и (4.8), в (4.5). После преобразований получим

$$\frac{1}{\epsilon_0 \mu_0} \text{rot rot } \mathbf{A} = -\frac{\partial^2 \mathbf{A}}{\partial t^2} - \frac{\partial}{\partial t} \text{grad } \varphi. \quad (4.13)$$

Оператор  $\text{rot rot}$  преобразуется /43/

$$\text{rot rot } \mathbf{A} = \text{grad div } \mathbf{A} - \nabla^2 \mathbf{A}, \quad (4.14)$$

где  $\nabla^2 \mathbf{A}$  – лапласиан векторного потенциала  $\mathbf{A}$ .

Подставим (4.14) в (4.13), получим

$$\nabla^2 \mathbf{A} = \varepsilon_0 \mu_0 \frac{\partial^2 \mathbf{A}}{\partial t^2} + \varepsilon_0 \mu_0 \frac{\partial}{\partial t} \text{grad } \varphi + \text{grad div } \mathbf{A}. \quad (4.15)$$

Перепишем два последних члена в правой части (4.15) в виде

$$\varepsilon_0 \mu_0 \text{grad} \left( \frac{\partial \varphi}{\partial t} + \frac{1}{\varepsilon_0 \mu_0} \text{div } \mathbf{A} \right). \quad (4.16)$$

Учитывая, что скорость света  $c$  определяется как

$$c^2 = \frac{1}{\varepsilon_0 \mu_0}, \quad (4.17)$$

выражение в скобках (4.16) равно нулю и представляет собой условие калибровки Лоренца

$$\frac{\partial \varphi}{\partial t} + c^2 \text{div } \mathbf{A} = 0. \quad (4.18)$$

С учетом (4.17) и (4.18), уравнение (4.15) перепишется

$$\frac{\partial^2 \mathbf{A}}{\partial t^2} = c^2 \nabla^2 \mathbf{A}. \quad (4.19)$$

Получим уравнение для скалярного электрического потенциала. Подставим (4.12), с учётом (4.7), в (4.6)

$$\varepsilon_0(\operatorname{div} \operatorname{grad} \varphi + \frac{\partial}{\partial t} \operatorname{div} \mathbf{A}) = 0. \quad (4.20)$$

Оператор  $\operatorname{div} \operatorname{grad} \varphi$  /43/

$$\operatorname{div} \operatorname{grad} \varphi = \nabla^2 \varphi, \quad (4.21)$$

где  $\nabla^2 \varphi$  – лапласиан скалярного потенциала  $\varphi$ .

Из (4.18) найдём

$$\operatorname{div} \mathbf{A} = -\frac{1}{c^2} \frac{\partial \varphi}{\partial t}. \quad (4.22)$$

Подставим (4.21) и (4.22) в (4.20), тогда

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2} = c^2 \nabla^2 \varphi. \quad (4.23)$$

Сравнивая уравнение непрерывности (3.29) с условием калибровки Лоренца (4.18), с учетом (4.10) получим формулу для скорости света

$$c^2 = \frac{\partial \varphi}{\partial \eta}. \quad (4.24)$$

Выпишем основные уравнения (4.19), (4.23), (3.27), (4.24), принимая во внимание (4.10). Учитывая, что мировая среда подвижна, в уравнениях (4.19) и (4.23) заменим частные вторые производные по времени – полными. В результате окончательно получим уравнения динамики вакуума

$$\left. \begin{aligned} \frac{d^2 \eta \mathbf{V}}{dt^2} &= c^2 \nabla^2 \eta \mathbf{V}, \\ \frac{d^2 \varphi}{dt^2} &= c^2 \nabla^2 \varphi, \\ \frac{d\eta}{dt} + \eta \operatorname{div} \mathbf{V} &= 0, \\ c^2 &= \frac{\partial \varphi}{\partial \eta}. \end{aligned} \right\} \quad (4.25)$$

В этой системе из шести дифференциальных уравнений (первое векторное уравнение представляет собой три скалярных), неизвестных 6 величин –  $V_x, V_y, V_z, \varphi, \eta, c$ .

Полные производные в (4.25) содержат нелинейные члены и расписываются

$$\frac{d^2 \eta \mathbf{V}}{dt^2} = \frac{\partial^2 \eta \mathbf{V}}{\partial t^2} + 2(\mathbf{V} \cdot \nabla) \frac{\partial \eta \mathbf{V}}{\partial t} + \left( \frac{\partial \mathbf{V}}{\partial t} \cdot \nabla \right) \eta \mathbf{V} + (\mathbf{V} \cdot \nabla) (\mathbf{V} \cdot \nabla) \eta \mathbf{V}. \quad (4.26)$$

$$\frac{d^2 \varphi}{dt^2} = \frac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2} + 2(\mathbf{V} \cdot \nabla) \frac{\partial \varphi}{\partial t} + \left( \frac{\partial \mathbf{V}}{\partial t} \cdot \nabla \right) \varphi + (\mathbf{V} \cdot \nabla) (\mathbf{V} \cdot \nabla) \varphi. \quad (4.27)$$

$$\frac{d\eta}{dt} = \frac{\partial \eta}{\partial t} + (\mathbf{V} \cdot \nabla) \eta. \quad (4.28)$$

Первое уравнение системы (4.25) описывает распространение поперечных волн в мировой среде – физическом вакууме. Второе уравнение описывает продольные волны напряжения. Третье уравнение системы (4.25) представляет собой уравнение непрерывности мировой среды – физического

вакуума. Четвертое уравнение определяет скорость света в мировой среде – физическом вакууме как скорость распространения возмущений.

Рассмотрим уравнение (4.12). Запишем его в виде

$$\mathbf{E} + \text{grad}\varphi = -\frac{d\mathbf{A}}{dt}. \quad (4.29)$$

В нем мы также заменили частную производную полной, предполагая возможность перемещения мировой среды. Запись левой части уравнения (4.29) в приведенной форме оправдана, если имеется поле сторонних электрических сил, или если мы хотим определить циркуляцию вектора напряженности  $\mathbf{E}$  по замкнутому контуру. Для свободной мировой среды, видимо, с потерей некоторой общности, уравнение (4.29), учитывая (4.10), переписывается

$$\frac{d\eta\mathbf{V}}{dt} = -\text{grad}\varphi. \quad (4.30)$$

Это вспомогательное уравнение мы будем использовать в дальнейшем.

Система уравнений (4.25) допускает две системы размерностей.

Первая – электродинамическая система размерностей:

$$[\eta] = \left[ \frac{\text{К Г}}{\text{Кл}} \right], [\varphi] = [\text{В}], [\mathbf{V}] = \left[ \frac{\text{М}}{\text{с}} \right], [c] = \left[ \frac{\text{М}}{\text{с}} \right].$$

Вторая – механическая система размерностей:

$$[\eta] = \left[ \frac{\text{КГ}}{\text{М}^3} \right], [\phi] = [\text{Па}], [\mathbf{V}] = \left[ \frac{\text{М}}{\text{с}} \right], [c] = \left[ \frac{\text{М}}{\text{с}} \right].$$

Эти две системы размерностей эквивалентны и пересчитываются с помощью множителя  $k_Q$  (3.19). Действительно, заряд в 1 Кл соответствует объему мировой среды в  $\text{м}^3$

$$1\text{Кл} = k_Q \text{м}^3 = 2,35 \cdot 10^{-28} \text{м}^3, \quad (4.31)$$

Тогда

$$[\eta] = \left[ \frac{\text{КГ}}{\text{Кл}} \right] = \frac{1}{k_Q} \left[ \frac{\text{КГ}}{\text{М}^3} \right], \quad (4.32)$$

$$[\phi] = [B] = \left[ \frac{\text{ВТ}}{\text{А}} \right] = \left[ \frac{\text{Дж} / \text{с}}{\text{Кл} / \text{с}} \right] = \left[ \frac{\text{Дж}}{\text{Кл}} \right] = \frac{1}{k_Q} \left[ \frac{\text{Н} \cdot \text{М}}{\text{М}^3} \right] = \frac{1}{k_Q} [\text{Па}]. \quad (4.33)$$

Соотношение (4.33) устанавливает связь между напряжением, выраженным в Вольтах, и механическим давлением, выраженным в Паскалях.

Физический вакуум – сжимаемая среда. Найдём, по аналогии с гидродинамикой /52/, коэффициент сжимаемости  $\beta_\phi$  и модуль упругости  $G$  физического вакуума

$$\beta_{\varphi} = \frac{1}{\eta} \frac{d\eta}{d\varphi} = \frac{1}{\eta c^2} = \frac{1}{2,42 \cdot 10^{16} \cdot (3 \cdot 10^8)^2} = 4,6 \cdot 10^{-34} \text{ м}^2 / \text{Н} , \quad (4.34)$$

$$G = \frac{1}{\beta_{\varphi}} = \eta c^2 = 2,42 \cdot 10^{16} \cdot (3 \cdot 10^8)^2 = 2,18 \cdot 10^{33} \text{ Н} / \text{м}^2 . \quad (4.35)$$

Для сравнения приведём /40/ коэффициент сжимаемости  $4,7 \cdot 10^{-10} \text{ м}^2 / \text{Н}$  и модуль упругости  $2,13 \cdot 10^9 \text{ Н} / \text{м}^2$  воды.

Таким образом, сжимаемость мировой среды (физического вакуума) значительно меньше сжимаемости воды, и в некоторых случаях ее допустимо приближенно рассматривать как несжимаемую.

Уравнения динамики вакуума (4.25) являются исходными и включают в себя уравнения механики и электродинамики, закон всемирного тяготения, уравнение Шредингера и др. Покажем это.

## Глава 5. Механика

В этой главе рассмотрим законы классической механики и покажем, что они выводятся из уравнений динамики вакуума (4.25) при определенных допущениях. Покажем, что из уравнений динамики вакуума следует релятивистская зависимость массы тела от скорости. Проведем вывод закона тяготения Ньютона из уравнений динамики вакуума с учетом перемещения тел. Также рассмотрим природу сил инерции и возможность перемещения тел за счет сил инерции.

### 5.1. Масса и второй закон Ньютона

На обыденном уровне восприятия мира массу можно определить как меру количества вещества. Масса в переводе с латинского означает глыба, ком, кусок. В классической механике Ньютон /20/ вводит понятие массы как меры инертности, входящую, как коэффициент, во второй закон Ньютона – "инертная масса", а также массу, как меру тяготения, входящую в закон всемирного тяготения – "гравитационная масса". Экспериментально доказано, что инертная и гравитационная массы, с точностью, определяемой погрешностью эксперимента, равны.

В релятивистской механике инертная масса зависит от скорости

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\beta^2}}, \quad (5.1)$$

где  $m_0$  – масса покоя,  $\beta = v/c$ ,  $v$  – скорость тела,  $c$  – скорость света в вакууме.

Но возникает вопрос: если инертная масса в релятивистской механике изменяется согласно закону (5.1), то по какому закону будет изменяться гравитационная масса и сохраняется



ли между ними равенство? Пуанкаре по этому поводу отмечает /53/: "Масса имеет два аспекта: во-первых, это - коэффициент инерции; во-вторых, это – тяготеющая масса, входящая в качестве множителя в формулу ньютонианского тяготения. Если коэффициент инерции не является постоянным, может ли быть постоянной притягивающая масса? Вот вопрос, встающий перед нами". Но окончательного ответа на этот вопрос на сегодня не получено.

Также есть определенное противоречие между определением массы как меры вещества и определением релятивистской массы по формуле (5.1). Если мы принимаем эти два определения массы, то получается зависимость количества вещества от скорости, что противоречит закону сохранения массы.

Как определить понятие массы, привлекая представления о физическом вакууме, чтобы устранить существующие противоречия? Это определение массы мы дали в параграфе 3.2. Оно следующее: масса – мера взаимодействия вещества с мировой средой (физическим вакуумом).

Все атомы, молекулы, тела "погружены" в физический вакуум, состоящий из электронов. Любой нуклон атома, молекулы, тела со всех сторон окружен этой средой, нуклоны с ней контактируют, взаимодействуют, соприкасаются. Эта среда – физический вакуум, с одной стороны, заполняет все пространство, а с другой стороны, является составным элементом всех атомов, молекул, тел, состоящих из нуклонов и электронов. Видимо, в этом и заключалась сложность идентификации, распознавания этой среды – она везде и во всём.

Инерционность тела проявляется как результат взаимодействия с этой средой – физическим вакуумом и определяется уравнениями, описывающими процессы в этой среде. Релятивистские эффекты зависимости массы от скорости объ-

ясняются свойствами среды и выводятся из уравнений динамики вакуума. Покажем это.

Рассмотрим движение протона в физическом вакууме. При этом будем рассматривать процесс в квазистационарном приближении, когда потенциал и плотность физического вакуума не зависят от времени. Получим II закон Ньютона из уравнения (4.30). Сила  $\mathbf{F}$ , которую необходимо приложить к протону, чтобы изменить его скорость, определится

$$\mathbf{F} = - \int_{-r_0}^{r_0} \mathbf{S} \cdot \text{grad} \phi \cdot d\mathbf{r} = \int_{-r_0}^{r_0} S \eta \frac{d\mathbf{V}}{dt} d\mathbf{r} = 6\eta V_p \frac{d\mathbf{V}}{dt}, \quad (5.2)$$

где  $r_0$  – радиус протона,  $S = 4\pi r_0^2$  – площадь поверхности протона,  $V_p = 4\pi r_0^3 / 3$  – объем протона.

Чтобы уравнение (5.2) совпадало со вторым законом Ньютона, необходимо положить

$$\eta_p = 6\eta, \quad (5.3)$$

где  $\eta_p$  – плотность протона.

Учитывая (5.3), получим

$$\mathbf{F} = m_p \frac{d\mathbf{V}}{dt}, \quad (5.4)$$

где  $m_p = 6\eta V_p = \eta_p V_p$  – масса протона.

Уравнение (5.4) представляет собой II закон Ньютона.

Масса протона "проявляется" через взаимодействие с физическим вакуумом. Особенность этого взаимодействия заключается в том, что характеристики физического вакуума – потенциал, плотность, зависят от скорости.

Уравнение (4.30) справедливо и при условии, когда начальная скорость протона в физическом вакууме равна нулю. Запишем уравнение (4.30) для этого случая

$$\eta_0 \frac{d\mathbf{V}}{dt} = -\text{grad} \phi_0, \quad (5.5)$$

где  $\eta_0, \varphi_0$  – плотность и потенциал физического вакуума при нулевой начальной скорости.

Покажем, что потенциал в физическом вакууме зависит от скорости. Выпишем уравнение для скалярного потенциала системы (4.25) в виде

$$\left(\frac{\partial}{\partial t} + (\mathbf{V} \cdot \nabla)\right) \left(\frac{\partial \varphi}{\partial t} + (\mathbf{V} \cdot \nabla) \varphi\right) = c^2 \left(\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2}\right). \quad (5.6)$$

Рассмотрим установившееся движение мировой среды со скоростью  $V_x$  в направлении оси  $x$ . Тогда уравнение (5.6) переписывается

$$(1 - \beta^2) \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2} = 0, \quad (5.7)$$

где  $\beta = V_x / c$ .

Рассмотрим случай, когда  $\varphi$  изменяется только вдоль оси  $x$ . Тогда уравнение (5.7) упростится

$$(1 - \beta^2) \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} = 0. \quad (5.8)$$

Введем новую переменную

$$x^* = \frac{x}{\sqrt{1 - \beta^2}}. \quad (5.9)$$

С учетом (5.9) уравнение (5.8) переписывается

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^{*2}} = 0. \quad (5.10)$$

Решение уравнения (5.10) найдется

$$\varphi = C_1 x^* + C_2, \quad (5.11)$$

где  $C_1$  и  $C_2$  – константы.

Тогда  $\text{grad } \varphi$  в проекции на ось  $x$ , с учетом (5.9), определится

$$\frac{\partial \varphi}{\partial x} = \frac{C_1}{\sqrt{1-\beta^2}}. \quad (5.12)$$

При  $V_x = 0$

$$\frac{\partial \varphi_0}{\partial x} = C_1. \quad (5.13)$$

Из (5.12) и (5.13) найдем

$$\frac{\partial \varphi}{\partial x} = \frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}} \frac{\partial \varphi_0}{\partial x}. \quad (5.14)$$

Так же, как и в (5.3), найдем силу  $F_x$ , которую необходимо приложить к протону, движущемуся вдоль оси  $x$ , чтобы изменить его скорость. С учетом (5.5) и (5.14), получим

$$F_x = - \int_{-r_0}^{r_0} S \frac{\partial \varphi}{\partial x} dx = \int_{-r_0}^{r_0} S \frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}} \eta_0 \frac{dV_x}{dt} dx = \frac{6\eta_0 V_p}{\sqrt{1-\beta^2}} \frac{dV_x}{dt}. \quad (5.15)$$

Окончательно получим

$$F_x = \frac{m_0}{\sqrt{1-\beta^2}} \frac{dV_x}{dt}, \quad (5.16)$$

где  $m_0 = 6\eta_0 V_p = \eta_p V_p$  – масса протона при  $V_x = 0$ .

Масса протона согласно (5.16) найдется

$$m_p = \frac{m_0}{\sqrt{1-\beta^2}}. \quad (5.17)$$

Таким образом, мы получили для массы протона зависимость от скорости, вытекающую из свойств физического вакуума.

## 5.2. Закон всемирного тяготения

Уравнения динамики вакуума (4.25) включают и гравитационное взаимодействие. Получим закон тяготения Ньютона из уравнений (4.25).

Выпишем второе уравнение системы (4.25) для скалярного потенциала, подставив  $\text{grad } \phi$  из (4.30) в предположении  $\eta = \text{const}$  и разделив левую и правую части на  $c^2$

$$\begin{aligned} \nabla^2 \phi = & \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \phi}{\partial t^2} + \frac{2\mathbf{V}}{c^2} \cdot \text{grad} \frac{\partial \phi}{\partial t} - \frac{\eta}{c^2} \left( \frac{\partial \mathbf{V}}{\partial t} \right)^2 - \frac{\eta}{c^2} \frac{\partial \mathbf{V}}{\partial t} \cdot (\text{rot} \mathbf{V} \times \mathbf{V}) - \\ & - \frac{\eta}{c^2} \frac{\partial \mathbf{V}}{\partial t} \cdot \text{grad} \left( \frac{\mathbf{V}^2}{2} \right) + \frac{1}{c^2} \mathbf{V} \cdot \text{grad} (\mathbf{V} \cdot \text{grad} \phi). \end{aligned} \quad (5.18)$$

Мировая среда находится в непрерывном движении. Каждой точке мировой среды соответствуют какие-то значения пульсационных составляющих скорости, потенциала, скорости света. Представим скорость, потенциал, скорость света как сумму средних и пульсационных составляющих

$$\mathbf{V} = \overline{\mathbf{V}} + \mathbf{V}', \quad \phi = \overline{\phi} + \phi', \quad c = \overline{c} + c'. \quad (5.19)$$

Проведем осреднение по времени уравнения (5.18) на интервале  $T$ , значительно превышающем период пульсационных составляющих, полагая, что средняя скорость мировой среды

равна нулю  $\bar{\mathbf{V}} = 0$ . В правой части уравнения (5.18) достоверно будет отличен от нуля член

$$\frac{\eta}{c^2} \frac{1}{T} \int_t^{t+T} \left( \frac{\partial \mathbf{V}'}{\partial t} \right)^2 dt. \quad (5.20)$$

Принимая его во внимание, пренебрегая величинами более высокого порядка малости, осредненное по времени уравнение (5.18) запишется

$$\nabla^2 \bar{\phi} = -\frac{\eta}{c^2} \frac{1}{T} \int_t^{t+T} \left( \frac{\partial \mathbf{V}'}{\partial t} \right)^2 dt. \quad (5.21)$$

В дальнейшем черту над переменной опустим, понимая под переменной ее осредненное значение.

Предположим, что правая часть уравнения (5.21) остается постоянной. Обозначим через  $C_0$

$$\frac{1}{c^2} \frac{1}{T} \int_t^{t+T} \left( \frac{\partial \mathbf{V}'}{\partial t} \right)^2 dt \equiv C_0. \quad (5.22)$$

Тогда уравнение (5.21) запишется

$$\nabla^2 \phi = -\eta C_0. \quad (5.23)$$

Рассмотрим взаимодействие между двумя неподвижными протонами в мировой среде, расположенными на расстоянии  $r$ . Найдем потенциал, создаваемый одним из протонов на расстоянии  $r$ . Потенциал, согласно (5.23), определится /54/

$$\phi = -C_0 \int_{V_p} \frac{\eta dV}{r}. \quad (5.24)$$

С учетом (5.3) получим

$$\phi = -\frac{C_0}{6} \frac{m_p}{r}. \quad (5.25)$$

Найдем  $\text{grad } \phi$  в сферических координатах при центральной симметрии

$$\text{grad}_r \phi = \frac{\partial \phi}{\partial r} = \frac{C_0 m_p}{6r^2}. \quad (5.26)$$

Найдем силу, действующую на второй протон в поле потенциала  $\phi$ , при условии, что  $r \gg r_0$

$$F = - \int_{r-r_0}^{r+r_0} S \cdot \text{grad}_r \phi \cdot dr = \frac{C_0 m_p}{6} 4\pi_0^2 \left( \frac{1}{r} \left| r+r_0 \right| - \frac{1}{r} \left| r-r_0 \right| \right) = -\frac{C_0}{6\eta} \frac{m_p m_p}{r^2}. \quad (5.27)$$

Окончательно для силы  $F$  взаимодействия между двумя протонами получим

$$F = -\frac{C_0}{6\eta} \frac{m_p m_p}{r^2}. \quad (5.28)$$

Знак минус в (5.28) означает, что эта сила – сила притяжения. Этот закон есть не что иное, как закон тяготения Ньютона. Равенство инертной и гравитационной масс во втором законе Ньютона (5.4) и законе тяготения (5.28) получается естественным образом. Масса – мера взаимодействия вещества с мировой средой. Гравитационная постоянная  $\gamma_0$  будет равна

$$\gamma_0 = \frac{C_0}{6\eta} = \frac{1}{6\eta c^2} \frac{1}{T} \int_t^{t+T} \left( \frac{\partial \mathbf{V}'}{\partial t} \right)^2 dt. \quad (5.29)$$

Анализ выражений (5.28) и (5.29) показывает, что причина тяготения заключается в непрерывных пульсационных колебаниях мировой среды.

### 5.3. Уточнение закона тяготения

Какие причины приводят к возникновению силы притяжения, действующей между двумя телами, обратно пропорциональной квадрату расстояния? Анализ проведенного вывода закона тяготения Ньютона в параграфе 5.2 позволяет отметить, что причиной тяготения являются непрерывные пульсации мировой среды. При "погружении" тел в мировую среду они искажают эти равномерные пульсации, что приводит к возникновению осредненной силы. Причем, эта сила появляется при осреднении уравнения для скалярного потенциала (5.18) по времени и является, таким образом, осредненной величиной, не зависящей от времени. Поэтому с этой точки зрения представления о скорости распространения гравитации и гравитационных волнах лишены физического содержания.

Предлагаемая интерпретация природы гравитации несколько схожа с пульсационной теорией гравитации Бьеркнеса [55]. Основное отличие от теории Бьеркнеса заключается в том, что пульсации присущи мировой среде изначально, а не порождаются телами.

В параграфе 5.2 мы получили закон тяготения Ньютона из уравнений динамики вакуума (4.25) как первое приближение. Найдем следующее приближение и посмотрим, что нового оно вносит в закон тяготения.

Выпишем уравнение (5.18)



$$\begin{aligned} \nabla^2 \varphi = & \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2} + \frac{2\mathbf{V}}{c^2} \cdot \text{grad} \frac{\partial \varphi}{\partial t} - \frac{\eta}{c^2} \left( \frac{\partial \mathbf{V}}{\partial t} \right)^2 - \frac{\eta}{c^2} \frac{\partial \mathbf{V}}{\partial t} \cdot (\text{rot} \mathbf{V} \times \mathbf{V}) - \\ & - \frac{\eta}{c^2} \frac{\partial \mathbf{V}}{\partial t} \cdot \text{grad} \left( \frac{V^2}{2} \right) + \frac{1}{c^2} \mathbf{V} \cdot \text{grad} (\mathbf{V} \cdot \text{grad} \varphi). \end{aligned} \quad (5.30)$$

Рассмотрим, как и в параграфе 5.2, взаимодействие между двумя протонами в мировой среде, расположенными на расстоянии  $r$ . Пусть при этом один из протонов движется с постоянной скоростью  $\bar{V}$ . Тогда, проведя осреднение по времени уравнения (5.30), получим

$$(1 - \beta^2) \nabla^2 \bar{\varphi} = -\frac{\eta}{c^2} \frac{1}{T} \int_t^{t+T} \left( \frac{\partial \mathbf{V}'}{\partial t} \right)^2 dt, \quad (5.31)$$

где  $\beta = \bar{V}/c$ .

В дальнейшем черту над переменной опустим, понимая под переменной ее осредненное значение.

Проделав выкладки, как и в параграфе 5.2, окончательно для силы  $F$  взаимодействия между двумя протонами получим

$$F = -\frac{\gamma_0}{1 - \beta^2} \frac{m_p m_p}{r^2}, \quad (5.32)$$

где  $\gamma_0$  – гравитационная постоянная при скорости протона, равной нулю.

Анализ (5.32) показывает, что в этом приближении в законе тяготения появился релятивистский множитель  $1/\sqrt{(1 - \beta^2)}$ . И здесь возможны различные интерпретации. Можно отнести этот множитель к массе и считать гравитационную массу протона зависящей от скорости  $m_p / \sqrt{(1 - \beta^2)}$ . Но тогда бы пришлось признать массу покоящегося протона также зависящей от скорости, что нелогично. Другая интерпретация позволяет

относить релятивистский множитель к гравитационной постоянной, которую обозначим как  $\gamma$

$$\gamma = \frac{\gamma_0}{1 - \beta^2}. \quad (5.33)$$

Тогда полученный результат свидетельствует о зависимости гравитационной постоянной от скорости движения протона.

Относительное изменение гравитационной постоянной определится

$$\frac{\Delta\gamma}{\gamma_0} = \frac{\gamma - \gamma_0}{\gamma_0} = \frac{\gamma_0 \left( \frac{1}{1 - \beta^2} - 1 \right)}{\gamma_0} \approx \beta^2. \quad (5.34)$$

Найденное соотношение (5.34) совпадает с результатом, полученным Р. Дике /56/, из других соображений.

Оценим вариации гравитационной постоянной для планет солнечной системы. Средняя орбитальная скорость для Меркурия составляет /57/ – 47,86 км/с, для Плутона – 4,74 км/с. Тогда

$$2,5 \cdot 10^{-10} < \frac{\Delta\gamma}{\gamma_0} < 2,5 \cdot 10^{-8}. \quad (5.35)$$

Гипотезы об изменении гравитационной постоянной обсуждаются давно /56,58/. Это предположение впервые было высказано А. Эйнштейном /56/ и позже активно развивалось П. Дираком /59/. Проводились попытки экспериментального обнаружения изменения гравитационной постоянной. Так, Д. Миккельсон и М. Ньюмен показали /58/, что с относительной точностью  $10^{-8}$  гравитационная постоянная не меняется с расстоянием в интервале  $0,3 \cdot 10^8 \text{ км} < r < 3 \cdot 10^8 \text{ км}$ . Найденный нами диапазон изменения гравитационной постоянной

(5.35) лежит за пределами точности наблюдений Д. Миккельсона и М. Ньюмена.

Применим полученную формулу (5.32) к анализу гравитационных сил при переменной скорости тела. Такой подход допустим при незначительных изменениях скоростей.

Определим изменение гравитационной постоянной для Земли в течение года при ее движении по орбите. В любой точке эллиптической орбиты на расстоянии  $r$  от центрального тела скорость планеты равна /57/

$$V = V_a \sqrt{\frac{2a}{r} - 1}, \quad (5.36)$$

где  $V_a$  – средняя орбитальная скорость,  $a$  – большая полуось орбиты.

Максимальная скорость движения Земли по орбите – в перигелии  $r = q = a(1 - e)$ , где  $e$  – эксцентриситет эллиптической орбиты (для Земли  $e = 0,0167$ )

$$V_q = V_a \sqrt{\frac{2a}{a(1 - e)} - 1} = V_a \cdot 1,017. \quad (5.37)$$

Минимальная скорость – в афелии  $r = Q = a(1 + e)$

$$V_Q = V_a \sqrt{\frac{2a}{a(1 + e)} - 1} = V_a \cdot 0,983. \quad (5.38)$$

Учитывая, что средняя орбитальная скорость Земли составляет /57/ 29,78 км/с, относительное изменение гравитационной постоянной для Земли в течение года определится

$$0,95 \cdot 10^{-8} < \frac{\Delta\gamma}{\gamma_0} < 1,02 \cdot 10^{-8}. \quad (5.39)$$

Вариации гравитационной постоянной, как отмечается в /56/, могут существенно влиять на сейсмическую активность.

Рассмотрим, учитывает ли полученное приближение закона тяготения Ньютона (5.32) смещение перигелия Меркурия. Для этого преобразуем выражение (5.34), подставив в него скорость из (5.36)

$$\begin{aligned}\gamma &= \frac{\gamma_0}{\frac{V_a^2 \left( \frac{2a}{r} - 1 \right)}{1 - \frac{c^2}{c^2}}} \approx \gamma_0 \left( 1 + \beta_a^2 \left( \frac{2a}{r} - 1 \right) \right) = \\ &= \gamma_0 (1 - \beta_a^2) \left( 1 + \frac{2a\beta_a^2}{(1 - \beta_a^2)} \frac{1}{r} \right),\end{aligned}\tag{5.40}$$

где  $\beta_a^2 = V_a^2 / c^2$ .

С учетом (5.40) закон тяготения (5.32) перепишется

$$F = -\gamma_0 (1 - \beta_a^2) M m \left( \frac{1}{r^2} + \frac{2a\beta_a^2}{(1 - \beta_a^2)} \frac{1}{r^3} \right).\tag{5.41}$$

Здесь  $M$  - масса Солнца,  $m$  - масса планеты.

Помимо члена, обратно пропорционального квадрату расстояния, в законе тяготения Ньютона в этом приближении (5.41) появляется малый член, обратно пропорциональный кубу расстояния. Как известно /55,60/, в таком виде записывал видоизмененный закон Ньютона Клеро для объяснения движения лунного перигея. Впоследствии Клеро от этого закона отказался /60/, тем не менее, он носит его имя.

Рассмотрим, к какому смещению перигелия Меркурия приведет малый добавочный кубический член в законе тяготения (5.41). Ньютон показал /20/, что при силе притяжения  $F$ , пропорциональной

$$\frac{b \cdot \vec{r}^m + d \cdot \vec{r}^n}{\vec{r}^3},\tag{5.42}$$

где  $b, d, m, n$  – константы,  
смещение перигелия определится

$$\delta\varphi = 360^0 \left( \sqrt{\frac{b+d}{mb+nd}} - 1 \right). \quad (5.43)$$

Единицы измерения у Ньютона /20/ выбраны таким образом, что максимальному расстоянию между телом и силовым центром соответствует  $\bar{r} = 1$ . С учетом этого перепишем (5.41) в виде

$$F = -\frac{\gamma_0(1-\beta_a^2)Mm}{a^2(1+e)^2} \left( \frac{1}{\bar{r}^2} + \frac{2\beta_a^2}{(1-\beta_a^2)(1+e)} \frac{1}{\bar{r}^3} \right), \quad (5.44)$$

где  $\bar{r} = r/(a(1+e))$ .

В нашем случае

$$b = 1; m = 1; n = 0; d = \frac{2\beta_a^2}{(1-\beta_a^2)(1+e)}. \quad (5.45)$$

Смещение перигелия Меркурия за один оборот, учитывая, что  $e=0,2056$ , согласно закону (5.44) и (5.43), определится

$$\begin{aligned} \delta\varphi &= 360^0 \left( \sqrt{1 + \frac{2\beta_a^2}{(1-\beta_a^2)(1+e)}} - 1 \right) \approx 360^0 \frac{\beta_a^2}{(1-\beta_a^2)(1+e)} = \\ &= (7,614 \cdot 10^{-6})^0 = (2,74 \cdot 10^{-2})''. \end{aligned} \quad (5.46)$$

Смещение перигелия Меркурия за один земной год составит

$$\delta\varphi_1 = 4\delta\varphi \approx 0,11'' \quad (5.47)$$

Смещение перигелия Меркурия за столетие будет

$$\delta\varphi_{100} = 100\delta\varphi_1 = 11''. \quad (5.48)$$

На движение перигелия Меркурия существенное влияние оказывают планеты солнечной системы, но в "1859г., – как отмечается в /55/, – Лаверье обнаружил, что наблюдаемое смещение перигелия примерно на  $39''$  в столетие больше теоретической величины, равной  $527''$  ". Теоретически определенная величина в  $527''$  складывается из возмущений планет солнечной системы на движение перигелия Меркурия /55/

Планета	Вклад в смещение перигелия
Венера	$280,6''$
Земля	$83,6''$
Марс	$2,6''$
Юпитер	$152,6''$
Сатурн	$7,2''$
Уран	$0,1''$
Всего в столетие	$526,7''$

Уточненное неучтенное смещение перигелия Меркурия составляет /61/  $43''$ . Следовательно, полученный нами результат (5.48) примерно в 4 раза меньше наблюдаемого.

Но здесь следует отметить, что влияние планет на движение перигелия Меркурия, приведенное в таблице, рассчитывалось без учета скорости их движения и само требует уточнений.

## 5.4. Силы инерции

Силы инерции отличаются от сил взаимодействия (контактных, упругих, гравитационных и др.), так как для них

нельзя указать, со стороны каких тел они действуют. Поэтому считается, что на силы инерции не распространяется третий закон Ньютона. По этой причине в некоторых работах /62, 63/ их относят к "псевдо", "нереальным", "фиктивным" силам. Характерной особенностью сил инерции является пропорциональность их, также как и сил тяготения, массе тела.

Но проблема обнаружения тел, со стороны которых действуют силы инерции, существует только в том случае, если мы не учитываем мировой среды, заполняющей все пространство. В нашем представлении масса тела есть мера взаимодействия тела с мировой средой. Пропорциональность сил инерции массе тела свидетельствует о том, что они действуют на тело со стороны мировой среды.

Изложенное позволяет следующим образом определить силы инерции: силы инерции представляют собой силы, действующие на тело со стороны мировой среды (физического вакуума) при ее ускорении.

Второй закон Ньютона выполняется в инерциальных системах отсчета. В неинерциальных системах отсчета для пользования вторым законом Ньютона в него необходимо ввести дополнительно переносные и кориолисовы силы инерции. Этот прием выглядит искусственно. Желательно так записать второй закон Ньютона, чтобы силы инерции появлялись в нем естественным образом, как следствие присутствия мировой среды.

Выпишем второй закон Ньютона для протона в виде (5.4)

$$\mathbf{F} = m_p \frac{d\mathbf{V}}{dt}. \quad (5.49)$$

При движении протона мировая среда, контактирующая с ним, также будет перемещаться. Мировая среда подвижна (в ней возможно электрическое смещение и вращение, в про-

водниках – поступательное движение). Привлекая переменные Эйлера, распишем полную производную

$$\mathbf{F} = m_p \cdot \left( \frac{\partial \mathbf{V}}{\partial t} + \text{rot} \mathbf{V} \times \mathbf{V} + \text{grad} \left( \frac{V^2}{2} \right) \right). \quad (5.50)$$

Рассмотрим движение протона в цилиндрических координатах  $r, \epsilon, z$ , ось  $z$  направим вертикально вверх. Пусть протон вращается с постоянной скоростью  $\omega$  вокруг оси  $z$  и движется в радиальном направлении с постоянной скоростью  $V_r$  - рис.5.1. Составляющие скорости будут равны  $V_r, V_\epsilon = \omega r, V_z = 0$ .

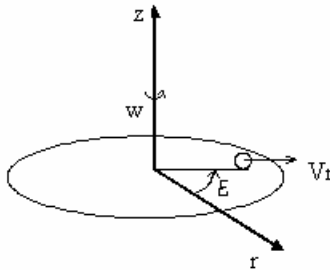


Рис. 5.1

Проекции  $\text{rot} \mathbf{V}$  найдутся

$$\left. \begin{aligned} \text{rot}_r \mathbf{V} &= \frac{1}{r} \frac{\partial V_z}{\partial \epsilon} - \frac{\partial V_\epsilon}{\partial z} = 0, \\ \text{rot}_\epsilon \mathbf{V} &= \frac{\partial V_r}{\partial z} - \frac{\partial V_z}{\partial r} = 0, \\ \text{rot}_z \mathbf{V} &= \frac{1}{r} \cdot \left( \frac{\partial (r V_\epsilon)}{\partial r} - \frac{\partial V_r}{\partial \epsilon} \right) = 2\omega. \end{aligned} \right\} \quad (5.51)$$

Тогда



$$\text{rot}\mathbf{V} \times \mathbf{V} = \begin{vmatrix} \mathbf{e}_r & \mathbf{e}_\varepsilon & \mathbf{e}_z \\ 0 & 0 & 2\omega \\ V_r & V_\varepsilon & 0 \end{vmatrix} = -\mathbf{e}_r 2\omega^2 r - \mathbf{e}_\varepsilon (-2\omega V_r). \quad (5.52)$$

Проекции градиента квадрата скорости найдутся

$$\left. \begin{aligned} \text{grad}_r \left( \frac{V^2}{2} \right) &= \frac{1}{2} \frac{\partial (\omega^2 r^2 + V_r^2)}{\partial r} = \omega^2 r, \\ \text{grad}_\varepsilon \left( \frac{V^2}{2} \right) &= \frac{1}{2r} \frac{\partial (\omega^2 r^2 + V_r^2)}{\partial \varepsilon} = 0. \end{aligned} \right\} \quad (5.53)$$

Уравнения движения в проекциях на оси  $r, \varepsilon$  запишутся

$$\left. \begin{aligned} m_p \left( \frac{\partial V_r}{\partial t} - \omega^2 r \right) &= F_r, \\ m_p \left( \frac{\partial V_\varepsilon}{\partial t} + 2\omega V_r \right) &= F_\varepsilon. \end{aligned} \right\} \quad (5.54)$$

Перепишем систему уравнений (5.54) в следующем виде

$$\left. \begin{aligned} m_p \frac{\partial V_r}{\partial t} &= F_r + m_p \omega^2 r, \\ m_p \frac{\partial V_\varepsilon}{\partial t} &= F_\varepsilon - m_p 2\omega V_r. \end{aligned} \right\} \quad (5.55)$$

Второй член в правой части первого уравнения системы (5.55) представляет собой центробежную силу инерции

$$F_u = m_p \omega^2 r. \quad (5.56)$$

Второй член в правой части второго уравнения системы (5.55) представляет собой кориолисову силу инерции

$$F_k = -m_p 2\omega V_r. \quad (5.57)$$

Силы инерции действуют на тело со стороны мировой среды при ее ускорении.

### 5.5. Третий закон Ньютона

Приведем формулировку третьего закона Ньютона /20/: "Действию всегда есть равное и противоположное противодействие, иначе – взаимодействия двух тел друг на друга между собою равны и направлены в противоположные стороны". Из третьего закона вытекает, что силы взаимодействия возникают попарно, причем они равны и противоположно направлены.

Как мы установили, силы инерции представляют собой силы, действующие на тело со стороны мировой среды при ее ускорении. Возникает вопрос: распространяется третий закон Ньютона на силы инерции?

Рассмотрим вращение тела вокруг оси  $z$  в цилиндрических координатах  $r, \epsilon, z$ . Пусть в начальный момент тело покоилось. Под действием силы  $F_\epsilon$  тело резко ускоряется вдоль направления  $\epsilon$  и изменяет скорость вращения от 0 до  $\omega$ . Проанализируем, как при этом будут изменяться силы, действующие на тело со стороны мировой среды. Выпишем уравнение (4.30), предполагая мировую среду несжимаемой  $\eta = \text{const}$ , в виде

$$\eta \cdot \left( \frac{\partial \mathbf{V}}{\partial t} + \text{rot} \mathbf{V} \times \mathbf{V} + \text{grad} \left( \frac{V^2}{2} \right) \right) = -\text{grad} \phi. \quad (5.58)$$

Уравнение (5.58) в проекции на ось  $r$ , с учетом (5.52) и (5.53), запишется

$$\frac{\partial V_r}{\partial t} = \omega^2 r - \frac{1}{\eta} \frac{\partial \phi}{\partial r}. \quad (5.59)$$

В начальный момент времени, когда тело только начинает вращаться с угловой скоростью  $\omega$ , градиент потенциала  $\phi$  по направлению  $r$  равен нулю, и уравнение (5.59) для этого момента времени запишется

$$\frac{\partial V_r}{\partial t} = \omega^2 r. \quad (5.60)$$

То есть в начальный момент времени на тело со стороны мировой среды будет действовать центробежная сила, неуравновешенная никакими другими силами. Дальнейшее развитие событий может происходить по двум сценариям. В том случае, если тело удерживается в начальном положении жесткими связями, например, соединено с осью вращения рычагом, мировая среда под действием центробежной силы сместится в теле вдоль направления оси  $r$  и возникнет градиент давления  $\partial \phi / \partial r$ , уравновешивающий центробежную силу. Согласно уравнению (5.59), этот градиент будет равен

$$\frac{\partial \phi}{\partial r} = \eta \omega^2 r. \quad (5.61)$$

В этом случае центробежная сила будет уравновешена градиентом потенциала.

В противном случае, если тело не удерживается в начальном положении никакими связями, оно начнет ускоряться в направлении оси  $r$  под действием центробежной силы.

Проведенный анализ показывает, что третий закон Ньютона нарушается под действием центробежной силы инерции в течение кратковременного промежутка времени. При этом необходимыми условиями нарушения третьего закона являются:

1. Во – первых, резкое изменение угловой скорости вращения  $\omega$  тела;
2. Во – вторых, отсутствие жестких связей, удерживающих тело в исходном положении.

## **5.6. Перемещение тел под действием сил инерции**

Из третьего закона Ньютона вытекает /20/, что "центр тяжести системы двух или нескольких тел от взаимодействия тел друг на друга не изменяет ни своего состояния покоя, ни движения; поэтому центр тяжести системы всех действующих друг на друга тел (при отсутствии внешних действий и препятствий) или находится в покое, или движется равномерно и прямолинейно". Но это положение справедливо для внутренних сил, возникающих попарно, и не распространяется на силы инерции. Рассмотрим опыты, в которых нарушается третий закон Ньютона и в которых осуществляется движение тел под действием сил инерции.

### 1. Инерцоид Толчина

Внешне инерцоид Толчина имеет схожее устройство с так называемым центробежным вибратором /35/. Но в отличие от

вибратора инерцоид перемещается в горизонтальном направлении. Это достигается за счет разгона и торможения грузов в определенных фазах их движения. Значительный вклад в изучение и экспериментальное исследование работы инерцоида внес Г.И. Шипов /64/. В дальнейшем изложении используются рисунки из работы /64/. На рис. 5.2 приведена конструкция однотоктного инерцоида Толчина. Важное значение в работе инерцоида играет мотор – тормоз, состоящий из кулачка 8 и пружины 9. Назначение мотор - тормоза состоит в том, чтобы ускорять вращение грузов в секторе углов  $330^{\circ}$ – $360^{\circ}$  и замедлять в секторе углов  $150^{\circ}$ – $180^{\circ}$ .

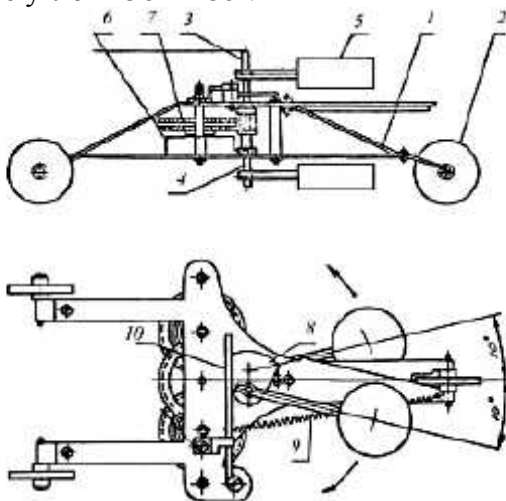


Рис. 5.2. Однотоктный инерцоид Толчина. Рисунок взят из работы /64/. 1 - металлическая платформа, 2 – три свободно вращающихся колеса, 3,4 – ось вращения, 5 – два груза, 6 – пружина, служащая источником внутренней энергии, 7 – система шестеренок, 8 – кулачок, 9 – пружина, 10 – планка.

На рис. 5.3 представлены фазы движения инерцоида за один такт.

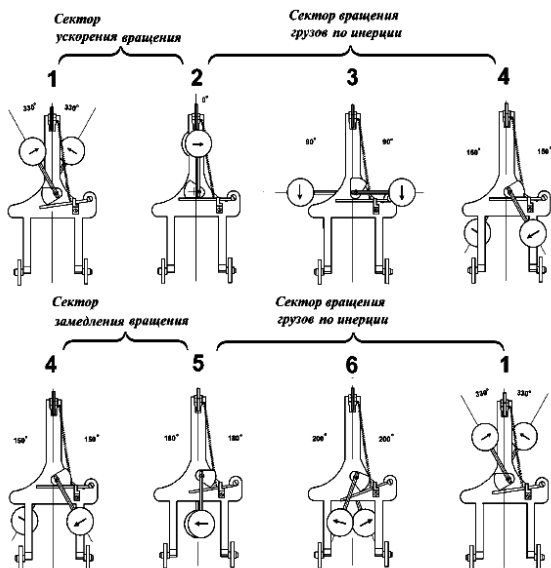


Рис. 5.3. Фазы движения инерцоида. Рисунок взят из работы /64/.

Действие мотор – тормоза приводит к изменению частоты вращения грузов 5. В секторе углов  $330^\circ - 360^\circ$  угловая скорость увеличивается, а в секторе углов  $150^\circ - 180^\circ$  уменьшается.

На рис. 5.4 представлен экспериментальный график движения центра масс однотоктного инерцоида, изображенного на рис. 5.2.



Рис. 5.4. Экспериментальный график движения центра масс инерцоида Толчина. Рисунок взят из работы /64/.

Как отмечается в /64/: "График 5.4 получен для инерцоида, который стартует из состояния покоя (временной сектор 1 на графике). Движение корпуса инерцоида и его центра масс начинается в момент, когда мотор - тормоз ускоряет вращение грузов 5, что длится, примерно 1/10 сек (весь период примерно 7/10 сек). После окончания действия мотор - тормоза центр масс начинает двигаться с (почти) постоянной скоростью 5.7 см/сек до тех пор, пока не начнет опять работать мотор - тормоз (временной сектор 2 на графике). Теперь мотор тормоз начинает уменьшать угловую скорость вращения грузов 5, в результате чего скорость центра масс падает до нуля. Этот процесс продолжается периодически до тех пор, пока завод пружины 6 поддерживает вращение малых грузов 5".

Анализ работы инерцоида Толчина показывает, что здесь происходит нарушение третьего закона Ньютона под действием центробежной силы инерции в течение кратковременного промежутка времени за счет резкого изменения угловой скорости вращения грузов в определенных фазах их движения под действием мотор - тормоза и отсутствия жестких связей, удерживающих тело в исходном положении.

## 2. Опыт с тележкой

Проверку III закона сведем к проверке смещения центра масс системы из состояния покоя под действием центробежной силы, действующей кратковременно, при отсутствии внешних воздействий. Если III закон выполняется, то есть действие равно противодействию, то это смещение невозможно.

Для проверки III закона Ньютона рассмотрим опыт с тележкой /1,2/ – рис.5.5.

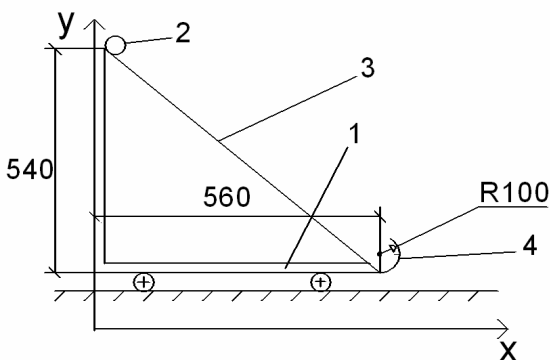


Рис. 5.5. 1 – тележка, 2 – каток, 3 – наклонная плоскость, 4 – закругление.

Тележка массой 9,7 кг может свободно перемещаться по горизонтальной поверхности. По наклонной плоскости тележки скатывается стальной цилиндрический каток массой 2,5 кг, диаметром 45 мм и длиной 195 мм. Было проведено два опыта. В опыте 1 каток в нижней точке наклонной плоскости тележки останавливается фиксатором, выполненным из резинового шланга. В опыте 2 каток после прохождения наклонной плоскости тележки попадает в закругление, выпол-



ненное по радиусу 100 мм. При движении по закруглению возникают центробежные силы, действующие на каток.

Систему координат "ху" свяжем с горизонтальной плоскостью. Ось "х" направим вправо, ось "у" совместим с левой границей тележки.

На систему каток - тележка в проекции на ось "у" действуют внешние силы: сила тяжести, сила реакции опоры. Внешние силы в проекции на ось "х" отсутствуют. До начала движения катка общий центр масс системы каток-тележка неподвижен. Определив положение центра масс системы каток - тележка в проекции на ось "х" до и после опыта, мы сможем судить о выполнении III закона Ньютона. Результаты двух опытов сведены в таблицу №5.1.

Таблица №5.1

№ п/п	смещение тележки	
	опыт 1	опыт 2
	мм	мм
1	-90	-50
2	-80	0
3	-80	-10
4	-70	5
5	-60	-20
6	-80	40
7	-70	-30
8	-80	-10
9	-90	20
10	-70	0
11	-70	-5
12	-70	-10
13	-90	10
14	-100	35
15	-80	10

16	-80	0
17	-90	-15
18	-80	0
19	-90	-25
20	-90	-10
среднее	-80	-3

В опыте 1 тележка смещается влево, поэтому все смещения тележки со знаком "-". В опыте 2 тележка при движении катка по наклонной плоскости смещается влево, после того как каток попадает в закругление, возникает центробежная сила, и тележка движется вправо. Смещение тележки в опыте 1 с учетом погрешности, определённой с доверительной вероятностью 0,99, равно  $(-80 \pm 7)$  мм. Смещение тележки в опыте 2 с учётом погрешности, определённой с доверительной вероятностью 0,99, равно  $(-3 \pm 13)$  мм.

Определим положение общего центра масс системы до и после опыта.

1. До опыта:

$$\begin{aligned} \text{тележка : } X_1 &= 250 \text{ мм, } M_1 = 9,7 \text{ кг;} \\ \text{каток : } X_2 &= 60 \text{ мм, } M_2 = 2,5 \text{ кг.} \end{aligned} \quad (5.62)$$

Общий центр масс системы

$$X_c = \frac{\sum_i (M_i X_i)}{\sum_i M_i} = \frac{9,7 \cdot 250 + 2,5 \cdot 60}{9,7 + 2,5} = 211 \text{ мм.} \quad (5.63)$$

## 2. Опыт 1:

$$\begin{aligned} \text{тележка : } X_1 &= 250 - 80 = 170 \text{ мм, } M_1 = 9,7 \text{ кг;} \\ \text{каток : } X_2 &= 560 - 80 = 480 \text{ мм, } M_2 = 2,5 \text{ кг.} \end{aligned} \quad (5.64)$$

Общий центр масс системы

$$X_c = \frac{9,7 \cdot 170 + 2,5 \cdot 480}{9,7 + 2,5} = 233 \text{ мм.} \quad (5.65)$$

## 3. Опыт 2:

$$\begin{aligned} \text{тележка : } X_1 &= 250 - 3 = 247 \text{ мм, } M_1 = 9,7 \text{ кг;} \\ \text{каток : } X_2 &= 560 - 3 = 557 \text{ мм, } M_2 = 2,5 \text{ кг.} \end{aligned} \quad (5.66)$$

Общий центр масс системы

$$X_c = \frac{9,7 \cdot 247 + 2,5 \cdot 557}{9,7 + 2,5} = 310 \text{ мм.} \quad (5.67)$$

Сравним положение общего центра масс системы, до опыта и после, в опыте 1. Расхождение в положении общего центра масс составляет порядка 10%. Это расхождение можно отнести на счёт: 1. погрешности измерений смещения тележки, 2. неучтенного трения в подшипниках тележки. Таким образом, в опыте 1 положение общего центра масс системы каток - тележка, с учетом погрешностей измерений, неизменно.

В опыте 2 общий центр масс системы каток - тележка сместился в положительном направлении на 99 мм, и расхождение в положении центра масс системы до и после опыта

составляет порядка 47%. Это расхождение трудно объяснить погрешностью измерений. Можно утверждать, что в опыте 2 произошло смещение общего центра масс системы под действием центробежной силы.

### 3. Машущий полет насекомых и птиц

Если это так, если III закон Ньютона нарушается под действием центробежной силы инерции в течение кратковременного промежутка времени, то неужели нигде в природе не реализован этот механизм перемещения, перемещения за счёт сил инерции? Реализован. В машущем полёте насекомых и птиц.

Машущий полет насекомых и птиц содержит в себе много неясного, непонятого. "Так, согласно законам современной аэродинамики, — как отмечается в /65/, — майский жук летать не должен. Однако, ниспровергая всю нынешнюю теорию полета и сбивая с толку специалистов по аэродинамике, это насекомое все же летает. ...Какая же сила отрывает жука от земли? Вибрация? Воздушные потоки? Да, но площадь крыла слишком мала по отношению к массе тела самого насекомого. Для того чтобы летать, майский жук при средней массе 0,9 г должен иметь коэффициент подъемной силы от 2 до 3. Фактически же у этого насекомого коэффициент подъемной силы меньше единицы!" Свидетельством того, что машущий полет еще далек от разгадки, служит отсутствие махолетов, созданных человеком. Хотя известно /65/, что "летательный механизм птиц почти в 10 раз экономичнее, чем у самых совершенных самолетов".

Машущий полёт является основным видом полёта насекомых, насчитывающих около 1 млн. видов. В машущем полёте, траектория крыла насекомого описывает сложную кривую в виде восьмёрки и нуля, а также их сочетания /66/. Видимо, основное назначение крыла насекомого заключается не

в создании подъёмной силы за счёт взаимодействия с потоком воздуха, а в резком изменении угловой скорости вращения крыла вокруг продольной оси в определенных фазах траектории, что приводит к возникновению неуравновешенной центробежной силы инерции, действующей на крыло. Интересен в этой связи эксперимент, описанный в /67/ при анализе подъёмной силы, проведённый Чедвиком. "Были сделаны следующие важные наблюдения:

1). как частота взмаха крыла, так и амплитуда взмаха изменяются по экспоненциальной функции (с отрицат. показателем) от плотности воздуха, тогда как аэродинамические силы прямо пропорциональны последней.

2). скорость поглощения кислорода не меняется при изменении давления от 760 до 200 мм.рт.ст. в чистом кислороде... Допуская, что изменение давления не влияет на "эффективность" полёта, Чедвик на основе своего второго наблюдения делает вывод, что суммарное количество высвобождаемой энергии постоянно и что поскольку оно зависит только от плотности воздуха, амплитуды взмаха, частоты взмахов крыла и какой-то функции угла атаки, а зависимость, наблюдаемая между первыми тремя параметрами, не может обеспечить постоянство высвобождаемой энергии, остаётся методом исключения предположить, что регуляция осуществляется путём соответствующего изменения угла атаки". Этот опыт подтверждает слабую зависимость подъёмной силы от наличия воздуха.

В машущем полёте птицы также используется этот эффект в определённых фазах движения крыла. При движении крыла вниз происходит его перекручивание вокруг продольной оси. Как отмечается в /68/: "Перекручивание в зависимости от случая, может быть выражено в различной степени. При очень медленном полёте чайки перекручивание происходит только в конце опускания крыла вниз. При не-

которых особых случаях полёта перекручивание очень значительно". При опускании крыла оно перекручивается так /68/, "что в концевой части крыла передний конец по отношению к заднему оказывается опущенным. Пронация кисти может достигать до  $70^\circ$ . Повернутая таким образом поверхность занимает от  $1/3$  до  $1/4$  площади всего крыла (рис.5.6)".



Рис. 5.6. Вид сзади на чайку, поднимающую крылья (верх рисунка), и на чайку, опускающую крылья (низ рисунка). Рисунок взят из работы /68/.

Резкое изменение угловой скорости вращения крыла вокруг продольной оси при его перекручивании при движении вниз порождает неуравновешенную центробежную силу инерции, действующую на крыло и создающую силу тяги.

## Глава 6. Электродинамика

Так как уравнения динамики вакуума (4.25) получены путем обобщения уравнений Максвелла для вакуума, то, следовательно, электродинамика Максвелла автоматически описывается этими уравнениями.

В этой главе рассмотрим основные понятия электродинамики: понятия поля и вакуума, важные для развиваемого в этой работе подхода. А также рассмотрим новую электродинамическую силу, открытую Николаевым /69/.

### 6.1. Понятие поля

В современной физике при рассмотрении многих явлений наряду с понятием вещества вводится понятие поля: гравитационное поле, электромагнитное поле, поле ядерных сил и др. Предполагается, что возможны две формы существования материи: вещество и поле. Так, электромагнитное поле определяется /37/ как "особая форма материи, посредством которой осуществляется взаимодействие между электрически заряженными частицами. Электромагнитное поле в вакууме характеризуется вектором напряженности электрического поля  $\mathbf{E}$  и магнитной индукцией  $\mathbf{B}$ , которые определяют силы, действующие со стороны поля на неподвижные и движущиеся заряженные частицы". Связь между напряженностью электрического поля  $\mathbf{E}$  и магнитной индукцией  $\mathbf{B}$  описывается уравнениями Максвелла. В том, что уравнения Максвелла описывают реально существующие связи между  $\mathbf{E}$  и  $\mathbf{B}$ , сегодня никто не сомневается. Поэтому, в принципе, можно электромагнитное поле определить как то, что описывается уравнениями Максвелла и ограничиться этим.

Но можно попробовать пойти дальше. Раз поле – форма существования материи, то мы вправе поставить вопрос – какой материи? И здесь возможны два подхода. Можно, как это делает Брон [70], электромагнитное поле определить как самостоятельную сущность и назвать особым видом материи. Второй подход, который развивали Фарадей и Максвелл, заключается в рассмотрении электромагнитного поля как физического процесса, происходящего в мировой среде. Фарадей и Максвелл объясняли электрические и магнитные явления упругими деформациями и вращениями в мировой среде.

Но при рассмотрении процессов, происходящих в мировой среде, существует определенное противоречие в поведении этой среды на макро и микроуровне. На макроуровне, при перемещении различных тел, мы не замечаем влияния этой среды, в то время как на микроуровне мировая среда – физический вакуум ведет себя как диэлектрик, в котором отсутствует электропроводность. Чтобы разобраться в особенностях проявления мировой среды на микроуровне, рассмотрим подробнее процессы, происходящие в вакууме в электронной лампе.

## **6.2. Вакуум как диэлектрик**

При рассмотрении процессов в электронной лампе будем исходить из того, что они описываются уравнениями динамики вакуума (4.25).

В нашем представлении между двумя электродами в вакуумной электронной лампе присутствует мировая среда, рис. 6.1. Известно, что электропроводность в электронной лампе, если создать на электродах разность потенциалов, возникает не сразу, и только при очень высоких значениях разности по-



тенциалов происходит вакуумный пробой /37/. Если между электродами присутствует мировая среда, которая представляет собой сплошную непрерывную подвижную среду, состоящую из электронов, то почему эта среда ведет себя как диэлектрик? Для ответа на поставленный вопрос обратимся к уравнениям динамики вакуума.

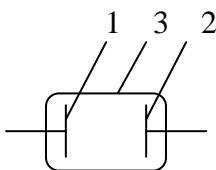


Рис. 6.1. Электронная лампа: 1 – катод, 2 – анод, 3 – стенки вакуумной колбы.

Рассмотрение проведем в предположении несжимаемости мировой среды  $\eta = \text{const}$ . Выпишем первое уравнение системы (4.25) в виде

$$\frac{\partial^2 \mathbf{V}}{\partial t^2} + 2(\mathbf{V} \cdot \nabla) \frac{\partial \mathbf{V}}{\partial t} + \left( \frac{\partial \mathbf{V}}{\partial t} \cdot \nabla \right) \mathbf{V} + (\mathbf{V} \cdot \nabla)(\mathbf{V} \cdot \nabla) \mathbf{V} = c^2 \nabla^2 \mathbf{V}. \quad (6.1)$$

При выполнении преобразований нам понадобятся формулы векторного анализа /71/

$$\text{grad}(\mathbf{C} \cdot \mathbf{D}) = (\mathbf{C} \cdot \nabla) \mathbf{D} + (\mathbf{D} \cdot \nabla) \mathbf{C} + \mathbf{C} \times \text{rot} \mathbf{D} + \mathbf{D} \times \text{rot} \mathbf{C}, \quad (6.2)$$

$$\text{rot}(\mathbf{C} \times \mathbf{D}) = (\mathbf{D} \cdot \nabla) \mathbf{C} - (\mathbf{C} \cdot \nabla) \mathbf{D} + \mathbf{C} \text{div} \mathbf{D} - \mathbf{D} \text{div} \mathbf{C}, \quad (6.3)$$

где  $\mathbf{C}$  и  $\mathbf{D}$  - произвольные векторы.

Из (6.2) и (6.3) получим формулу для векторного выражения  $(\mathbf{C} \cdot \nabla)\mathbf{D}$

$$(\mathbf{C} \cdot \nabla)\mathbf{D} = \frac{1}{2}(\text{grad}(\mathbf{C} \cdot \mathbf{D}) - \text{rot}(\mathbf{C} \times \mathbf{D}) + \mathbf{C} \text{div} \mathbf{D} - \mathbf{D} \text{div} \mathbf{C} - \mathbf{C} \times \text{rot} \mathbf{D} - \mathbf{D} \times \text{rot} \mathbf{C}). \quad (6.4)$$

Выразим конвективную производную скорости мировой среды из уравнения (4.30)

$$(\mathbf{V} \cdot \nabla)\mathbf{V} = -\frac{1}{\eta} \text{grad} \phi - \frac{\partial \mathbf{V}}{\partial t}. \quad (6.5)$$

С учетом (6.5) уравнение (6.1) переписывается

$$\frac{\partial^2 \mathbf{V}}{\partial t^2} + (\mathbf{V} \cdot \nabla) \frac{\partial \mathbf{V}}{\partial t} + \left( \frac{\partial \mathbf{V}}{\partial t} \cdot \nabla \right) \mathbf{V} - \frac{1}{\eta} (\mathbf{V} \cdot \nabla) \text{grad} \phi = c^2 \nabla^2 \mathbf{V}. \quad (6.6)$$

Для преобразования второго и третьего членов в левой части уравнения (6.6) воспользуемся формулой (6.2), для преобразования четвертого члена – формулой (6.4), в результате получим

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 \mathbf{V}}{\partial t^2} + \text{grad}(\mathbf{V} \cdot \frac{\partial \mathbf{V}}{\partial t}) - \mathbf{V} \times \text{rot} \frac{\partial \mathbf{V}}{\partial t} - \frac{\partial \mathbf{V}}{\partial t} \times \text{rot} \mathbf{V} - \frac{1}{2\eta} (\text{grad}(\mathbf{V} \cdot \text{grad} \phi) - \\ - \text{rot}(\mathbf{V} \times \text{grad} \phi) + \mathbf{V} \text{div} \text{grad} \phi - \text{grad} \phi \cdot \text{div} \mathbf{V} - \text{grad} \phi \times \text{rot} \mathbf{V}) = c^2 \nabla^2 \mathbf{V}. \end{aligned} \quad (6.7)$$

Рассмотрим уравнение (6.7) в одномерном приближении

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 V_x}{\partial t^2} + \frac{\partial}{\partial x} (V_x \frac{\partial V_x}{\partial t}) - \frac{1}{2\eta} (\frac{\partial}{\partial x} (V_x \frac{\partial \phi}{\partial x}) + \\ + V_x \frac{\partial^2 \phi}{\partial x^2} - \frac{\partial \phi}{\partial x} \frac{\partial V_x}{\partial x}) = c^2 \frac{\partial^2 V_x}{\partial x^2}. \end{aligned} \quad (6.8)$$

Раскрывая скобки и учитывая, что из (6.5) для одномерного приближения

$$V_x \frac{\partial^2 V_x}{\partial x \partial t} = - \frac{V_x}{\eta} \frac{\partial^2 \phi}{\partial x^2} - V_x \frac{\partial}{\partial x} (V_x \frac{\partial V_x}{\partial x}), \quad (6.9)$$

после преобразований получим

$$\frac{\partial^2 V_x}{\partial t^2} + \frac{\partial V_x}{\partial x} \cdot \frac{\partial V_x}{\partial t} - ((\frac{\partial V_x}{\partial x})^2 + \frac{2}{\eta} \frac{\partial^2 \phi}{\partial x^2}) V_x = (c^2 + V_x^2) \frac{\partial^2 V_x}{\partial x^2}. \quad (6.10)$$

Для нахождения потенциала  $\phi$  привлечем второе уравнение системы (4.25). В одномерном приближении оно запишется

$$\frac{\partial^2 \phi}{\partial t^2} + 2V_x \frac{\partial^2 \phi}{\partial x \partial t} + \frac{\partial V_x}{\partial t} \frac{\partial \phi}{\partial x} + V_x \frac{\partial V_x}{\partial x} \frac{\partial \phi}{\partial x} = (c^2 - V_x^2) \frac{\partial^2 \phi}{\partial x^2}. \quad (6.11)$$

Уравнения (6.10) и (6.11) описывают процессы, происходящие в вакууме в электронной лампе в одномерном приближении. Эти уравнения нелинейные, и решение их возможно получить численным методом. Для решения использовался явный конечно-разностный метод. Производные заменялись конечными разностями

$$\frac{\partial \Phi}{\partial x} \approx \frac{\Phi_{i+1,j} - \Phi_{i-1,j}}{2\Delta x},$$

$$\frac{\partial \Phi}{\partial t} \approx \frac{\Phi_{i,j} - \Phi_{i,j-1}}{\Delta t},$$

$$\frac{\partial^2 \Phi}{\partial x \partial t} \approx \frac{(\Phi_{i+1,j} - \Phi_{i-1,j}) - (\Phi_{i+1,j-1} - \Phi_{i-1,j-1})}{2\Delta x \Delta t}, \quad (6.12)$$

$$\frac{\partial^2 \Phi}{\partial x^2} \approx \frac{\Phi_{i+1,j} - 2\Phi_{i,j} + \Phi_{i-1,j}}{\Delta x^2},$$

$$\frac{\partial^2 \Phi}{\partial t^2} \approx \frac{\Phi_{i,j+1} - 2\Phi_{i,j} + \Phi_{i,j-1}}{\Delta t^2},$$

где  $\Phi$  – переменная ( $V_x, \phi$ ),  $\Delta x$  – шаг по оси  $x$ ,  $\Delta t$  – шаг по времени,  $i$  – номер узла разностной сетки по оси  $x$ ,  $j$  – номер узла разностной сетки по времени.

Подставляя (6.12) в уравнения (6.10) и (6.11), получим разностные уравнения для переменных  $V_{xi,j+1}$ ,  $\Phi_{i,j+1}$ .

$$\begin{aligned} V_{xi,j+1} = & 2 \cdot V_{xi,j} - V_{xi,j-1} - \frac{V_{xi,j} - V_{xi,j-1}}{\Delta t} \cdot \frac{V_{xi+1,j} - V_{xi-1,j}}{2 \cdot \Delta x} \cdot \Delta t^2 + \\ & + V_{xi,j} \cdot \left[ \left( \frac{V_{xi+1,j} - V_{xi-1,j}}{2 \cdot \Delta x} \right)^2 + \frac{2}{\eta} \left( \frac{\Phi_{i+1,j} - 2 \cdot \Phi_{i,j} + \Phi_{i-1,j}}{\Delta x^2} \right) \right] \cdot \Delta t^2 + \\ & + (c^2 + V_{xi,j}^2) \cdot \frac{V_{xi+1,j} - 2 \cdot V_{xi,j} + V_{xi-1,j}}{\Delta x^2} \cdot \Delta t^2, \end{aligned} \quad (6.13)$$

$$\begin{aligned}
\varphi_{i,j+1} = & 2 \cdot \varphi_{i,j} - \varphi_{i,j-1} - \frac{V_{xi,j} - V_{xi,j-1}}{\Delta t} \cdot \frac{\varphi_{i+1,j} - \varphi_{i-1,j}}{2 \cdot \Delta x} \cdot \Delta t^2 - \\
& - V_{xi,j} \cdot \frac{(\varphi_{i+1,j} - \varphi_{i-1,j}) - (\varphi_{i+1,j-1} - \varphi_{i-1,j-1})}{\Delta x} \cdot \Delta t - \\
& - V_{xi,j} \cdot \frac{V_{xi+1,j} - V_{xi-1,j}}{2 \cdot \Delta x} \cdot \frac{\varphi_{i+1,j} - \varphi_{i-1,j}}{2 \cdot \Delta x} \cdot \Delta t^2 + \\
& + (c^2 - V_{xi,j}^2) \cdot \frac{\varphi_{i+1,j} - 2 \cdot \varphi_{i,j} + \varphi_{i-1,j}}{\Delta x^2} \cdot \Delta t^2.
\end{aligned} \tag{6.14}$$

В качестве начальных условий на первом и втором временном слое задавались нулевые начальные условия. Граничными поверхностями в рассматриваемой задаче являются катод и анод. На них задавались граничные условия. На аноде задавался нулевой потенциал ( $\varphi = 0$ ). Потенциал на катоде определялся значением напряженности электрического поля  $E$  между катодом и анодом

$$\varphi = E \cdot x_{\max}, \tag{6.15}$$

где  $x_{\max}$  – расстояние между катодом и анодом (принималось  $x_{\max} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ ).

Скорость мировой среды на границах (катоде,  $i=1$  и аноде,  $i=n$ ) определялась

$$\begin{aligned}
V_{x1,j+1} &= 2V_{x2,j+1} - V_{x3,j+1}, \\
V_{xn,j+1} &= 2V_{xn-1,j+1} - V_{xn-2,j+1},
\end{aligned} \tag{6.16}$$

где  $n$  – количество узлов по оси  $x$ .

Шаг по времени  $\Delta t$  и по пространству  $\Delta x$  выбирался таким образом, чтобы выполнялось условие Куранта, Фридрикса и Леви /72/

$$\frac{\Delta t}{\Delta x} \leq \frac{1}{|V_x| + c}, \quad (6.17)$$

необходимое для обеспечения устойчивости разностной схемы. В разностной схеме принимались значения  $\Delta x = 2 \cdot 10^{-4}$  м,  $\Delta t = 5 \cdot 10^{-13}$  с.

Программа реализована в среде Mathcad 7 Pro.

Исследовалась задача: как изменяется плотность тока между катодом и анодом при изменении напряженности электрического поля? Изменялась напряженность электрического поля между катодом и анодом  $E$  и анализировалось изменение во времени малых возмущений скорости мировой среды, создаваемых искусственно в одной из точек на втором временном слое ( $V_{x1,2} = 10^{-30}$ ). Результаты расчетов приведены на рис. 6.2, 6.3, 6.4.

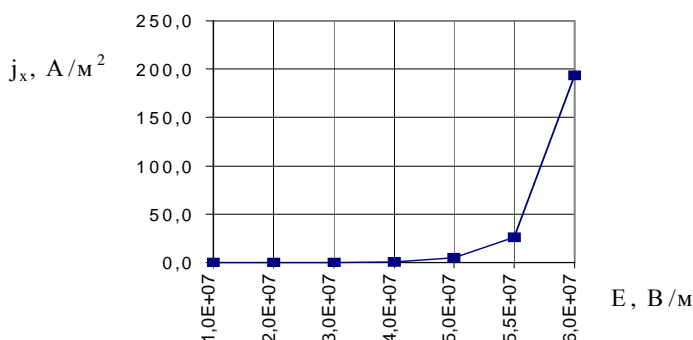


Рис. 6.2.

На рис. 6.2 по оси абсцисс отложена напряженность  $E$  электрического поля между катодом и анодом. По оси ординат – максимальная в рассматриваемом режиме плотность тока  $j_x$  между катодом и анодом, которая определяется с привлечением формулы (3.22) как

$$j_x = \frac{1}{k_Q} V_x, A/m^2. \quad (6.18)$$

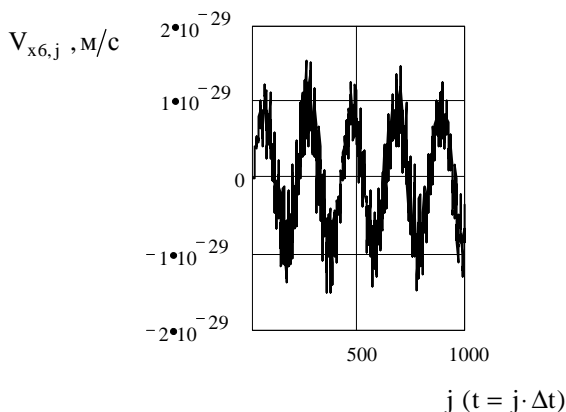


Рис. 6.3:  $E = 2 \cdot 10^7$  В/м.

На рис.6.3 и рис.6.4 приведены кривые изменения во времени (здесь  $j$  – номер узла разностной сетки по оси  $t$ ) малых возмущений скорости мировой среды в точке  $i=6$  (средняя точка между катодом и анодом) при различных значениях напряженности электрического поля.

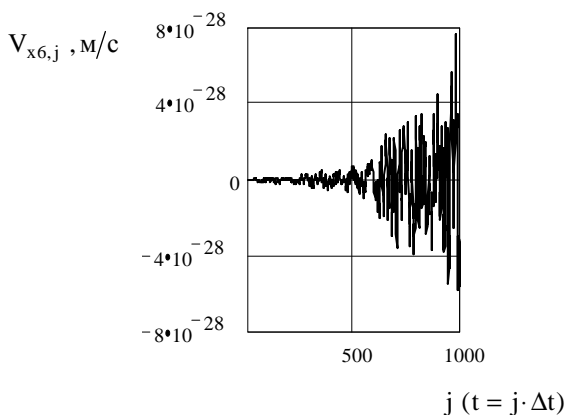


Рис. 6.4:  $E = 5 \cdot 10^7$  В/м.

Анализ полученных результатов показывает, что малые возмущения скорости мировой среды  $V_x$  (плотности тока  $j_x$ ), при напряженности электрического поля между катодом и анодом  $E \geq 5 \cdot 10^7$  В/м становятся неустойчивыми, возникает автоэлектронная эмиссия и затем происходит вакуумный пробой. На рис. 6.2 показан процесс начала потери устойчивости. При дальнейшем увеличении напряженности электрического поля между катодом и анодом плотность тока значительно возрастает. Так, при напряженности  $E = 7 \cdot 10^7$  В/м плотность тока составляет  $j_x = 15,3 \cdot 10^6$  А/м<sup>2</sup>.

Таким образом, уравнения динамики вакуума качественно верно описывают процессы в электронной лампе. Здесь мы говорим только о качественном совпадении полученных результатов с экспериментальными данными. Напряженность, при которой возникает автоэлектронная эмиссия в электронной лампе, зависит, как известно [73], от различных факторов:

- материала катода и анода,
- структуры поверхности электродов,
- конструкции электронной лампы

и ряда других, которые в рассматриваемой постановке задачи не учитываются.

### 6.3. Сила Николаева

Современная электродинамика, разработанная Максвеллом, и в основе которой лежат уравнения Максвелла, предполагает несжимаемость мировой среды. То есть уравнения Максвелла являются частным случаем уравнений динамики вакуума (4.25), в которых сжимаемость мировой среды учитывается. Сжимаемость мировой среды, как показано в пара-



графе 4.3 – выражение (4.34), незначительна, но она проявляется в некоторых физических эффектах, установленных опытным путем и игнорируемых современной электродинамикой как невозможные. Во-первых, это продольные электромагнитные волны. Во-вторых, это дополнительные электромагнитные силы, обусловленные сжимаемостью среды.

В работах Г.В. Николаева /69/ опытным путем установлено существование так называемого скалярного магнитного поля  $\mathbf{B} = -\text{div}\mathbf{A}$ , где  $\mathbf{A}$  – векторный потенциал, в отличие от векторного магнитного поля, присутствующего в электродинамике Максвелла  $\mathbf{B} = \text{rot}\mathbf{A}$ .

При движении заряда  $q$  со скоростью  $\mathbf{V}$  в векторном магнитном поле на него действует сила Лоренца

$$\mathbf{F}_L = q\mathbf{V} \times \mathbf{B} = q\mathbf{V} \times \text{rot}\mathbf{A}, \quad (6.19)$$

где  $q$  – заряд,  $\mathbf{V}$  – скорость,  $\mathbf{A}$  – векторный потенциал.

Существование так называемого скалярного магнитного поля приводит к возникновению продольной силы, действующей на заряды и определяемой как /69/

$$\mathbf{F}_N = -q\mathbf{V} \cdot \mathbf{B} = q\mathbf{V} \cdot \text{div}\mathbf{A}, \quad (6.20)$$

где  $q$  – заряд,  $\mathbf{V}$  – скорость,  $\mathbf{A}$  – векторный потенциал.

Причем направление действия этой силы, назовем ее силой Николаева, совпадает с направлением скорости движения заряда. Рассмотрим причины возникновения этой силы, связанной, как мы уже отметили, со сжимаемостью мировой среды. Выпишем вспомогательное уравнение (4.30) учитывая сжимаемость мировой среды

$$-\text{grad}\phi = \eta \frac{d\mathbf{V}}{dt} + \mathbf{V} \frac{d\eta}{dt}. \quad (6.21)$$

Полные производные в (6.21) распишутся

$$\frac{d\mathbf{V}}{dt} = \frac{\partial \mathbf{V}}{\partial t} + \text{grad}\left(\frac{V^2}{2}\right) - \mathbf{V} \times \text{rot} \mathbf{V}, \quad (6.22)$$

$$\frac{d\eta}{dt} = \frac{\partial \eta}{\partial t} + \mathbf{V} \cdot \text{grad} \eta. \quad (6.23)$$

Будем рассматривать стационарный случай, когда локальные производные по времени равны нулю. Тогда подставляя (6.22) и (6.23) в (6.21), получим

$$-\text{grad} \phi = \eta \cdot \text{grad}\left(\frac{V^2}{2}\right) - \eta \mathbf{V} \times \text{rot} \mathbf{V} + \mathbf{V} \cdot (\mathbf{V} \cdot \text{grad} \eta). \quad (6.24)$$

Из уравнения неразрывности (3.27) для стационарного случая следует

$$\mathbf{V} \cdot \text{grad} \eta = -\eta \text{div} \mathbf{V}. \quad (6.25)$$

Подставляя (6.25) в (6.24), получим

$$-\text{grad} \phi = \eta \cdot \text{grad}\left(\frac{V^2}{2}\right) - \eta \mathbf{V} \times \text{rot} \mathbf{V} - \eta \mathbf{V} \cdot \text{div} \mathbf{V}. \quad (6.26)$$

Сила  $\mathbf{F}$ , действующая на заряд  $q$  в поле градиента скалярного поля  $\phi$ , учитывая, что заряд электрона отрицательный, определится

$$\begin{aligned} \mathbf{F} = -q \cdot \text{grad} \phi = & -|q| \cdot \eta \cdot \text{grad}\left(\frac{V^2}{2}\right) + |q| \cdot \eta \mathbf{V} \times \text{rot} \mathbf{V} + \\ & + |q| \cdot \eta \mathbf{V} \cdot \text{div} \mathbf{V}. \end{aligned} \quad (6.27)$$

Второй член в правой части представляет собой силу Лоренца. Третий член в правой части представляет собой силу Николаева

$$\mathbf{F}_N = |q| \cdot \eta \mathbf{V} \cdot \operatorname{div} \mathbf{V}. \quad (6.28)$$

Полученное выражение для силы Николаева несколько отличается от выражения (6.20), введенного в работе /69/. Основное отличие заключается в том, что дивергенция здесь берется от скорости, а не от векторного потенциала. Сила Николаева установлена в экспериментах опытным путем /69/. Но проведенный вывод выражения (6.28) показывает, что наличие этой силы обусловлено сжимаемостью мировой среды и введение скалярного магнитного поля, как это делается в работе /69/, вряд ли целесообразно, так как магнитное поле обусловлено вращением мировой среды.

Направление действия силы Николаева совпадает с направлением скорости движения мировой среды при наличии дивергенции скорости. Это подтверждается экспериментами по исследованию эффекта Губера в работах Г.В. Николаева, К.М. Поливанова, А.В. Нетушил, Н.В. Татариновой /69, 74, 75/, заключающегося в возникновении крутящего момента на колесной паре рельсов при подводе к ним электрического тока. Приведем результаты эксперимента по исследованию электродвигателя Мильроя /69, 75/, принцип действия которого основан на эффекте Губера – рис.6.5.

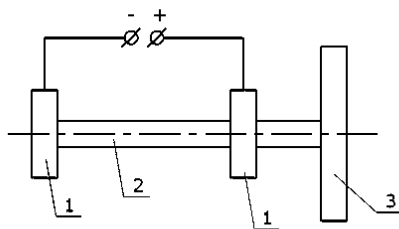


Рис.6.5. Электродвигатель Мильеря: 1 – подшипники, 2 – стальной вал, 3 – маховик.

Электродвигатель Мильеря состоит из электропроводящего вала и двух подшипников, к внешним неподвижным обоймам которых подводится постоянное напряжение. В экспериментальной установке используются два шариковых радиальных однорядных подшипника (внутренний диаметр – 7 мм, наружный диаметр – 19 мм, количество шариков – 6, диаметр шариков – 3,97 мм, подшипники 17 по Гост 8338-75).

В качестве источника питания использовалась аккумуляторная батарея на 12 В и 9 Ачас. Измерялись напряжение на внешних обоймах подшипников, сила тока и число оборотов вала двигателя. Перед работой подшипники смазывались индустриальным маслом. После подачи напряжения на внешние обоймы вал не вращается. Вращение вала начинается после предварительного толчка, и он быстро набирает устойчивые обороты. Причем направление вращения совпадает с направлением предварительного толчка, как в одну, так и в другую стороны, что подтверждает особенность силы Николаева – она действует в направлении, совпадающем с направлением скорости движения мировой среды (электронов) при наличии дивергенции скорости. При вращении вала напряжение на внешних обоймах подшипников составляет 2,4 В, сила тока 100

достигала значения 150 А и постепенно падала, число оборотов составляло 1000 об/мин и также постепенно падало. При работе установки смазка подгорает, подшипники разогреваются до температуры 120-80 °С за достаточно короткий промежуток времени, порядка 1 мин. Падение силы тока при постоянном напряжении на внешних обоймах подшипников вызвано, по всей видимости, ростом сопротивления цепи из – за подгорания масла. Когда подшипник, присоединенный к минусу батареи, так как он больше греется, «высох» - смазка вся испарилась, число оборотов начало падать и возникло визуально наблюдаемое искрение в подшипнике. После дополнительной смазки подшипников промышленным маслом искрение исчезло, и число оборотов снова возросло. Это свидетельствует о том, что искрение является отрицательным побочным эффектом, а не причиной движения колесной пары в эффекте Губера, как предполагается в /74,75/.

Рассмотрим причины, приводящие к вращению двигателя Мильроя. На рис. 6.6 представлен фрагмент подшипника.

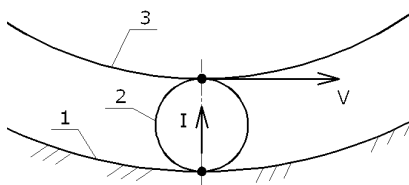


Рис. 6.6. Фрагмент подшипника: 1 – наружное неподвижное кольцо, 2 – один из шести шариков, 3 – внутреннее подвижное кольцо.

При подаче напряжения на внешние обоймы подшипников через шарики подшипников протекает электрический ток,

представляющий собой движение электронов – мировой среды. Так как мировая среда сжимаема, в направлении движения электронов через шарик будет существовать положительная дивергенция скорости  $\text{div } \mathbf{V} > 0$  (плотность мировой среды в направлении движения будет несколько падать, а скорость будет незначительно возрастать). Но наличие только дивергенции скорости не приводит к вращению вала. Необходим первоначальный толчок, создающий касательную скорость –  $\mathbf{V}$  шарика. При наличии дивергенции скорости и касательной скорости шарика на шарик подшипников действует сила Николаева, приводящая к их вращению и вращению, соответственно, вала двигателя Мильроя. Направление действия силы Николаева на обоих подшипниках совпадает, но оно зависит от направления первоначального толчка, то есть от направления касательной скорости  $\mathbf{V}$  движения шарика и совпадает с этим направлением.

Проведенный анализ показывает, что сила Николаева – это реально существующая сила, обусловленная сжимаемостью мировой среды.

## Глава 7. Квантовая механика

В этой главе рассмотрим особенности процессов, происходящих на микроуровне, и покажем, что уравнения динамики вакуума (4.25) включают уравнение Шредингера. Рассмотрим красное смещение и квантовые эффекты на макроуровне.

Следует отметить, что многие основатели квантовой механики выступали против отказа от традиционных подходов в науке. Но получить уравнение Шредингера и постоянную Планка из классических уравнений до недавнего времени не удавалось. Причина неудач заключалась в том, что в качестве классических уравнений использовались линеаризованные уравнения Максвелла. На микроуровне нелинейность выражена более сильно, здесь она является определяющей. Уравнения же Максвелла в традиционно используемой форме не учитывают нелинейные явления, и в этом было основное противоречие. Применяя для описания процессов на микроуровне уравнения динамики вакуума (4.25), мы это противоречие устраняем.

### 7.1. Уравнение Шредингера

Основным уравнением квантовой механики является уравнение Шредингера [22]. Состояние квантовых объектов характеризуется волновой функцией  $\psi$ , относительно которой записано уравнение. Энергетические уровни, спектры атомов получаются как решения этого уравнения.

Покажем, что уравнение Шредингера содержится в уравнениях динамики вакуума (4.25). Так как в уравнение Шредингера входит постоянная Планка, то, следовательно, она

также каким-то образом должна вытекать из классических уравнений.

Рассмотрим уравнение (6.10). Полагая, что

$$V_x \ll c, \quad (7.1)$$

пренебрегая произведениями малых величин и их производных, как величинами более высокого порядка малости, уравнение (6.10) запишется

$$\frac{\partial^2 V_x}{\partial t^2} - \frac{2}{\eta} \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} V_x = c^2 \frac{\partial^2 V_x}{\partial x^2}. \quad (7.2)$$

Будем искать решение уравнения (7.2) в виде

$$V_x = V_{x0}(x) \cdot e^{-i\omega t}. \quad (7.3)$$

Здесь  $V_{x0}(x)$  – функция, определяющая распределение скорости вдоль оси  $x$ ;  $e$  – экспонента,  $\omega$  – круговая частота,  $i = \sqrt{-1}$ .

После подстановки (7.3) в (7.2) получим уравнение для  $V_{x0}$

$$\frac{d^2 V_{x0}}{dx^2} + \frac{2}{\eta c^2} \left( \eta \frac{\omega^2}{2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} \right) V_{x0} = 0. \quad (7.4)$$

Уравнение (7.4) является аналогом уравнения Шредингера для стационарного одномерного случая. Действительно, выясним физический смысл членов уравнения (7.4). В параграфе 5.2 мы показали, что лапласиан осредненного значения скалярного потенциала отличен от нуля и определяется квадратом производной пульсационной составляющей скорости ми-



ровой среды (уравнение 5.21). Для одномерного случая уравнение (5.21) запишется

$$\frac{\partial^2 \Phi}{\partial x^2} = -\frac{\eta}{c^2} \frac{1}{T} \int_t^{t+T} \left( \frac{\partial V_x'}{\partial t} \right)^2 dt. \quad (7.5)$$

Пульсации мировой среды установлены экспериментально и известны как нулевые колебания вакуума, которые мы рассмотрели в параграфе 3.1. Эти пульсации происходят в любой точке пространства. Представим их как стоячие волны с длиной волны  $\lambda_0$  и частотой  $\omega_0 = 2\pi c/\lambda_0$ . Тогда пульсационная составляющая скорости мировой среды определится

$$V_x' = V_x^* \sin \omega_0 t \cdot \sin \frac{2\pi x}{\lambda_0}, \quad (7.6)$$

где  $V_x^*$  – амплитуда колебаний пульсационной составляющей скорости.

Подставим (7.6) в (7.5)

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 \Phi}{\partial x^2} &= -\frac{\eta}{c^2} \frac{1}{T} \int_t^{t+T} V_x^{*2} \omega_0^2 \frac{1 + \cos 2\omega_0 t}{2} \sin^2 \frac{2\pi x}{\lambda_0} dt = \\ &= -\frac{\eta}{c^2} V_x^{*2} \frac{\omega_0^2}{2} \sin^2 \frac{2\pi x}{\lambda_0} = -\frac{4\pi^2}{\lambda_0^2} \eta \frac{V_x^{*2}}{2} \sin^2 \frac{2\pi x}{\lambda_0}. \end{aligned} \quad (7.7)$$

Подставим (7.7) в уравнение (7.4), ограничиваясь линейным приближением для синуса

$$\frac{d^2 V_{x0}}{dx^2} + \frac{2}{\eta c^2} \left( \eta \frac{\omega^2}{2} - \frac{4\pi^2}{\lambda_0^2} \eta \frac{V_x^{*2}}{2} \frac{4\pi^2 x^2}{\lambda_0^2} \right) V_{x0} = 0. \quad (7.8)$$

Выполним следующие преобразования. Помножим числитель и знаменатель второго члена уравнения (7.8) на  $\eta \cdot V_e^2 \cdot 4\pi^2 / \lambda_k^2$ , где  $V_e$  – объем электрона,  $\lambda_k$  – комптоновская длина волны электрона

$$\frac{d^2 V_{x0}}{dx^2} + \frac{2\eta V_e^2 4\pi^2 \lambda_k^2}{\eta^2 c^2 V_e^2 4\pi^2 \lambda_k^2} \left( \eta \frac{\omega^2}{2} - \frac{4\pi^2}{\lambda_0^2} \eta \frac{V_x^{*2}}{2} \frac{4\pi^2 x^2}{\lambda_0^2} \right) V_{x0} = 0. \quad (7.9)$$

Учитывая, что

$$\begin{aligned} \eta V_e &= m_e, \\ m_e c \lambda_k &= h, \\ \hbar &= \frac{h}{2\pi}, \end{aligned} \quad (7.10)$$

где  $m_e$  – масса электрона,  $h$  – постоянная Планка;

после преобразований получим

$$\frac{d^2 V_{x0}}{dx^2} + \frac{2m_e}{\hbar^2} \left( \frac{m_e c^2}{2} \left( \frac{\omega}{\omega_k} \right)^2 - m_e \frac{\lambda_k^2}{\lambda_0^2} \frac{V_x^{*2}}{2} \frac{4\pi^2}{\lambda_0^2} x^2 \right) V_{x0} = 0. \quad (7.11)$$

Определим амплитуду пульсационной составляющей скорости  $V_x^*$  через амплитуду смещения  $x^*$

$$V_x^* = x^* \cdot \omega_0. \quad (7.12)$$

Перепишем (7.11), с учетом (7.12), в виде

$$\frac{d^2 V_{x0}}{dx^2} + \frac{2m_e}{\hbar^2} \left( \frac{m_e c^2}{2} \left( \frac{\omega}{\omega_k} \right)^2 - \frac{m_e \omega_0^2 x^2}{2} \left( \frac{\lambda_k}{\lambda_0} \right)^2 \left( \frac{2\pi x}{\lambda_0} \right)^2 \right) V_{x0} = 0. \quad (7.13)$$

Теперь, если мы обозначим первый член в скобках через  $E$

$$\frac{m_e c^2}{2} \left( \frac{\omega}{\omega_k} \right)^2 = E, \quad (7.14)$$

уравнение перепишется

$$\frac{d^2 V_{x0}}{dx^2} + \frac{2m_e}{\hbar^2} \left( E - \frac{m_e \omega_0^2 x^2}{2} \left( \frac{\lambda_k}{\lambda_0} \right)^2 \left( \frac{2\pi x}{\lambda_0} \right)^2 \right) V_{x0} = 0. \quad (7.15)$$

Уравнение (7.15) совпадает с уравнением Шредингера для гармонического осциллятора с точностью до произвольной постоянной. Действительно, выпишем уравнение Шредингера для гармонического осциллятора /24/

$$\frac{d^2 \psi}{dx^2} + \frac{2m}{\hbar^2} \left( E - \frac{m \omega_0^2 x^2}{2} \right) \psi = 0. \quad (7.16)$$

где  $m$  – масса частицы,  $\omega_0$  – собственная частота осциллятора,  $\psi$  – волновая функция,  $E$  – энергия осциллятора.

Отличие уравнения (7.15) от уравнения (7.16) заключается: во-первых, в присутствии в скобках уравнения (7.15) члена

$$\left( \frac{\lambda_k}{\lambda_0} \right)^2 \left( \frac{2\pi x}{\lambda_0} \right)^2, \quad (7.17)$$

который является постоянной величиной и качественно не влияет на решение уравнения;

и, во вторых, в том, что в полученном нами уравнении (7.15) неизвестной величиной является скорость движения мировой среды  $-V_{x0}$ , тогда как в уравнении Шредингера (7.16) – волновая функция  $\psi$ .

Этот результат представляется важным. Шредингер свое знаменитое уравнение постулировал на основе вариационного принципа /22/. Как точно отмечается в /25/: "Оно образует одну из основ квантовой механики и обоснование свое находит не столько в теоретических и исторических обстоятельствах, приведших к установлению этого, сколько в согласии с опытом". То есть Шредингер решил обратную задачу, по известным опытным данным спектров атомов он нашел уравнение, решения которого приводят к этим спектрам, и записал его относительно произвольной функции  $\psi$ . В первой своей работе о сущности функции  $\psi$  он пишет/22/: "Довольно естественно связывать функцию  $\psi$  с некоторым колебательным процессом в атоме...". В дальнейшем, по поводу интерпретации функции  $\psi$ , среди основателей квантовой механики, возникли серьезные разногласия. В настоящее время предпочтение отдается статистической интерпретации волновой функции /25/, хотя сам Шредингер с этой интерпретацией так и не согласился.

В нашем рассмотрении уравнение (7.15) выводится из уравнений динамики вакуума (4.25). Из сравнения уравнений (7.15) и (7.16) заключим, что функция Шредингера  $\psi$  представляет собой скорость движения мировой среды.

## 7.2. Динамическая интерпретация квантовой механики

Для решения уравнения Шредингера (7.16) его необходимо дополнить специальными условиями. В качестве такого условия Шредингер использовал условие нормировки /22/

$$\int \psi^2 dv = 1, \quad (7.18)$$

где  $dv$  – элемент объема.

Шредингер пытался трактовать функцию  $\psi$  самым наглядным образом и связывал эту функцию с локальной плотностью электрических зарядов, так что заряд электрона представлялся непрерывно распределенным по всему окружающему его пространству /76/. Условие нормировки (7.18) он трактовал как условие постоянства полного заряда системы.

В настоящее время общепризнанной считается статистическая интерпретация волновой функции  $\psi$  /25/. В этой интерпретации непосредственный смысл имеет не сама функция  $\psi$ , а квадрат модуля  $\psi - |\psi|^2$ , который истолковывается как плотность вероятности. Тогда выражение  $|\psi|^2 dx dy dz$  – означает вероятность пребывания частицы внутри элементарного объема  $dx dy dz$  в точке  $(x, y, z)$  пространства. Вероятность  $W$  нахождения частицы в объеме  $V$  определится

$$W(V) = \int_V dW = \int_V |\psi|^2 dv. \quad (7.19)$$

Если рассматривается все пространство, в котором где-либо может находиться частица, то вероятность нахождения частицы в этом пространстве равна единице (достоверное событие)

$$\int_V |\psi|^2 dv = 1. \quad (7.20)$$

Но результаты, полученные нами в предыдущем параграфе 7.1, показывают, что возможна и другая интерпретация волновой функции  $\psi$ . Под волновой функцией будем понимать скорость движения мировой среды. Тогда в нашем одномерном приближении условие нормировки запишется

$$\int_{-\infty}^{\infty} V_{x0}^2 dx = 1, \quad (7.21)$$

которое отражает ограниченность скорости движения мировой среды в пространстве.

Эту интерпретацию назовем динамической, так как в ней уравнение Шредингера описывает динамические процессы в пространстве, связанные с изменением скорости мировой среды.

### 7.3. Красное смещение

При построении интегрирующей теории, как мы отмечали ранее, важны не сами законы, а отклонения от них. Вывод уравнения Шредингера в параграфе 7.1 из уравнений динамики вакуума позволил установить физическую сущность волновой функции. Не менее важным является наличие в полученном уравнении (7.15) постоянного члена (7.17), качественно не изменяющего вид решения уравнения Шредингера для гармонического осциллятора, но позволяющего по иному взглянуть на явление красного смещения спектров удаленных галактик.

Явление красного смещения в спектрах галактик было установлено в начале XX века Э. Хабблом и другими учеными /77/. Красное смещение представляет собой увеличение длин волн линий в электромагнитном спектре источника по сравнению с линиями эталонных спектров, то есть смещение ли-

ний в сторону красной части спектра. Количественно красное смещение характеризуется величиной

$$z = \frac{\lambda_{\text{прин}} - \lambda_{\text{исп}}}{\lambda_{\text{исп}}}, \quad (7.22)$$

где  $\lambda_{\text{исп}}$  и  $\lambda_{\text{прин}}$  – соответственно длина излучения, испущенного источником и принятого наблюдателем (приемником излучения).

В результате наблюдений было установлено /77/:

1. Для отдельных объектов  $z = \Delta\lambda / \lambda_{\text{исп}} = \text{const}$  независимо от длины волны. Во всем полученном диапазоне наблюдаемого с Земли спектра примерно от 300 нм до 21 см красные сдвиги линий поглощения оказываются пропорциональными длинам волн.
2.  $z$  прямо пропорционально  $r$ , где  $r$  – расстояние данной галактики до наблюдателя

$$z = \frac{\Delta\lambda}{\lambda_{\text{исп}}} = \frac{1}{c} H r, \quad (7.23)$$

где  $c$  – скорость света,  $H$  – постоянная Хаббла.

В настоящее время общепризнанной среди специалистов – астрономов и части физиков считается доплеровская интерпретация красного смещения, согласно которой смещение линий в спектрах галактик вызвано движением галактик со скоростью  $v_r$  в направлении от наблюдателя. Согласно эффекту Доплера при  $v_r \ll c$

$$z = \frac{\Delta\lambda}{\lambda_{\text{исп}}} = \frac{v_r}{c}. \quad (7.24)$$

Тогда из (7.23) и (7.24) следует

$$v_r = Hr, \quad (7.25)$$

то есть галактики удаляются от нас со скоростями, возрастающими с расстоянием  $r$  до галактик – гипотеза расширяющейся Вселенной.

Но доплеровская интерпретация красного смещения не является единственно возможной. Существует множество других гипотез [77], пытающихся по иному объяснить красное смещение. Одна из них – гипотеза «старения» фотона – у многих ученых нашла поддержку. Смысл этой гипотезы состоит в том, что энергия кванта  $h\nu$  во время его распространения в Метагалактике уменьшается и тем больше, чем дальше от наблюдателя находится та или иная галактика. В результате получается красное смещение.

Рассмотрим еще одну возможную интерпретацию красного смещения, вытекающую из анализа уравнения (7.15). Выпишем решение уравнения Шредингера для гармонического осциллятора (7.16) [51/

$$\psi_n(x) = \frac{1}{\sqrt{x_0}} \frac{e^{-\frac{1}{2}(\frac{x}{x_0})^2} H_n(\frac{x}{x_0})}{\sqrt{2^n n! \sqrt{\pi}}}, \quad (7.26)$$

$$E_n = \hbar\omega_0(n + \frac{1}{2}) \quad (n = 0, 1, 2, \dots), \quad (7.27)$$

где  $x_0 = \sqrt{\frac{\hbar}{m_e \omega_0}}$ ,  $H_n$  – полиномы Чебышева – Эрмита,  $n$  – главное квантовое число.



Полученное нами уравнение (7.15) отличается от уравнения Шредингера (7.16) членом (7.17). Выпишем квантовые уровни энергии осциллятора с учетом члена (7.17)

$$E_n = \hbar \omega_0 \frac{\lambda_k}{\lambda_0} \frac{2\pi x^*}{\lambda_0} \left(n + \frac{1}{2}\right). \quad (7.28)$$

Под энергией осциллятора в уравнении (7.15) понимается выражение (7.14). Подставляя (7.14) в (7.28), после преобразований для частоты осциллятора получим

$$\omega_n = \omega_0 \sqrt{2 \frac{2\pi x^*}{\lambda_0} \left(n + \frac{1}{2}\right)}. \quad (7.29)$$

Мы получили результат, согласно которому частота гармонического осциллятора принимает дискретные значения, пропорциональные главному квантовому числу, а также, что не менее важно, частота зависит от амплитуды колебаний  $x^*$ . Для одномерной задачи амплитуда колебаний  $x^*$ , при отсутствии диссипации энергии, будет постоянной величиной. Для трехмерного случая, при распространении возмущения в пространстве, при радиальной симметрии амплитуда зависит от радиуса /51/

$$x^* = \frac{x_0^*}{r}, \quad (7.30)$$

где  $x_0^*$  – амплитуда колебаний при  $r = r_0$ .

Подставим формально выражение (7.30) в (7.29) и посмотрим, как будут изменяться частоты испущенного и принятого возмущения

$$\omega_{\text{исп}} = \omega_0 \sqrt{2 \frac{2\pi x_0^*}{\lambda_0 r_0} (n + \frac{1}{2})}. \quad (7.31)$$

$$\omega_{\text{прин}} = \omega_0 \sqrt{2 \frac{2\pi x_0^*}{\lambda_0 r} (n + \frac{1}{2})}. \quad (7.32)$$

Найдем параметр  $z$ , подставив частоты из (7.31) и (7.32) и проделав необходимые преобразования

$$z = \frac{\lambda_{\text{прин}} - \lambda_{\text{исп}}}{\lambda_{\text{исп}}} = \frac{\omega_{\text{исп}} - \omega_{\text{прин}}}{\omega_{\text{прин}}} = \sqrt{\frac{r}{r_0}} - 1. \quad (7.33)$$

При значениях  $r \gg r_0$  можно пренебречь единицей, тогда параметр  $z$  пропорционален  $\sqrt{r}$ . Из (7.33) следует, что при принятом законе изменения амплитуды (7.30) будет возникать красное смещение в спектре излучения гармонического осциллятора, причем параметр  $z$  является постоянной величиной для данного объекта и не зависит от длины волны.

Полученный результат свидетельствует о том, что красное смещение в спектрах галактик обусловлено физическими свойствами мировой среды, проявляющимися на микроуровне при излучении квантовых объектов и не связано с эффектом Доплера.

## 7.4. Квантовые эффекты на макроуровне

Система уравнений динамики вакуума (4.25) является исходной и описывает процессы, как на макро, так и на микро

уровнях. На макроуровне мы обычно довольствуемся уравнениями механики и электродинамики, вытекающими из уравнений (4.25). Но есть процессы на макроуровне, для описания которых недостаточно этих уравнений. В этом случае необходимо привлекать исходную систему уравнений (4.25).

Выпишем первое и второе уравнения системы (4.25), предполагая, что  $\eta$  и  $c = \text{const}$ , в виде (5.18) и (6.7)

$$\left. \begin{aligned} & \frac{\partial^2 \mathbf{V}}{\partial t^2} + \text{grad}(\mathbf{V} \cdot \frac{\partial \mathbf{V}}{\partial t}) - \mathbf{V} \times \text{rot} \frac{\partial \mathbf{V}}{\partial t} - \frac{\partial \mathbf{V}}{\partial t} \times \text{rot} \mathbf{V} - \frac{1}{2\eta} (\text{grad}(\mathbf{V} \cdot \text{grad} \varphi) - \\ & - \text{rot}(\mathbf{V} \times \text{grad} \varphi) + \mathbf{V} \text{div} \text{grad} \varphi - \text{grad} \varphi \cdot \text{div} \mathbf{V} - \text{grad} \varphi \times \text{rot} \mathbf{V}) = c^2 \nabla^2 \mathbf{V}, \\ & \frac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2} + 2\mathbf{V} \cdot \text{grad} \frac{\partial \varphi}{\partial t} - \eta (\frac{\partial \mathbf{V}}{\partial t})^2 - \eta \frac{\partial \mathbf{V}}{\partial t} \cdot (\text{rot} \mathbf{V} \times \mathbf{V}) - \eta \frac{\partial \mathbf{V}}{\partial t} \cdot \text{grad}(\frac{\mathbf{V}^2}{2}) + \\ & + \mathbf{V} \cdot \text{grad}(\mathbf{V} \cdot \text{grad} \varphi) = c^2 \nabla^2 \varphi. \end{aligned} \right\} \quad (7.34)$$

Система уравнений (7.34) в приближении квантовой механики на микроуровне (приближение уравнения Шредингера), с точностью до постоянной, запишется

$$\left. \begin{aligned} & \frac{\partial^2 \mathbf{V}}{\partial t^2} - \frac{\nabla^2 \varphi}{2\eta} \mathbf{V} = c^2 \nabla^2 \mathbf{V}, \\ & \frac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2} - \eta (\frac{\partial \mathbf{V}}{\partial t})^2 = c^2 \nabla^2 \varphi. \end{aligned} \right\} \quad (7.35)$$

Приближение классической электродинамики ограничивается следующими членами

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial^2 \mathbf{V}}{\partial t^2} &= c^2 \nabla^2 \mathbf{V}, \\ \frac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2} &= c^2 \nabla^2 \varphi. \end{aligned} \right\} \quad (7.36)$$

Рассмотрим такие физические процессы как молния, смерч, магнитное поле Земли, для описания которых необходимо использовать уравнения (7.34) и (7.35).

#### 7.4.1. Молния

Линейная молния представляет собой мощный электрический разряд между грозовым облаком и Землей, возникающий при определенных условиях рис. 7.1.

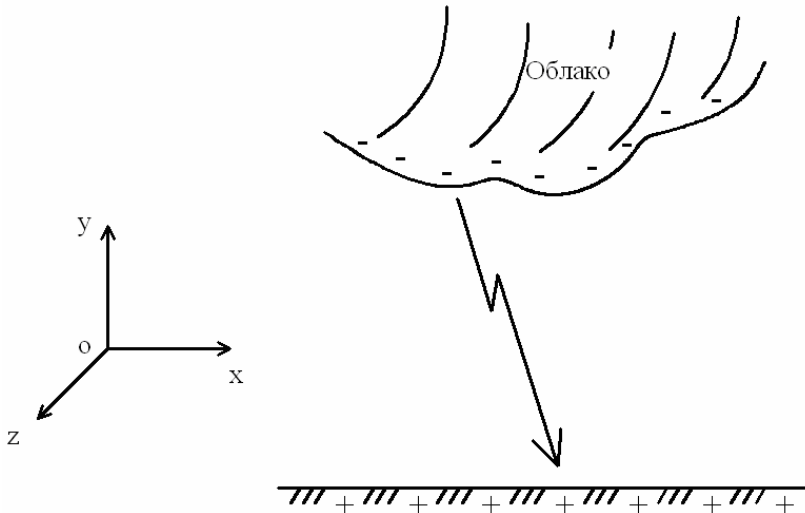


Рис. 7.1. Грозовое облако и Земля

Разряды молнии могут происходить между двумя облаками или внутри облака. Одно из важных условий возникновения молнии заключается в величине разности потенциалов между облаком и Землей. То есть здесь налицо пороговость действия, присущая нелинейным системам с диссипацией. Система уравнений (7.35), описывающая квантовые эффекты на микроуровне, применима для описания возникновения молнии, но без учета диссипации энергии. За диссипацию в уравнениях ответственны члены, в которых присутствуют первые производные скорости  $\partial V / \partial t$ . Для учета эффектов диссипации необходимо использовать систему уравнений (7.34).

Следует отметить, что условия возникновения молнии зависят не только от разности потенциалов между облаком и Землей, вдоль координаты  $y$  – рис.7.1, но и от закона изменения потенциала  $\phi$  в пространстве  $x, y, z$  под грозовым облаком, так как в первое уравнение системы (7.35), описывающее разряд молнии, входит лапласиан потенциала  $\nabla^2 \phi$ .

Квантовые эффекты при возникновении молнии заключаются в различных вариантах пробоя, облако – Земля, облако – облако и др., которые сегодня, при отсутствии теории, воспринимаются как случайные события. Также следует отметить, что помимо линейной молнии, при определенных условиях возникают четочная молния, шаровая молния [78], которые необходимо, видимо, рассматривать как различные квантовые состояния процесса возникновения молнии.

#### 7.4.2. Смерч

Смерч (торнадо) представляет собой вращающийся вихрь значительных размеров, обладающий ураганной скоростью.

ми ветра более 33 м/с /79/. Обычно смерч возникает в грозовую погоду, и начало ему дает темное кучевое облако, с которого на землю спускается смерч – рис.7.2.

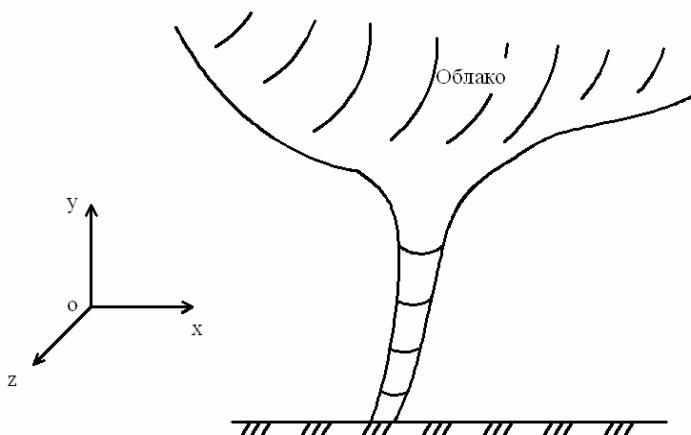


Рис. 7.2. Образование смерча в форме хобота

Форма смерчей бывает разнообразной /79/: вращающийся хобот, воронка, колонна, бокал, бочка, бичеподобная веревка, песочные часы, рога «дьявола» и др. Масса воздуха в смерче вращается вокруг общего центра и средняя скорость ветра может достигать 200 м/с, вызывая катастрофические разрушения, часто с человеческими жертвами. Как отмечается в /79/: "Вращение в смерчах происходит против часовой стрелки, как и в циклонах северного полушария Земли", что свидетельствует о придании начальной закрутки смерчу вращением Земли.

Необходимым условием возникновения смерча, так же как и для возникновения молнии, является наличие грозового облака, между которым и Землей существует значительная разность потенциалов. Системы уравнений (7.35) и более полная – (7.34), описывают процесс образования смерча при

наличии значительной разности потенциалов между облаком и землей и созданием вращающейся Земли начальной закрутки.

Молнию и смерч, видимо, можно рассматривать как различные квантовые состояния одного и того же процесса, но для молнии квантуются линейные значения скорости, в то время как для смерча квантуются скорости вращения. Квантовыми состояниями для смерча являются, также, состояния с образованием одного, двух и более хоботов (вихревых трубок) в смерче, что редко, но фиксируется в природе /80/.

### **7.4.3. Магнитное поле Земли**

Представления о магнитном поле Земли изменялись по мере углубления знаний о магнетизме. Гильберт рассматривал Землю как большой магнит /81/. После открытия Эрстедом связи электрического тока с магнитным полем стали полагать причиной магнитного поля Земли электрические токи внутри нее. В середине XX века получила признание теория «динамо-эффекта» /82/. В процессе динамо-эффекта происходит самовозбуждение магнитных полей вследствие движений проводящей жидкости или газовой плазмы. В конвективном движении, необходимом для динамо-эффекта, находится, как считают, вещество ядра Земли. В работе Яновского /83/ приводится анализ различных гипотез о происхождении магнитного поля Земли. Среди них следует выделить гипотезы Лебедева, Барнета, Блекета /83/, связывающие магнитное поле с вращением Земли. Аналогичной гипотезы придерживаются авторы работ /84, 85/.

Во второй половине XX века, с возникновением эры космонавтики, были начаты экспериментальные исследования

околоземного космического пространства, в результате которых установлены новые неожиданные факты.

Прямые измерения в околоземном и межпланетном пространстве во второй половине XX века показали /82/, что Земля постоянно омывается потоком солнечной плазмы (солнечным ветром), порождающим сложные динамические процессы вокруг Земли. Приведем строение магнитосферы Земли, взятое из /57/ – рис. 7.3.

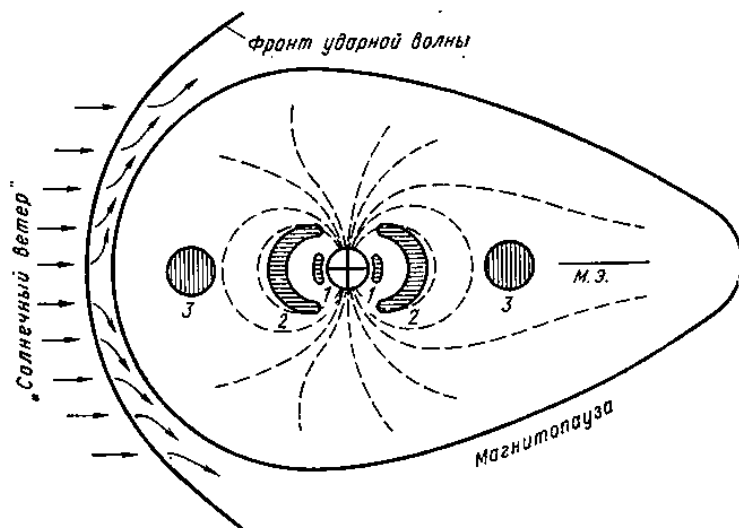


Рис. 7.3. Магнитосфера и радиационные пояса Земли. Рисунок взят из работы /57/.

⊕ - Земля с магнитными силовыми линиями; радиационные пояса: 1 – внутренняя зона; 2 – средняя зона; 3 - внешняя зона, или кольцевой ток; м.э. – магнитный экватор.

Поток солнечной плазмы является сверхзвуковым. При встрече с магнитным полем Земли образуется ударная волна, поджимающая магнитное поле Земли со стороны Солнца. Во



внутренних областях магнитосферы существуют радиационные пояса, в которых магнитное поле Земли удерживает заряженные частицы – протоны, электроны и др. Выходу заряженных частиц из радиационных поясов препятствует особая конфигурация силовых линий геомагнитного поля, создающего для заряженных частиц магнитную ловушку. Траектория захваченной частицы приведена на рис. 7.4.

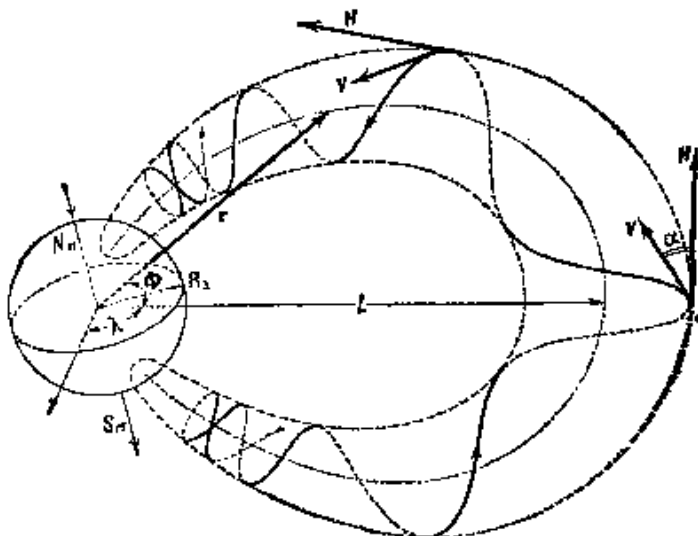


Рис. 7.4. Геомагнитная силовая трубка и траектория захваченной частицы. Рисунок взят из работы /82/.

$\Phi$  и  $\lambda$  – геомагнитная широта и долгота некоторой точки силовой трубки,  $r$  – ее радиус вектор (расстояние до выбранной точки),  $\mathbf{H}$  – вектор напряженности геомагнитного поля,  $\mathbf{v}$  – вектор скорости частицы,  $\alpha$  – угол между  $\mathbf{H}$  и  $\mathbf{v}$  (питч-угол),  $L$  – параметр магнитной оболочки (в единицах  $R_3$  – радиусах Земли),  $N_m$  и  $S_m$  – геомагнитные полюсы. Изменения  $\lambda$ ,  $\Phi$  и  $r$  характеризуют колебания частицы и ее дрейф.

Захваченные в магнитную ловушку Земли частицы под действием силы Лоренца совершают сложное движение, которое

представляет собой колебательное движение по спиральной траектории вдоль силовой линии магнитного поля из Северного полушария в Южное и обратно с одновременным более медленным долготным дрейфом вокруг Земли /37/.

Исследование магнитосферы Земли привело к появлению новых теорий происхождения магнитного поля Земли /85/: «внешняя теория динамо». Система получает энергию от потока солнечного ветра. Радиационные пояса генерируют магнитные силовые линии, которые захватывают заряженные частицы и заставляют их двигаться между северным и южным магнитными полюсами Земли.

Как представляется происхождение магнитного поля Земли с позиций установленных уравнений (7.34)?

При движении постоянного тока по проводнику вокруг проводника возникает магнитное поле. Линии магнитной индукции вокруг проводника представляют собой систему охватывающих провод concentрических окружностей – рис. 7.5.

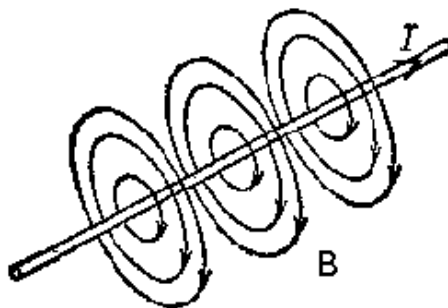


Рис. 7.5. Линии магнитной индукции постоянного тока прямолинейного проводника. Рисунок взят из /50/.

Количественно магнитная индукция определяется уравнением Максвелла

$$\text{rot } \mathbf{B} = \mu_0 \mathbf{j}, \quad (7.37)$$

где  $\mathbf{B}$  – магнитная индукция,  $\mathbf{j}$  – плотность тока,  $\mu_0$  – магнитная постоянная, равная  $1,26 \cdot 10^{-6}$  Гн/м.

Учитывая принятое выражение для магнитной индукции  $\mathbf{B}$  (3.11) и полученное выражение для плотности тока  $\mathbf{j}$  (3.22), уравнение (7.37) запишется

$$\text{rot rot}(\eta \cdot \mathbf{V}) = -\frac{\mu_0}{k_Q} \mathbf{V}. \quad (7.38)$$

Рассмотрим процессы вокруг провода в приближении несжимаемости мировой среды, то есть при  $\eta = \text{const}$ . С учетом формулы векторного анализа (4.14) уравнение (7.38) переписывается

$$\nabla^2 \mathbf{V} = -\frac{\mu_0}{k_Q \eta} \mathbf{V}, \quad (7.39)$$

где  $\nabla^2 \mathbf{V}$  – лапласиан скорости мировой среды  $\mathbf{V}$ .

Сравнение уравнения (7.39) с первым уравнением системы (7.35) показывает, что для стационарного случая они совпадают с точностью до произвольной постоянной. Система уравнений (7.35) описывает квантовые процессы на микроуровне. Следовательно, возникновение магнитного поля у проводника можно рассматривать как проявление квантовых процессов на макроуровне.

Система уравнений (7.35) и более полная система уравнений (7.34) описывают физические процессы, происходящие в магнитосфере Земли. При обтекании солнечным ветром Земли в околоземном пространстве возникают вихревые трубки, которые и создают магнитное поле Земли.

$$\text{Вихревые трубки } (n, I) = f(v, \nabla^2 \varphi, \omega_z), \quad (7.40)$$

где  $n$  – количество вихревых трубок,  $I = \omega \cdot s$  – интенсивность вихревой трубки,  $\omega$  – круговая частота вихревой трубки,  $s$  – площадь вихревой трубки,  $v$  – скорость солнечного ветра,  $\varphi$  – скалярный потенциал, определяющий напряжения в околоземном пространстве,  $\omega_z$  – круговая частота вращения Земли.

Конфигурация вихревых трубок, их количество и интенсивность получаются как квантовые решения системы уравнений (7.35) и более полной системы уравнений (7.34). Вращение Земли дает начальную закрутку вихревым трубкам и определяет, также как и для смерча, направление их вращения.

В существующих на сегодня представлениях о магнитосфере Земли, возможно, нарушены причинно-следственные связи. Считается, что первично магнитное поле Земли, а геомагнитные трубки, исполняющие роль магнитных ловушек и радиационных поясов Земли – вторичны, то есть являются следствием. Проведенный нами анализ позволяет утверждать, что первичны вихревые трубки, возникающие в околоземном пространстве под действием солнечного ветра и вращения Земли, которые и порождают магнитное поле Земли.

## Глава 8. Вращение Земли

Сегодня считается общепризнанным /86/, "что Земля при своем формировании благодаря какому-то неизвестному нам импульсу получила устойчивое вращательное движение вокруг оси, создав тем самым день и ночь". Представления о вращении Земли вокруг оси по инерции соответствуют бытовому мировосприятию. Бытовому мировосприятию соответствует, также геоцентрическая картина мира, согласно которой в центре Вселенной находится Земля, а Солнце и звезды вращаются вокруг нее.

Сегодняшние представления о динамических процессах, происходящих в околоземном пространстве, значительно отличаются от представлений эпохи Галилея и Ньютона, согласно которым Земля вращается в пустоте, где отсутствуют силы сопротивления.

Предполагать, что в сложных динамических условиях, рассмотренных в параграфе 7.4.3, Земля вращается вокруг своей оси по инерции, без каких либо внешних причин, представляется сегодня, по крайней мере, наивным. Для поддержания вращения Земли необходимо постоянное поступление энергии из вне, компенсирующее существующие потери.

Может показаться, что вопрос о причинах вращения Земли не столь уж и важен. Ведь вращается она уже столько времени, значит, будет вращаться и дальше. Но это утверждение не столь очевидно. Любая динамическая нелинейная система, изменяя свои параметры, может попадать в зоны потери устойчивости, в которых все параметры изменяются скачкообразно.

Сформулируем интересующие нас вопросы:

1. Каковы причины, поддерживающие постоянное вращение Земли вокруг своей оси?

2. При каких условиях это постоянное вращение Земли может нарушаться в будущем, и как оно изменялось в прошлом?

### **8.1. Уравнения, описывающие вращение Земли**

Анализ вращения планет солнечной системы позволяет отметить следующее /57/:

1. Две ближайшие к Солнцу планеты: Меркурий и Венера, лишенные спутников, вращаются с периодами, значительно превышающими периоды вращения других планет солнечной системы. Так, период вращения Меркурия составляет 58,65 земных суток. Период вращения Венеры составляет 243,16 земных суток. Период вращения Земли составляет 23 часа 56 мин.
2. У планет Меркурия и Венеры, лишенных спутников, оси вращения почти перпендикулярны к плоскости их орбит.
3. Большинство планет солнечной системы: Меркурий, Земля, Марс, Юпитер, Сатурн, Нептун и Плутон вращаются в прямом направлении, но имеются исключения: это Венера и Уран. Венера вращается вокруг оси с востока на запад, навстречу вращению Земли, такое вращение называется обратным. У Урана плоскость экватора образует с плоскостью его орбиты угол  $82^\circ$ , то есть ось его вращения практически лежит в плоскости орбиты и направление вращения является также обратным.

Следовательно, на период вращения и положение оси вращения планет существенное влияние оказывают спутники

этих планет. Механизм воздействия спутников на планеты реализуется через гравитационное взаимодействие.

Рассмотрим динамические уравнения Эйлера, описывающие вращение Земли /87/

$$\left. \begin{aligned} I_x \frac{d\omega_x}{dt} + (I_z - I_y)\omega_y\omega_z &= M_x, \\ I_y \frac{d\omega_y}{dt} + (I_x - I_z)\omega_z\omega_x &= M_y, \\ I_z \frac{d\omega_z}{dt} + (I_y - I_x)\omega_x\omega_y &= M_z, \end{aligned} \right\} \quad (8.1)$$

где  $\omega_x, \omega_y, \omega_z$  – проекции угловой скорости Земли на оси подвижной системы координат  $S_{xyz}$ , жестко связанной с телом и совпадающей с главными осями инерции;  $I_x, I_y, I_z$  – главные моменты инерции;  $M_x, M_y, M_z$  – проекции главного момента всех внешних сил относительно тех же осей.

Система координат приведена на рис. 8.1.

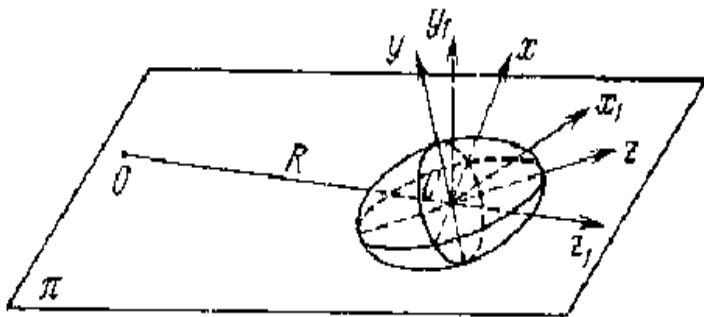


Рис. 8.1. Система координат движения Земли вокруг Солнца.

Рисунок взят из работы /87/.

$\pi$  - плоскость эклиптики,  $O$  – центр вращения Земли вокруг Солнца,  $R$  – расстояние между Солнцем и Землей,  $Sx_1y_1z_1$  – орбитальная система координат,  $Sxyz$  – система координат, жестко связанная с Землей, оси которой совпадают с главными осями инерции.

Положение системы координат  $Sxyz$ , жестко связанной с Землей, относительно орбитальной системы  $Sx_1y_1z_1$  определяется таблицей направляющих косинусов

	x	y	z
$x_1$	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$
$y_1$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$
$z_1$	$\gamma_1$	$\gamma_2$	$\gamma_3$

Совместим ось  $y$  с осью вращения Земли. Главные моменты внешних сил представляют собой главные моменты сил тяготения, действующих на Землю со стороны других небесных тел. Проекции главного момента определяются /87/

$$\left. \begin{aligned} M_x &= 3 \frac{\mu}{R^3} (I_z - I_y) \gamma_2 \gamma_3, \\ M_y &= 3 \frac{\mu}{R^3} (I_x - I_z) \gamma_3 \gamma_1, \\ M_z &= 3 \frac{\mu}{R^3} (I_y - I_x) \gamma_1 \gamma_2. \end{aligned} \right\} \quad (8.2)$$

где  $\mu = Gm$  – гравитационный параметр,  $G$  – гравитационная постоянная,  $m$  – масса Солнца или другого небесного тела, действующего на Землю,  $R$  – расстояние между небесным телом и Землей.



В предположении, что Земля является сфероидом /57/ ( $I_x = I_z$ ), с учётом (8.2)  $M_y = 0$ , из второго уравнения системы (8.1) получим

$$\omega_y = \text{const}, \quad (8.3)$$

то есть угловая скорость вращения Земли постоянна.

Условие (8.3) получено в предположении, что Земля является сфероидом. В последнее время установлено /88/, что экваториальное сечение Земли не является точным кругом, а представляет собой эллипс, для которого большая полуось примерно на 200 м больше малой. Таким образом, Земля представляет собой не сфероид, а трёхосный эллипсоид, и  $I_x \neq I_z$ . При этом условии на Землю со стороны Солнца постоянно действует крутящий момент  $M_y$ , поддерживающий ее вращение и приводящий к незначительным колебаниям угловой скорости вращения Земли  $\omega_y \neq \text{const}$ .

Так как  $I_x \neq I_z$ , на Землю, кроме Солнца, будут действовать крутящие моменты со стороны других небесных тел, в первую очередь, со стороны ее спутника – Луны.

Оценим соотношение моментов внешних сил, действующих со стороны Луны и Солнца на Землю

$$\frac{M_{yl}}{M_{yc}} = \frac{3 \frac{Gm_l}{R_l^3} (I_x - I_z)}{3 \frac{Gm_c}{R_c^3} (I_x - I_z)} = \frac{m_l R_c^3}{m_c R_l^3} = \frac{7,36 \cdot 10^{22} (149,6 \cdot 10^9)^3}{2 \cdot 10^{30} (384,4 \cdot 10^6)^3} = 2,17, \quad (8.4)$$

где  $m_l$  и  $m_c$  – массы Луны и Солнца соответственно,  $R_l$  и  $R_c$  – расстояния между Луной и Землей и между Солнцем и Землей соответственно.

Момент внешних сил, действующий на Землю со стороны Луны примерно в 2,2 раза больше, чем со стороны Солнца.

## 8.2. Неравномерность вращения Земли

В первом приближении, если не учитывать внешние силы, вращение Земли происходит с постоянной угловой скоростью. В 1752 г. Прусской академией был объявлен конкурс на соискание премии по теме: "Исследование вопроса, претерпела ли Земля в своем вращении вокруг оси, благодаря которому происходит смена дня и ночи, некоторые изменения со времени своего возникновения; какова причина этого и на основании чего можно это установить". В конкурсе участвовал И. Кант. В своей работе /89/ он впервые высказал мысль о систематическом замедлении вращения Земли под действием приливного трения. В начале XX века было установлено /90/, что Земля вращается с постоянным замедлением, вековое изменение длительности суток происходит со скоростью  $1 \div 2$  мс/столетие. В настоящее время выявлены и другие вариации скорости вращения Земли /90,91,92/. Среди неравномерностей вращения Земли выделяют вековые, периодические и нерегулярные изменения угловой скорости вращения. Вековое замедление вращения Земли приводит к возрастанию длительности суток примерно на 0,001-0,002 сек. в столетие. Считается, что главной причиной этого замедления является приливное трение.

Помимо вековых изменений скорости вращения Земли, существуют и периодические изменения, обусловленные различными причинами. На рис. 8.2 /92/ воспроизведен ход суточных отклонений длительности суток в 2000 г. (кривая 2), по данным «IERS Annual Report» (2000). Здесь, помимо се-

зонных изменений, обусловленных гидрометеорологическими процессами, хорошо видны приливные колебания скорости вращения Земли. По величине размаха они немного уступают сезонным колебаниям, но их периоды в десятки раз короче сезонных – близки к 14 сут.

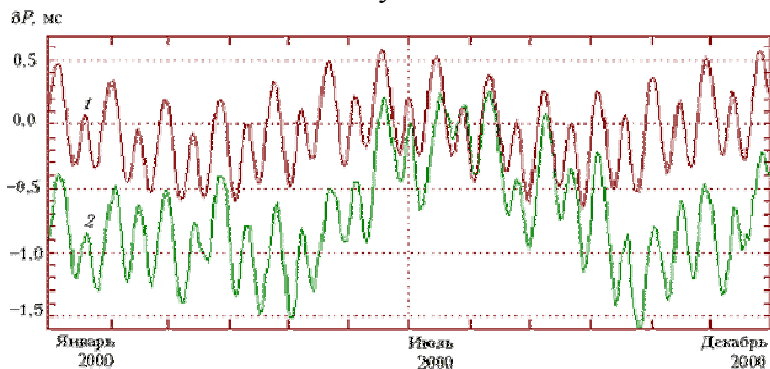


Рис. 8.2. Ход суточных значений отклонений  $dP$  длительности суток от эталонных в 2000 г. Кривая 1 (вверху) – прогноз приливных колебаний величин  $dP$ , а кривая 2 (внизу) – данные наблюдений. Рисунок взят из работы /92/.

Как отмечается в /92/: "Земные приливы играют заметную роль и в колебаниях скорости вращения Земли с периодами менее одного месяца. Приливообразующая сила растягивает Землю вдоль прямой, соединяющей ее центр с центром возмущающего тела – Луны или Солнца. При этом сжатие Земли увеличивается, когда ось растяжения совпадает с плоскостью экватора, и уменьшается, когда ось растяжения отклоняется к тропикам. Момент инерции сжатой Земли больше, чем недеформированной. А поскольку момент импульса Земли (т.е. произведение ее момента инерции на угловую скорость) должен оставаться постоянным, то и скорость вращения сжатой Земли меньше, чем недеформированной. При движении Луны и системы Земля–Луна склонения Луны и Солнца и расстоя-

ния от Земли до Луны и Солнца постоянно меняются. Поэтому приливообразующая сила колеблется во времени соответствующим образом, что в конечном итоге и вызывает приливную неравномерность вращения Земли. Наиболее значительными являются колебания с полумесячным и месячным периодами".

Помимо приливных, существуют и другие причины неравномерности вращения Земли. К ним относят /92/ "изменения в распределении воздушных масс в атмосфере, снежного и ледяного покровов, осадков и растительности на земной поверхности, вариации уровня Мирового океана, взаимодействия ядра и мантии Земли, извержения вулканов, землетрясения, воздействия внешних сил и т.д."

"Исследования последних лет показали, как отмечается в /92/, что главной причиной сезонной неравномерности вращения Земли является атмосферная циркуляция. Момент импульса – это такая физическая величина, которая не может возникать или уничтожаться. Она способна лишь перераспределяться. В рассматриваемом случае перераспределение происходит между атмосферой и Землей. Когда момент импульса атмосферы увеличивается, т.е. усиливаются западные ветры или ослабевают восточные ветры, момент импульса Земли уменьшается, т.е. замедляется ее вращение. Когда же момент импульса атмосферы уменьшается (ослабевают западные или усиливаются восточные ветры), вращение Земли ускоряется. Суммарный момент импульса Земли и атмосферы всегда остается неизменным. Этот результат может служить хорошей иллюстрацией того, что закон сохранения момента импульса справедлив не только в физических лабораторных экспериментах, но и в глобальных масштабах в природе".

Но эти выводы относительно момента импульса справедливы в том случае, если отсутствуют внешние силы, действующие на систему. На Землю со стороны Луны и Солнца

действуют моменты внешних сил, которые необходимо учитывать при анализе неравномерности вращения. Действительно, оценим неравномерность вращения Земли, возникающую под действием внешнего момента со стороны Солнца. Для этого привлечем второе уравнение системы (8.1) с учетом (8.2)

$$I_y \frac{d\omega_y}{dt} + (I_x - I_z)\omega_z\omega_x = \frac{3Gm_c}{R_c^3} (I_x - I_z)\gamma_3\gamma_1. \quad (8.5)$$

Рассмотрение проведем в предположении  $\omega_y \gg \omega_x$  и  $\omega_y \gg \omega_z$ .  $\omega_y$  представляет собой круговую частоту вращения Земли, а  $\omega_x$  и  $\omega_z$  определяются прецессией и нутацией земной оси, и они значительно меньше частоты вращения Земли. В этом приближении вторым членом в левой части уравнения (8.5) можно пренебречь как величиной второго порядка малости. За сутки значения направляющих косинусов  $\gamma_3$  и  $\gamma_1$  будут изменять свои значения с периодом  $2\pi$ , то есть за сутки Земля как ускоряется, так и замедляется. Для оценки примем время ускорения, равное половине суток. Амплитуда изменения частоты вращения Земли найдется

$$\Delta\omega_y = \frac{3Gm_c}{R_c^3} \frac{(I_x - I_z)}{I_y} \Delta t. \quad (8.6)$$

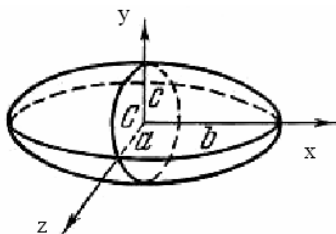


Рис. 8.3. Трехосный эллипсоид. а, b, с – большая, средняя и малая полуоси эллипсоида.

Моменты инерции Земли как трехосного эллипсоида рис.8.3 найдутся

$$\begin{aligned} I_y &= \frac{m_3}{5}(a^2 + b^2), \\ I_x &= \frac{m_3}{5}(a^2 + c^2), \\ I_z &= \frac{m_3}{5}(b^2 + c^2), \end{aligned} \quad (8.7)$$

где  $m_3$  – масса Земли.

Подставляя численные значения величин в формулу (8.6), найдем амплитуду изменения частоты вращения Земли в течение суток под действием Солнца

$$\begin{aligned} \Delta\omega_y &= \frac{3 \cdot 6,674 \cdot 10^{-11} \cdot 2 \cdot 10^{30}}{(149,6 \cdot 10^9)^3} \frac{(6,3782^2 - 6,378^2)}{(6,3782^2 + 6,378^2)} 43080 = \\ &= 1,62 \cdot 10^{-13} \text{ рад/сек.} \end{aligned} \quad (8.8)$$

Найдем амплитуду изменения длительности суток под действием Солнца

$$\Delta T_c = \frac{2\pi \cdot \Delta\omega_y}{\omega_y^2} = \frac{2\pi \cdot 1,62 \cdot 10^{-13}}{(7,2924 \cdot 10^{-5})^2} = 0,00019 \text{ сек.} \quad (8.9)$$

Момент внешних сил, действующий на Землю со стороны Луны, как показано в (8.4), в 2,17 раза больше, чем момент внешних сил Солнца. Следовательно, амплитуда изменения длительности суток под действием Луны будет во столько раз больше

$$\Delta T_{\text{л}} = \Delta T_c \cdot 2,17 = 0,00041 \text{ сек.} \quad (8.10)$$

Эти амплитуды при определенных положениях Луны и Солнца будут как складываться, так и вычитаться, то есть суммар-

ная амплитуда будет изменяться в пределах  $0,00022 \pm 0,0006$  сек.

Следует отметить, что расстояния от Солнца и Луны до Земли переменные, так как траектории движения Земли и Луны эллиптические, что приведет к дополнительным изменениям амплитуды длительности суток, как в большую, так и в меньшую стороны.

Полученные значения амплитуды длительности суток одного порядка с сезонными отклонениями длительности суток от эталонных в течение года и составляющих  $/86/ 0,001$  сек.

Проведенный анализ показывает, что при рассмотрении вопроса о неравномерности вращения Земли необходимо учитывать внешние силы, действующие со стороны Луны и Солнца на Землю. Может оказаться, что в этом вопросе нарушены причинно – следственные связи. Необходимо внимательно посмотреть, что является причиной, а что следствием. Приливы являются одной из причин неравномерности вращения Земли, или наоборот, неравномерность вращения Земли, вызванная действием моментов внешних сил со стороны Луны и Солнца порождает приливы?

### **8.3. Подтверждения многократного изменения скорости вращения Земли**

#### **8.3.1. Вращение и магнитное поле Земли**

Приняв положение (3.11), связывающее магнитную индукцию с вращением в мировой среде

$$\mathbf{B} = \text{rot}(\eta \cdot \mathbf{V}), \quad (8.11)$$

мы автоматически связали магнитное поле Земли с ее вращением.

"Давно возникла мысль, – как отмечается в /83/, – не является ли магнитное поле Земли следствием вращения ее вокруг своей оси, подобно тому, как вращающийся заряд вызывает появление магнитного поля". В начале XX века попытку экспериментального обнаружения магнитного поля у вращающихся тел предпринял физик П.Н. Лебедев /83/.

Найдем индукцию магнитного поля Земли, определяемую ее вращением, в предположении  $\eta = \text{const}$

$$B = \eta \omega_z = 5,69 \cdot 10^{-12} \cdot 7,2924 \cdot 10^{-5} = 4,15 \cdot 10^{-16} \text{ Тл}, \quad (8.12)$$

где  $\eta = \frac{m_e}{e} = \frac{0,911 \cdot 10^{-30}}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 5,69 \cdot 10^{-12} \text{ кг/Кл}$  в электродинамических единицах,  $\omega_z$  – круговая частота вращения Земли.

Магнитная индукция Земли составляет  $0,3 \cdot 10^{-4} \div 0,6 \cdot 10^{-4} \text{ Тл}$ , то есть приблизительно в  $10^{11}$  раз больше (8.12). Следовательно, вращение Земли может рассматриваться только как инициирующий фактор магнитного поля Земли, определяющий его направление.

Палеомагнитными исследованиями установлено, что магнитное поле Земли много раз меняло направление на противоположное /83,93/. "За последние 4,5 млн. лет, – как отмечается в /93/, – сменились четыре эпохи нормальной (н) и обратной (о) полярности геомагнитного поля. Эти эпохи названы по именам выдающихся учёных - магнитологов (от настоящего в прошлое): Брюнес (н), Матуяма (о), Гаусс (н), Гилберт (о). Возраст границ между ними следующий: Брюнес–Матуяма - 0,69 млн.лет, Матуяма–Гаусс – 2,43 млн. лет, Гаусс–Гилберт – 3,32 млн.лет. Внутри эпох полярности открыты на порядок более короткие всплески противоположной полярности геомагнитного поля - события, названные по местностям, где они обнаружены". Для ближайшего к нам со-



бытия – Лашамп /93/, возраст границ составляет  $20 \div 30$  тыс. лет. Шкала обращений геомагнитного поля за последние 4,5 млн. лет приведена на рис. 8.4.

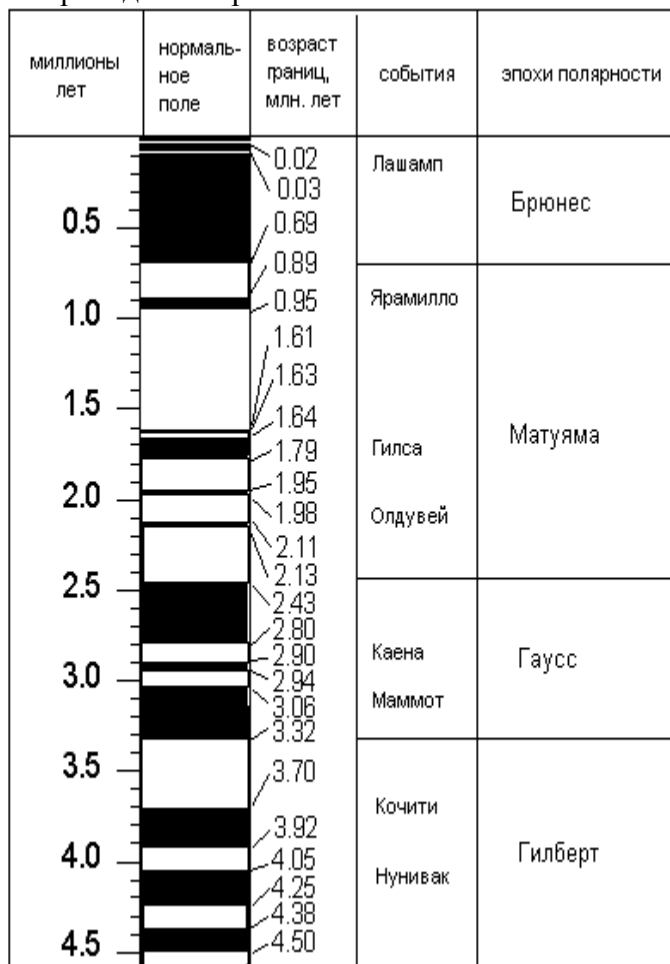


Рис.8.4. Шкала обращений геомагнитного поля за последние 4,5 млн. лет. Черное – нормальная полярность. По данным /93/.

Если принять, как это показано в параграфе 7.4.3 при рассмотрении магнитного поля Земли, что вращение Земли дает начальную закрутку вихревым трубкам и определяет, также как и для смерча, направление их вращения, то возникает вопрос: а не меняла ли Земля, вместе со сменой направления магнитного поля, свое вращение на противоположное? Вот какой дается на него ответ /83/: "Не следует, однако, думать, что при повороте магнитной оси на  $180^\circ$  происходит поворот и оси вращения Земли, так как в этом случае происходило бы изменение ее момента вращения в два раза, что явно невозможно".

Возможна ли смена направления вращения Земли с точки зрения нелинейного подхода?

При линейном подходе для остановки вращения Земли к ней должны быть приложены огромные внешние силы, а так как такие силы отсутствуют, то остановка невозможна. Но ситуация выглядит принципиально по-другому с позиции нелинейного подхода. Уравнения, описывающие вращение Земли (8.1) являются нелинейными. Нелинейность содержится как в самих уравнениях, так и коэффициентах, которые являются переменными. Так, моменты инерции Земли постоянны только в первом приближении. Они незначительно, но постоянно изменяются под действием приливов, таяния ледников, землетрясений и других причин. Гравитационная постоянная, входящая в правую часть уравнений, также является переменной, зависящей, как следует из выражения (5.29), от величины пульсационной составляющей скорости мировой среды и от средней скорости движения планеты по орбите – выражение (5.33). Постоянство скорости вращения Земли, как решение этой системы уравнений, обеспечивается поступлением энергии в систему через параметр. Но это приблизительно постоянное значение скорости вращения Земли является одним из возможных устойчивых состояний, которое

может быть нарушено при изменении параметров системы и условий поступления энергии. Поэтому с точки зрения нелинейного подхода для остановки и изменения направления вращения Земли нет необходимости в приложении огромных сил к Земле, достаточно нарушить устойчивое состояние и сама система "сделает" это.

Проведенный анализ показывает, что есть определенные основания рассматривать обращения геомагнитного поля подтверждением многократного изменения направления скорости вращения Земли. Изменение направления вращения Земли связано с глобальными изменениями на поверхности Земли. Посмотрим, есть ли какие либо подтверждения этому?

### **8.3.2. Теория катастроф Кювье**

Не те ли это катастрофы, о которых говорит Жорж Кювье в своей теории катастроф /94/.

Ж. Кювье - выдающийся французский зоолог, сравнительный анатом и палеонтолог. Он доказал /94/, что катастрофы на Земле происходили многократно, и они были внезапны. Его доказательства не укладываются в рамки господствующей ныне теории эволюции и поэтому отвергаются как неверные. Кювье пишет /94/: "Важно, однако, также отметить, что эти повторные вторжения и отступления не все были медленны, не все происходили постепенно; наоборот, большая часть катастроф их вызвавших, была внезапной, и это легко доказать, в особенности в отношении последней из них, которая двойным движением затопила, а затем осушила наши современные континенты или по крайней мере большую их часть. Она оставила в северных странах трупы крупных четвероногих, которых окутали льды и которые сохрани-

лись до наших дней вместе с кожей, шерстью, мясом. Если бы они не замерзли тотчас после того, как были убиты, гниение разложило бы их. С другой стороны, вечная мерзлота не распространялась раньше на те места, где они были захвачены ею, ибо они не могли бы жить при такой температуре. Стало быть, один и тот же процесс и погубил их, и оледенил страну, в которой они жили. Это событие произошло внезапно, моментально, без всякой постепенности".

Кювье пытается отыскать внешние силы, приводящие к катастрофам и приходит к следующему выводу /94/: "Итак, мы повторяем, напрасно искать среди ныне действующих на поверхности земли сил тех причин, которые были бы достаточны, чтобы произвести перевороты и катастрофы, следы которых нам являет земная оболочка; и если бы мы хотели обратиться к постоянным внешним силам, пока нам известным, то и в них мы не найдем объяснения". Сегодня ясно, что объяснение кроется в нелинейности уравнений, описывающих вращение Земли. Энергия в систему поступает скрытно, через параметр. При определенных соотношениях параметров происходит потеря устойчивости, вращение Земли останавливается.

### **8.3.3. Религии и мифологии народов мира**

Идея конца света лежит в основе большинства религий /95,96/, в том числе и христианства. Одной из основ христианства является "Апокалипсис" - "Откровение Иоанна Богослова", в котором описан грядущий конец света. Эта идея от-

ражает сложность, непредсказуемость реального мира, его нелинейность, и в этом плане религия адекватна реальности.

Многие ставили вопрос: "Почему люди ждут конца света?" В статье /97/ И. Кант дает следующий ответ: "Сама идея конца всего сущего ведет свое происхождение от размышлений не о физической, а о моральной стороне дела". Сегодня можно утверждать, что в основе ожидания конца света лежат реальные события, неоднократно происходившие на Земле, но не укладывающиеся в рамки линейной, упрощенной парадигмы науки, а посему отвергаемые, как нереальные.

Обратимся к библии. Большинство библейских катастроф начинаются с землетрясений: "Земля сокрушается, земля распадается, земля сильно потрясена" (Ис.24,19). "Ибо восстанет народ на народ, и царство на царство, и будут глады, моры и землетрясения по местам" (Мат.24,7). После землетрясений: "И вдруг, после скорби дней тех, солнце померкнет, и луна не даст света своего, и звезды спадут с неба, и силы небесные поколеблются" (Мат.24,29). Изменяются моменты инерции Земли, она останавливает свое вращение, и изменяется наклон оси вращения. Начинается таяние ледниковых шапок и наступает потоп: "И не думали, пока не пришел потоп и не истребил всех" (Мат.24,39). В сказаниях о великом потопе в Южной Америке отмечается /98/: "...однажды люди услышали подземный гул и глухие раскаты грома. Солнце и луна стали принимать то красный, то синий, то желтый цвет, дикие звери безбоязненно стали подходить к людям. Спустя месяц снова загрохотал гром, густая мгла поднялась от земли к небу, и разразилась гроза и ливень. Дневного света и земли как будто никогда и не было... В одних местах люди бежали, не зная, где укрыться, в других, взобравшись на деревья, они гибли от холода и голода, ибо все время не прекращались мрак и ливень... Все время было темно, как ночью... Во время наступившей тьмы и бури все сильно страда-

ли от холода и голода". Земля прекратила свое вращение, часть Земли, видимо и Южная Америка, оказались в тени, там была длительная ночь, температура резко понизилась.

Посмотрим, есть ли какие-либо более конкретные свидетельства об остановке вращения Земли. "Моисей простер руку свою к небу, и была густая тьма по всей земле Египетской три дня" (Исх.10,22). "Иисус воззвал к Господу в тот день, в который предал Господь Аморрея в руки Израилю, когда побил их в Гаваоне, и они побиты были пред лицом сынов Израилевых, и сказал пред Израильтянами: стой, солнце, над Гаваоном, и луна, над долиною Аиалонскою! И остановилось солнце, и луна стояла, доколе народ мстил врагам своим" (Иис.Н.10,12-13). Вращение Земли остановилось, что воспринималось как остановка солнца.

Приведем еще одну цитату из еврейского сказания о великом потопе /98/: "Но и по прошествии этого времени бог дал человечеству еще недельный срок, в продолжение которого солнце каждое утро всходило на западе и заходило каждый вечер на востоке". Солнце могло всходить на западе и заходить на востоке при изменении направления вращения Земли.

Видимо, именно в катастрофах, неоднократно происходивших на Земле, необходимо искать причины движения материков, блуждания географических полюсов, резкого изменения климата, ледниковых периодов, вымирания многих видов, родов, семейств, отрядов и даже классов животных, исчезновения цивилизаций.

## 8.4. Прогноз на будущее

Основной вопрос, на который необходимо ответить, следующий: когда произойдет остановка вращения Земли, когда наступит очередная катастрофа?

Посмотрим, как отвечали на него наши предки. В Ветхом завете читаем: "...да трепещут все жители земли, ибо наступит день Господень, ибо он близок" (Иол.2,1). Но уже в Новом завете сроки более конкретны: "Не преидет род сей, как все сие будет" (Мат.24,34; Марк.13,30; Лук.21,32). То есть предсказания катастрофы приходятся на I в. нашей эры. Откуда эта точность, откуда появился этот прогноз?

В древнегреческих сказаниях о великом потопе /98/ отмечается: "Древние ученые различали три великие катастрофы этого рода, которым в различные эпохи подвергалась земля". О катастрофах повествует и Платон в диалоге "Тимей" /99/: "Так, вы храните память только об одном потопе, а ведь их было много до этого... Итак, девять тысяч лет тому назад жили эти твои сограждане, о чьих законах и о чьем величайшем подвиге мне предстоит вкратце тебе рассказать... Но позднее, когда пришел срок для невиданных землетрясений и наводнений, за одни ужасные сутки вся ваша воинская сила была поглощена разверзнувшейся землей; равным образом и Атлантида исчезла, погрузившись в пучину". Из цитаты Платона явствует, что жрецы Египта знали о предыдущих катастрофах, вероятнее всего, известны им были и даты катастроф, но эта информация содержалась в тайне.

Сегодня о датах предыдущих катастроф мы судим по данным обращений магнитного поля Земли /93/ (рис.8.4). На диаграмме обращений геомагнитного поля (рис.8.4), в событии Лашамп, эпоха полярности Брюнес, только две катастрофы, приходящиеся на даты 20 тыс. лет и 30 тыс. лет тому назад. Последняя катастрофа, которая по данным Платона /99/

была 9 тыс. лет назад с момента написания его работ (Платон жил 427-347гг. до н.э.), отсутствует. Это можно объяснить или отсутствием смены направления вращения Земли при последней катастрофе или неполнотой данных на рис.8.4.

Примем за реальные даты последних 3-х катастроф следующие, учитывая, что период нашей эры соответствует, приблизительно, 2 тыс. лет

№ катастрофы	Тыс. лет до нашей эры
1	28
2	18
3	9,4

Принимая за начало временного отсчета первую катастрофу, найдем

№ катастрофы	Тыс. лет
1	0
2	10
3	18,6

Тогда, путем линейной экстраполяции, получим следующую, 4 катастрофу, в начале I тысячелетия нашей эры (рис. 8.5)



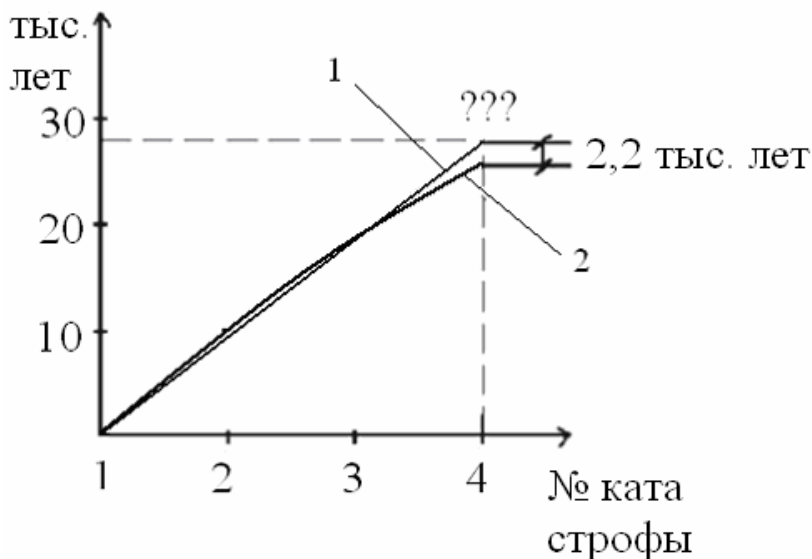


Рис. 8.5. Прогноз грядущей катастрофы. 1 – линейная экстраполяция; 2 – квадратичная экстраполяция.

Эта дата совпадает с зарождением христианства, которое возникло из эсхатологических сект, ожидающих конца света /95/.

Но если прогнозировать следующую, 4 катастрофу с помощью квадратичной экстраполяции, то получим, что она должна была произойти 2,2 тыс. лет до н.э. (рис.8.5).

Египетские пирамиды – одно из семи чудес света. Общеизвестно, что пирамиды – гробницы фараонов. В работах арабских историков отмечается также /100/, что пирамиды сооружались фараонами для спасения от потопа. Но неясным остается вопрос: почему пирамиды строились в период, начиная с XXVII века до н.э. и до XVIII века до н.э.? "Почему не вернулись к строительству пирамид, - как отмечается в /100/, – правители Нового Царства? Средства на это у них

имелись... О причинах, побудивших их отказаться от строительства пирамид, эти цари не оставили нам сообщений".

Египетские пирамиды начали строить около 2,6 тыс. лет до н.э. в ожидании предстоящей катастрофы. По прошествии этого срока (2,2 тыс. лет до н.э.) пирамиды еще строились до периода 1,8 тыс. лет до н.э. Окончательно разуверившись в этом прогнозе, строительство пирамид прекратилось.

В этот период (около 2 тыс. лет до н.э.) активно развивается археоастрономия (астрономические обсерватории Стоунхендж и др.) /101/, цель которой: наблюдение за положениями Солнца, Луны и планет, которые определяли, как тогда, видимо полагали, момент наступления очередной катастрофы.

Анализ представленных данных позволяет сделать следующий вывод: жрецы Египта знали о предыдущих катастрофах, известны им были и даты катастроф, но эта информация содержалась в тайне. Первый прогноз следующей, 4 катастрофы, полученный с помощью квадратичной экстраполяции, пришелся на 2,2 тыс. лет до н.э., что и обусловило строительство египетских пирамид. Этот прогноз не оправдался, и строительство пирамид было прекращено. Следующий прогноз, полученный линейной экстраполяцией, пришелся на начало I тысячелетия нашей эры. В этот период резко возрастают эсхатологические настроения, и происходит зарождение христианства. Этот прогноз также не оправдался, и вопрос о времени наступления следующей катастрофы остается открытым.

## Заключение

Не случайно два труда двух великих ученых Ньютона /20/ и Максвелла /30/ заканчиваются размышлениями о мировой среде. Вот что пишет Максвелл: "Следовательно, все эти теории ведут к понятию среды, в которой имеет место распространение, и если мы примем эту среду как гипотезу, я думаю, она должна занять выдающееся место в наших исследованиях и следует попытаться построить мысленное представление ее действия во всех подробностях; это и являлось моей постоянной целью в настоящем трактате". В XX веке Эйнштейн /29/ отказался от "светоносного эфира", что лишило физику материальной основы. Развитие теории пошло по пути формально – математического подхода, требующего от исследователей значительных интеллектуальных усилий, но часто не дающих положительного результата. Если критически анализировать подход Эйнштейна сегодня, то следует отметить, что он был положительным на тот период, снявшим на время существующие противоречия. Видимо, подход Эйнштейна был исторически обусловлен, так как в науке в тот период доминировало линейное мышление, господствовала линейная парадигма. Мир нелинеен, попытка описать нелинейный мир линейными уравнениями приводит к искажению реальных связей в природе. Это стало ясным в конце XX века благодаря развитию прикладных наук, таких, как теория колебаний и волн, гидродинамика, синергетика и др., благодаря развитию компьютерной техники, позволяющей решать и исследовать практически любые нелинейные задачи.

Основной идеей этой работы является признание мировой среды. Мировая среда выступает интегрирующим началом, позволяющим объединить классическую, квантовую, релятивистскую механики, электродинамику Максвелла и др.

Мировая среда – это не абстрактная философская категория, а реально существующая среда, состоящая из электронов и содержащаяся во всем. Мы погружены в эту среду и состоим из нее. Видимо поэтому ее сложно было распознать. Эта среда первична, и ее свойства, фактически, определяют законы природы. Вот почему так важно было получить уравнения, описывающие процессы в этой среде – уравнения динамики вакуума, включающие законы классической, квантовой, релятивистской механики, законы электродинамики и др.

Важным, и, может, основным вопросом для нас, жителей Земли, является вопрос о причинах остановки вращения Земли, сопровождающейся глобальной катастрофой. В этом вопросе древние цивилизации, по сравнению с нашей, далеко ушли вперед. Они располагали знаниями о прежних катастрофах и пытались прогнозировать будущее. В религиях и мифологиях народов мира эти события, неоднократно происходившие на Земле, зафиксированы и отражены. Достижения современной науки позволяют более точно датировать катастрофические события, происходившие на Земле ранее, и необходимо достоверно, насколько это, возможно, оценить дату предстоящей катастрофы.

Основной вопрос содержит в себе два аспекта. Первый, познавательный – всегда интересно узнать что-то новое. Вторым, практический – одно, если это произойдет завтра, и совсем другое – в отдаленном будущем. Если это произойдет завтра, то нам ничего не остается, как смириться и ждать. Если – в отдаленном будущем, то у нас есть шанс, и его необходимо использовать.

## Литература

1. Воронков С.С. К электрогидродинамической аналогии. Пск. фил. С.–Петербург. госуд. технич. ун-та. Псков, 1993. 25с., Рукопись деп. в ВИНТИ 10.08.93, № 2237 – В93.
2. Воронков С.С. Нелинейный мир. - Псков: Пск. политехн. ин-т, 1994. - 59 с.
3. Воронков С.С. Заряд, масса, тяготение. - Псков: Пск. политехн. ин-т, 1995. - 16 с.
4. Воронков С.С. Эфир и теория относительности. - Псков: Пск. политехн. ин-т, 1996. - 42 с.
5. Воронков С.С. Электродинамика Максвелла как единая теория поля. – Псков: Пск. политехн. ин-т, 1999. – 100 с. Электронный вариант работы представлен на сайте: <http://prometheus.al.ru/webbook/phisik/voronkov.htm>.
6. Воронков С.С. СТО – научная парадигма XX века. – 2005, 3 с., <http://www.sciteclibrary.ru>.
7. Миткевич В.Ф. Магнитный поток и его преобразования. - М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1946. - 358 с.
8. Лебедев Т.А. О возможностях классической физики (теории) при истолковании явлений макромира. Часть I. – Кировоград, 1984. – 108 с.
9. Денисов А.А. Мифы теории относительности. Вильнюс: ЛитНИИНТИ, 1989. – 52 с.
10. Справочник по элементарной математике, /Бевз Г.П., Фильчаков П.Ф., Швецов К.И., Яремчук Ф.П. – Киев: Наукова думка, 1972. - 528 с.
11. Савельев И.В. Курс общей физики, т. 1. – М.: Наука, 1982. – 432 с.
12. Стретт Дж. В. (Лорд Рэлей). Теория звука. В двух томах, т. I, II. – М.: Гостехиздат, 1955.
13. Бабаков И.М. Теория колебаний. – М.: Наука, 1968. – 560с.

14. Рабинович М.И., Трубецков Д.И. Введение в теорию колебаний и волн. – М.: Наука, 1984. – 432 с.
15. Стрелков С.П. Введение в теорию колебаний. – М.-Л.: Техн. – теор. лит., 1950. – 344 с.
16. Основы теории колебаний. /Мигулин В.В., Медведев В.И., Мустель Е.Р., Парыгин В.Н. – М.: Наука, 1978. – 392 с.
17. Прочность, устойчивость, колебания. Справочник в 3-х томах, т. 3. – М.: Машиностроение, 1968. – 567 с.
18. Седов Л.И. Механика сплошной среды, т. I. – М.: Наука, 1976. – 536 с.
19. Уитроу Дж. Структура и природа времени / Современные проблемы астрофизики; Пер с англ. – М.: Знание, 1984. – 64 с.
20. Ньютон И. Математические начала натуральной философии. – М.: Наука, 1989. – 688 с.
21. Максвелл Дж. К. Атом. С. 127-167. В сборнике «Речи и статьи». – М. – Л.: Изд-во техн.-теор. л-ры, 1940. – 227 с.
22. Шредингер Э. Квантование как задача о собственных значениях. Первое сообщение. – Избранные труды по квантовой механике. – М.: Наука, 1976, с. 9-20.
23. Планк М. О работах Шредингера по волновой механике. – Избранные труды – М.: Наука, 1975, с. 398-400.
24. Мултановский В.В., Василевский А.С. Курс теоретической физики: Квантовая механика. – М.: Просвещение, 1991. – 320с.
25. Блохинцев Д.И. Основы квантовой механики. – М.: Наука, 1983. – 664с.
26. Власов А. Д. Атом Шредингера. – УФН, 1993, N 2, с. 97-104.
27. Планк М. Единство физической картины мира. Сборник статей. – М.: Наука, 1966. – 287 с.
28. Шредингер Э. Об отношении квантовой механики Гейзенберга – Борна – Иордана к моей. – Избранные труды по квантовой механике. – М.: Наука, 1976, с. 56-74.

29. Эйнштейн А. К электродинамике движущихся тел. - Собрание научных трудов, т.1. -М.: Наука, 1965, с. 7-35.
30. Максвелл Дж. К. Трактат об электричестве и магнетизме. В двух томах, т. I,II. - М.: Наука, 1989.
31. Кун Т. Структура научных революций. – М.: Прогресс, 1977. – 300 с.
32. Вейник А.И. Термодинамика реальных процессов. – Мн.: Навука і тэхніка, 1991. – 576 с.
33. Ацюковский В.А. Общая эфиродинамика. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 280 с.
34. Шипов Г.И. Теория физического вакуума. – М.: НТ-Центр, 1993. – 362 с.
35. Толчин В.Н. Инерцоид: Силы инерции как источник поступательного движения. – Пермь: Кн. изд-во, 1977. – 100 с.
36. Фарадей М. Экспериментальные исследования по электричеству, т.1,2,3. - М.: Изд-во АН СССР, 1947.
37. Физический энциклопедический словарь. - М.: Сов. энциклопедия, 1984. - 994 с.
38. Мигдал А.Б. Квантовая физика для больших и маленьких. – М.: Наука, 1989. - 144 с.
39. Дирак П. Электроны и вакуум. - М.: Знание, 1957.-15 с.
40. Кухлинг Х. Справочник по физике. - М.: Мир, 1982. - 520с.
41. Окунь Л.Б. Понятие массы. УФН, т. 158, вып. 3, 1989, с.511-530.
42. Розман Г.А. Специальная теория относительности. Псков: Изд-во ПО ИПКРО, 1995. - 107 с.
43. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. Изд. 5-е. – М.: Наука, 1978. – 736 с.
44. Визгин В.П. Единые теории поля в первой трети XX века. - М.: Наука, 1985. - 303 с.
45. Паули В. Теория относительности: Пер. с англ. - 2-е изд., - М.: Наука, 1983. - 336 с.

46. Нелинейная квантовая теория поля. Сб. статей. - М., 1959. - 464 с.
47. Пухов С.Н. Новая электродинамика движущихся тел. - Владимир, 1994. - 40 с.
48. Ключин Я.Г. Основы современной электродинамики. - Санкт-Петербург, 1999. - 74 с.
49. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике, т.6. Электродинамика. - М.: Мир, 1977. - 347 с.
50. Савельев И.В. Курс общей физики, т.2. - М.: Наука, 1982. - 496 с.
51. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики. - М.: Наука, 1977. - 736 с.
52. Фабрикант Н.Я. Аэродинамика. - М.: Наука, 1964. - 814с.
53. Пуанкаре А. Ценность науки, с. 197-365. В книге: О науке. - М.: Наука, 1990. - 736 с.
54. Кошляков Н.С. и др. Уравнения в частных производных математической физики. - М.: Высшая школа, 1970. - 712 с.
55. Роузвер Н. Перигелий Меркурия от Лаверье до Эйнштейна. - М.: Мир, 1985. - 244 с.
56. Кропоткин П. Н. Теория тяготения К. А. Путилова и кинетическая теория Лоренца. С.16-147. - В сборнике: Поле и материя. - М.: Изд-во МГУ, 1971. - 164 с.
57. Астрономия: Учеб. пособие / М. М. Дагаев, В. Г. Демин, И. А. Климишин, В. М. Чаругин. - М.: Просвещение, 1983. - 384 с.
58. Милюков В. К., Сагитов М. У. Гравитационная постоянная в астрономии. - М.: Знание, 1985. - 64 с.
59. Дирак П. Пути физики. - М.: Энергоатомиздат, 1983. - 88 с.
60. Идельсон Н. И. Этюды по истории небесной механики. - М.: Наука, 1975. - 495 с.



61. Эйнштейн А. Объяснение движения перигелия Меркурия в общей теории относительности. - Собрание научных трудов, т.1. - М.: Наука, 1965, с. 439-447.
62. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике, т.1. Современная наука о природе. Законы механики. - М.: Мир, 1977. - 263 с.
63. Ишлинский А.Ю. Механика относительного движения и силы инерции. - М.: Наука, 1981. - 191 с.
64. Шипов Г.И. 4D гироскоп в механике Декарта //Академия Тринитаризма, М., Эл № 77-6567, публ.13938, 26.10.2006. - 70 с. <http://www.trinitas.ru>.
65. Литинецкий И.Б. Бионика. - М.: Просвещение, 1976. - 336с.
66. Бродский А.К. Механика полета насекомых и эволюция их крылового аппарата. - Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1988. - 208с.
67. Прингл Дж. Полет насекомых. - М.: Изд. И-Л, 1963. - 179с.
68. Гладков Н.А. Биологические основы полета птиц. - М., 1949. - 248 с.
69. Николаев Г.В. Современная электродинамика и причины ее парадоксальности. - Томск: Твердыня, 2003. - 149 с.
70. Брон О.Б. Электромагнитное поле как вид материи. - М-Л.: Госэнергоиздат, 1962. - 260 с.
71. Борисенко А. И., Тарапов И. Е. Векторный анализ и начала тензорного исчисления. - Харьков: Изд-во харьковского ун-та, 1972. - 255 с.
72. Роуч П. Вычислительная гидродинамика. - М.: Мир, 1980. - 616 с.
73. Саенко В.А. Электрические разряды. - М.: Знание, 1990. - 64 с.

74. Поливанов К.М., Нетушил А.В., Татарина Н.В. Электромеханический эффект Губера. – Электричество, 1973, №8, с. 72-76.
75. Демин П. Эффект Губера и летающие тарелки. – Наука и жизнь, 1991, №7, с. 21-23.
76. Шредингер Э. Квантование как задача о собственных значениях. Четвертое сообщение. - Избранные труды по квантовой механике. - М.: Наука, 1976, с. 116-128.
77. Мельников О.А., Попов В.С. Недоплеровские объяснения красного смещения в спектрах далеких галактик. Сборник «Некоторые вопросы физики космоса», сборник 2. – М.: ВАГО АН СССР, 1974, с. 9-32. <http://www.ritz-btr.narod.ru/melnikov.html>.
78. Барри Дж. Шаровая молния и четочная молния. – М.: Мир, 1983. – 288 с.
79. Арсеньев С. Смерчи и торнадо. Энциклопедия «Кругосвет». <http://www.krugosvet.ru>.
80. Наливкин Д.В. Ураганы, бури и смерчи. – Л.: Наука, 1969. – 487 с.
81. Гильберт У.О. О магните, магнитных телах и о большом магните – Земле. – М., 1956.
82. Физика космоса. Маленькая энциклопедия. – М.: Советская энциклопедия, 1976. – 655 с.
83. Яновский Б.М. Земной магнетизм. – М.: Изд. техн.-теор. л-ры, 1953. – 591 с.
84. Ермолаев Ю.Г., Азад Рамит Магнитное поле тонкого вращающегося диска. // Вестник РУДН, серия Физика. – Т. 6, № 1 (1998), с. 20-22.
85. Азад Рамит О проблеме возникновения магнитного поля у вращающихся объектов. // Вестник РУДН, серия Физика. 2001, № 9, выпуск 1, с. 20-26.
86. Куликов К.А. Вращение Земли. – М.: Недра, 1985. – 159с.

87. Бутенин Н.В., Лунц Я.Л., Меркин Д.Р. Курс теоретической механики. Т.П.: Динамика. – М.: Наука, 1979. – 544 с.
88. Рябов Ю.А. Движение небесных тел. – М.: Физ-мат. лит., 1962. – 215 с.
89. Кант И. Исследование вопроса, претерпела ли Земля в своем вращении вокруг оси, благодаря которому происходит смена дня и ночи, некоторые изменения со времени своего возникновения. С. 83-91. Сочинения в 6-ти томах. Т.1. – М.: Мысль, 1963. – 543 с.
90. Киселев В.М. Неравномерность суточного вращения Земли. – М.: Наука, 1980. – 160 с.
91. Манк У., Макдональд Г. Вращение Земли. – М.: Мир, 1964. – 384 с.
92. Сидоренков Н.С. Нестабильности вращения Земли. 13 с. <http://www.1september.ru>.
93. Монин А.С. Популярная история Земли. – М.: Наука, 1980. – 224 с.
94. Кювье Ж. Рассуждение о переворотах на поверхности земного шара. – М.-Л.: Биомедгиз, 1937. – 368 с.
95. Крывелев И.А. История религий: Очерки в 2-х томах. – М.: Мысль, 1988.
96. Барашков А.И. Будет ли Конец Света? – М.: Знание, 1991. – 48 с.
97. Кант И. Конец всего сущего. //Философские науки, 1973, №6, с. 109-114.
98. Фрэзэр Д.Д. Фольклор в Ветхом завете. – М.: Политиздат, 1985. – 511 с.
99. Платон. Тимей. С. 455-541. Сочинения в 3-х томах. Т. 3, ч. 1. – М.: Мысль, 1971. – 688 с.
100. Замаровский В. Их величества пирамиды. – М.: Наука, 1981. – 447 с.
101. Владимирский Б.М., Кисловский Л.Д. Археoaстрономия и история культуры. – М.: Знание, 1989. – 64 с.

**Воронков Сергей Семенович**

# **Общая динамика**

Технический редактор Е.Г. Мокринская  
Корректор А.С. Власенко

Подписано в печать 20.10.08. Формат 60х84/16.  
Усл. печ. л. 9.7. Тираж 400 экз. Заказ № 37.

---

Отпечатано в Редакционно-издательском центре Квадрант.  
Россия, 180016, г. Псков, ул. Юбилейная, 69, оф. 127.