



Каплунов Владимир Александрович
Стрельчени Валерий Михайлович
Теплов Альфред Иванович
Тригер Виталий Александрович
Хмельник Соломон Ицкович
Шатов Владимир Викторович
Эткин Валерий Абрамович



Доклады Независимых Авторов № 50

ISSN 2225-6717
выпуск 50 2020



Доклады Независимых Авторов

Авиация и космонавтика
Геофизика
Физика
Философия
Химия

ISSN 2225-6717

Доклады Независимых Авторов

Периодическое многопрофильное печатное научно-техническое
издание

Выпуск № 50

Авиация и космонавтика \ 5

Геофизика \ 23

Физика \ 32

Философия \ 149

Химия \ 183

Объявления \ 223

Об авторах \ 224

2020

The Papers of independent Authors

volume 50, in Russian, 2020

Copyright © 2005 by Publisher “DNA”

Все права (авторские и коммерческие) на отдельные статьи принадлежат авторам этих статей. Права на журнал в целом принадлежат издательству «DNA».

All rights (copyright and commercial) on individual papers belong to the authors of these papers. The rights to the journal as a whole belong to the publisher «DNA».

Опубликовано 21.09.2020

Напечатано в США, Lulu Inc., ID 4j4mv6

ISBN 978-71657-643-0

EAN-13 9772225671006

ISSN 2225-6717

Сайт со сведениями для автора –

<http://dna.izdatelstwo.com>

Контактная информация –

publisherdna@gmail.com

**Адрес: POB 15302, Bene-Ayish,
Israel, 0060860**

Художник – Гельфанд Л.М.

Передается и регистрируется в национальных библиотеках

- **России** - [Российская национальная библиотека](#), [Российская государственная библиотека](#), [ВИНИТИ](#)
- **Израиля** - [The National Library of Israel](#),
- **США** - [The Library of Congress USA](#).

Истина – дочь времени, а не авторитета.

Френсис Бэкон

Каждый человек имеет право на свободу убеждений и на свободное выражение их; это право включает свободу беспрепятственно придерживаться своих убеждений и свободу искать, получать и распространять информацию и идеи любыми средствами и независимо от государственных границ.

Организация Объединенных Наций.

Всеобщая декларация прав человека. Статья 19

От издателя

"Доклады независимых авторов" - многопрофильный научно-технический печатный журнал на русском языке. Журнал принимает статьи к публикации из России, стран СНГ, Израиля, США, Канады и других стран. При этом соблюдаются следующие правила:

- 1) статьи не рецензируются и издательство не отвечает за содержание и стиль публикаций,
- 2) автор оплачивает публикацию,
- 3) журнал регистрируется в международных классификаторах книг (ISBN) и журналов (ISSN), идентифицируется кодом DOI, передается и регистрируется в национальных библиотеках России, Израиля, США. Этим обеспечивается приоритет и авторские права автора статьи.
- 4) коммерческие права автора статьи сохраняются за автором,
- 5) журнал издается в США,
- 6) печатный журнал продается, а в электронном виде распространяется бесплатно.

Этот журнал - для тех авторов, которые уверены в себе и не нуждаются в одобрении рецензента. Нас часто упрекают в том, что статьи не рецензируются. Но институт рецензирования не является идеальным фильтром - пропускает неудачные статьи и задерживает оригинальные работы. Не анализируя многочисленные причины этого, заметим только, что, если плохие статьи может отфильтровать сам читатель, то выдающиеся идеи могут остаться неизвестными. Поэтому мы - за то, чтобы ученые и инженеры имели право (подобно писателям и художникам) публиковаться без рецензирования и не тратить годы на "пробивание" своих идей.

Хмельник С.И.

2005

Содержание

Авиация и космонавтика \ 5

Хмельник С.И. Тригер В.А. (Израиль) Космические полеты и импульс электромагнитного поля \ 5

Геофизика \ 23

Теплов А.И.. (Украина) Загадочные явления озера Байкал. Открытия секретов. \ 23

Физика \ 32

Хмельник С.И. (Израиль) Уравнения движения одиночного заряда в вакууме \ 32

Хмельник С.И. (Израиль) Излучение равномерно движущегося заряда \ 38

Хмельник С.И. (Израиль) О распространении коронавируса в воздухе \ 45

Хмельник С.И. (Израиль) Квантовая механика: частица — объемная стоячая волна \ 52

Хмельник С.И. (Израиль) К обоснованию принципа Маха / 55

Хмельник С.И. (Израиль) Реабилитация модели атома Резерфорда / 59

Хмельник С.И. (Израиль) Новые уравнения для волчка / 65

Хмельник С.И. (Израиль) Математическое описание диска Эйлера / 75

Стрельчяня В.М. (Беларусь) Причины и логика формирования в физике квантовых представлений и их теоретического описания в первой трети XX века / 84

Эткин В.А. (Израиль) К теории единого поля / 127

Философия \ 149

Капунов В.А. (Россия) Что такое философия (классическая)? И что такое философия XXI века (информационная)? / 149

Химия \ 183

Шатов В.В. (Эстония) Экспериментальная ядерная физика в реализации проекта «химическая» модель атома / 183

Объявления \ 223

Об авторах \ 224

Последняя / 226

Хмельник С.И.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1493-6630>

Космические полеты и импульс электромагнитного поля

Аннотация

Предлагается новый подход к конструированию аппаратов для полетов в Космосе. Подробно анализируется устройство для преобразования электромагнитного импульса в механический импульс. Описывается эксперимент, демонстрирующий существование силы тяги в предлагаемом устройстве. Показывается, что **удельная тяга этого устройства в 1000 раз больше удельной тяги реактивного двигателя**. Предлагается сотрудничество для патентования в различных странах и разработки устройств различного назначения. Эта статья и ее английский вариант [1] отличаются от [2] некоторыми исправлениями и добавлениями.

Оглавление

1. Введение
2. Конструкция
3. Математическое описание конструкции \ 4
4. Примеры расчета
 - Пример 1. Неподвижное и неподдерживаемое устройство.
 - Пример 2. Противодействие импульсу силы.
 - Пример 3. Полет с ускорением при отсутствии силы сопротивления
 - Пример 4. Полет с ускорением при наличии силы сопротивления
 - Пример 5. Удельный импульс и удельная тяга
 - Пример 6.
5. Расчетные соотношения
- Приложение 1. Полет на Луну
- Литература

1. Введение

Практика последнего полувека показала, что полеты в Космосе – очень дорогая затея и громадные устройства. Могут возразить, что сегодня маленьких спутников такое множество, что они мешают астрономическим наблюдениям. Однако это неуправляемые и невозвращаемые устройства – современный аналог пушечных ядер. Причиной такого положения дел принято считать закон сохранения импульса. Точнее, закон сохранения механического импульса, для выполнения которого и требуются тонны топлива для полета в Космосе. Однако существует более общий закон сохранения импульса, в который механический импульс и электромагнитный импульс входят количественно равноправным образом. Тем не менее, возможность движения под действием электромагнитных сил, как правило, отвергается. Ярким примером этого являются непрекращающиеся споры вокруг «EmDrive» [3], который демонстрирует очень незначительную силу – критики ищут некие пока необнаруженные силы. В 2016 году команда НАСА также заявила о работе «невозможного» космического двигателя [4]. В 2017 году Китай также заявил, что использует EmDrive [5]. Это устройство может демонстрировать очень небольшую силу. Критики этих устройств ищут некоторые еще не обнаруженные силы.

Критиков можно понять. Плотность электромагнитного импульса p связана с плотностью потока электромагнитной энергии S формулой $J = S/v^2$, где v - скорость потока электромагнитной энергии, т.е. скорость света. При делении на скорость света в квадрате нельзя получить приемлемую для техники величину импульса и этот факт убеждает критиков. Скорость движения электромагнитной энергии в электродинамике предполагается равной скорости света. Это утверждение вытеснило из научного обихода случаи, когда скорость движения электромагнитной энергии меньше скорости света. А такие случаи известны. В статическом электромагнитном поле нет электромагнитной волны, но есть поток электромагнитной энергии, скорость которого может быть сколь угодно малой [6].

Это означает, что возможны случаи, когда электромагнитный импульс сравним по величине с механическим импульсом, и можно конструировать экономичные летательные аппараты.

Такой аппарат рассматривается [7]. Некоторые эксперименты описываются в [2]. Этот аппарат может двигаться долго с непрерывным, но ограниченным ускорением и благодаря этому проходить большие расстояния за малое время.

Ниже для примера в приложении 1 рассмотрен полет до Луны. Показано, что полет до Луны займет около 7 часов при максимальном ускорении 5g. При этом аппарат может иметь простой бензиновый двигатель и весить вместе с топливом 90 тонн, из которых 50% составляет вес топлива.

Показателями эффективности реактивного двигателя являются удельный импульс и удельная тяга. Предлагаемая теория позволяет рассчитать эти показатели для нашего двигателя. В сущности – это показатели двигателя внутреннего сгорания, используемого для вращения диска. Ниже в примере 6 приведены количественные оценки, из которых следует, что **удельная тяга этого устройства в 1000 раз больше удельной тяги реактивного двигателя**. Это позволяет утверждать, что предлагаемый аппарат является экономичным двигателем для космического корабля.

В общем, особенностями аппарата являются способность двигаться в безвоздушном пространстве, простота конструкции, надежность, бесшумность, способность двигаться на низкой скорости и зависать.

Аппарат может применяться для космических полетов, для возвращаемых спутников, вместо вертолетов, вместо строительных кранов.

По сравнению с ракетой аппарат имеет возможность подъема и приземления с низкой скоростью, низкий расход топлива, отсутствие перегрузки для экипажа, отсутствие дорогой теплозащиты,

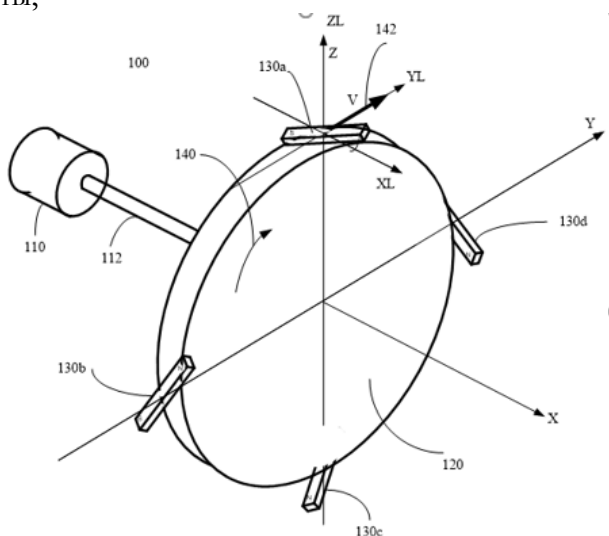


Рис. 1. Принципиальная схема устройства.

2. Конструкция

Конструкция предлагаемого устройства может иметь, например, вид, показанный на рис. 1 (из патента [7]), и содержит источник энергии, двигатель 110, диск 120 и множество постоянных магнитов 130, закрепленных на диске 120. Двигатель вращает диск и при этом магниты движутся с линейной скоростью V 140. Магниты 130 имеют торцы северного N и южного S полюсов. Магниты 130 расположены на диске 120 так, что плоскости их торцов составляют некоторый угол с траекторией движения торца и с плоскостью платформы, в которой лежит эта траектория. На рис. 2 показана развертка диска с магнитами.

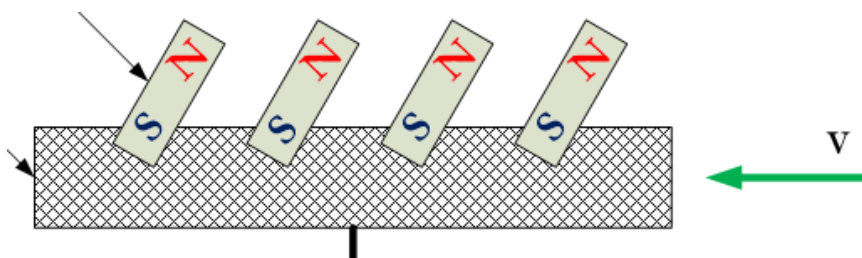


Рис. 2. Развертка диска с магнитами.

Ниже доказывается, что множество магнитов, расположенных на платформе, движущихся с определенной скоростью, создают суммарный механический импульс, направленный перпендикулярно вектору скорости. В [2] предложено еще много вариантов расположения магнитов, при которых соблюдается тот же принцип формирования механического импульса.

3. Математическое описание конструкции

Предложенное ниже математическое описание базируется на [8]. Широко известен закон униполярной индукции Фарадея, применимый для постоянного магнита, движущегося со скоростью V :

$$E = V \times B \quad (1)$$

или

$$E = V \times \mu H, \quad (2)$$

где B, E, H, μ - магнитная индукция, электрическая и магнитная напряженности, абсолютная магнитная проницаемость соответственно.

Плотность потока электромагнитной энергии, вытекающего из торца магнита,

$$S = E \times H \quad (3)$$

Рассмотрим приложение этих соотношений к нашей конструкции – см. рис. 3. В цилиндрических координатах r, φ, z рассматриваемые векторы имеют вид $H = [H_r, H_\varphi, H_z]$. При этом получаем:

$$E = E_r, \quad (4)$$

$$V = V_\varphi, \quad (5)$$

Тогда

$$E = E_r = V \cdot \mu \cdot H_z, \quad (6)$$

$$S_z = E_r \cdot H_\varphi \quad (7)$$

или

$$S_z = V \cdot \mu \cdot H_z \cdot H_\varphi. \quad (8)$$

Эта величина будет наибольшей, если

$$H_z = H_\varphi = H/\sqrt{2}, \quad (9)$$

т.е. магнит должен быть наклонен к плоскости под углом $\pi/4$. Тогда

$$S_z = 0.5V \cdot \mu \cdot H^2 = 0.5VB^2/\mu, \quad (10)$$

или

$$S_z = 0.5V \cdot \mu \cdot H^2 = 0.5VHB. \quad (11)$$

Аналогично,

$$S_\varphi = 0.5VHB. \quad (12)$$

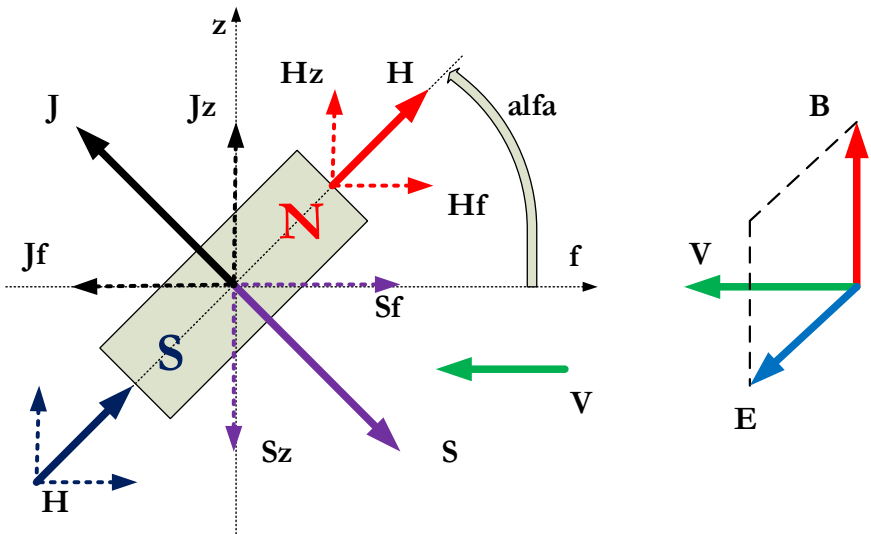


Рис. 3. Векторы, действующие в магните.

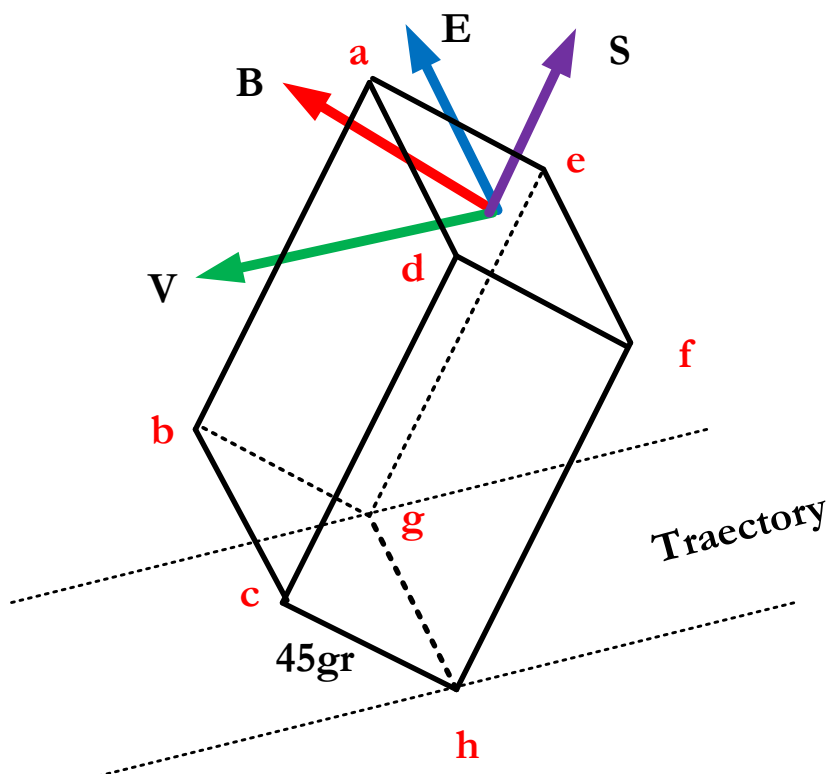


Рис. 4. Объемное изображение магнита

Плотность всего потока энергии

$$S = \sqrt{|\vec{S}_z|^2 + |\vec{S}_\varphi|^2} = \frac{1}{\sqrt{2}} VNB \quad (13)$$

или

$$S = VW_m \sqrt{2}. \quad (14)$$

где плотность магнитной энергии магнита

$$W_m = 0.5NB. \quad (15)$$

На рис. 4 показано объемное изображение магнита и действующие на него векторы. При движении электропроводный магнит становится **магнитом-электретом**. При этом в нем

- плоскость abcd является северным торцом магнита,
- плоскость efgh является южным торцом магнита,
- плоскость abge становится положительным торцом электрета,
- плоскость cdhf становится отрицательным торцом электрета.

Источником энергии для всего потока с плотностью S является энергия источника энергии для двигателя, а поток с плотностью S является мощностью двигателя.

Магнит движется вдоль оси φ со скоростью V и вдоль оси z со скоростью V_{vert} , где V_{vert} - скорость вертикального движения конструкции, не равная скорости V . Эти же скорости являются скоростями потоков S_z и S_φ соответственно. Плотность электромагнитного импульса, определяется (как указывалось выше) по формуле $J = S/v^2$. Учитывая (12, 13), находим проекции импульса J_z и J_φ равны

$$J_\varphi = \frac{S_\varphi}{V^2} = \frac{HB}{2V}. \quad (16)$$

$$J_z = \frac{S_z}{V_{vert}^2} = \frac{HBV}{2V_{vert}^2}. \quad (17)$$

В соответствии с законом сохранения импульса электромагнитный импульс в сумме с механическим импульсом магнита должен быть равен нулю, поскольку в начале движения последний отсутствовал. Следовательно, тело магнита приобретает механические импульсы

$$M_{m\varphi} = -\frac{HBQ}{2V}. \quad (18)$$

$$M_{mz} = -\frac{HBVQ}{2V_{vert}^2}. \quad (19)$$

где Q – объем магнита. Этот импульс множества магнитов является движущим по вертикали импульсом устройства.

Мощности, расходуемые магнитом для движения по окружности и для вертикального движения, равны соответственно:

$$P_{m\varphi} = S_\varphi b, \quad (20)$$

$$P_{mz} = S_z b, \quad (21)$$

где b – площадь торца магнита. Из (11, 12, 20, 21) находим:

$$P_{mz} = P_{m\varphi} = 0.5VHBb, \quad (22)$$

Из (18, 19, 22) находим:

$$M_{m\varphi} = \frac{HBQ}{2V} = \frac{2P_{m\varphi}Q}{2V^2b} = \frac{P_{m\varphi}L}{V^2} \quad (23)$$

$$M_{mvert} = M_{mz} = \frac{HBVQ}{2V_{vert}^2} = \frac{2P_{mz}Q}{2V_{vert}^2b} = \frac{P_{mz}L}{V_{vert}^2} \quad (24)$$

где L – длина магнита

$$L = \frac{Q}{b}. \quad (25)$$

Вес магнита

$$Z_{mag} = Q\rho, \quad (26)$$

где ρ - удельный вес материала магнита. Массу устройства будем определять как

$$m = rZ_{mag}/g, r = \frac{gm}{\rho Q} \quad (27)$$

где g - ускорение, r - коэффициент нагрузки. Мощность, расходуемая магнитом для вертикального движения,

$$P_{mz} = F_{vert}V_{vert}, \quad (28)$$

где F_{vert} - сила тяги магнита. Кроме того, имеем:

$$M_{mvert} = m \cdot V_{vert}, \quad (29)$$

Из (24, 29) находим скорость вертикального движения:

$$m \cdot V_{vert} = \frac{P_{mz}L}{V_{vert}^2} = \frac{HBVQ}{2V_{vert}^2} \quad (30)$$

или

$$V_{vert} = \sqrt[3]{\frac{HBVQ}{2m}}. \quad (31)$$

Силу тяги магнита при данной скорости V_{vert} найдем из (28):

$$F_{vert} = P_{mz}/V_{vert}. \quad (32)$$

Из (31, 32) находим:

$$F_{vert} = \frac{HBVb}{2} \sqrt[3]{\frac{HBVQ}{2m}} = b \sqrt[3]{\frac{(HBV)^2 m}{4Q}}. \quad (33)$$

Учитывая еще (27), находим:

$$F_{vert} = b \sqrt[3]{\frac{(HBV)^2 r \rho}{4g}}. \quad (34)$$

Из (34) находим, что

$$F_{vert} = bd, \quad (35)$$

где

$$d = \sqrt[3]{\frac{(HBV)^2 m}{4Q}} = \sqrt[3]{\frac{(HBV)^2 r \rho}{4g}} \quad (36)$$

т.е. d является также **давлением**, а сила тяги F_{vert} является также **силой давления**.

Полученные соотношения вместе с известными внешними силами позволяют рассчитать динамику полета.

Очевидно, вертикаль в данном случае – это направление оси вращения диска. Поэтому все вышесказанное относится к полету в любом направлении.

При известной в каждый момент времени силе тяги из (34) можно найти требуемую линейную скорость движения магнитов:

$$V_{min} = \frac{1}{HB} \sqrt[3]{\frac{4gF_{vert}^3}{r\rho b^3}} \quad (37)$$

В [2] описывается эксперимент, демонстрирующий существование силы тяги в предлагаемом устройстве.

Вместе с вертикальным потоком энергии (11) существует горизонтальный поток энергии (12), направленный по окружности. Вместе с потоком (12) существует сонаправленный электромеханический импульс и (в силу закона сохранения импульса) **механический импульс**, противоположно направленный потоку энергии (12), т.е. направленный противоположно скорости V . Следовательно, этот импульс является **тормозящим**. Аналогично (32) силу торможения можно найти по формуле

$$F_{brak} = P_{mz}/V. \quad (38)$$

Таким образом, мощность двигателя расходуется на подъем и на торможение при вращении. Из (38) следует, что после разгона силой торможения можно пренебречь.

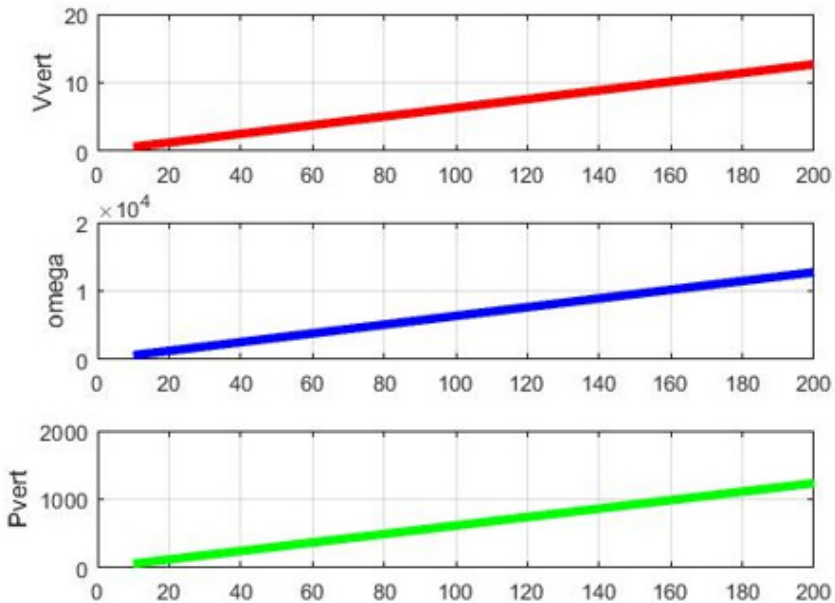


Рис. 5. Функции $V_{vert}(V_{vert})$, $P_{vert}(V)$, $\omega(V)$.

4. Примеры расчета

Пример 1. Неподвижное и неподдерживаемое устройство.

Конструкция имеет в виде диска установлены со множеством магнитов имеет со следующие характеристики (см. PoletCEMMM.m, mode=1):

$$b = 0.015 \text{ m}^2, L = 0.005 \text{ m}, B = 1.35 \text{ T}, H = 50 \text{ A/m},$$

$$\rho = 5 \cdot 10^4 \text{ N/m}^3, Z_{mag} = 3.75 \text{ N}.$$

Здесь b – общая площадь всех магнитов. При данной скорости $V = 43 \text{ m/sec}$ по вышеприведенным формулам определены

$$F_{vert0} = 98 \text{ N}, r = 26, V_{vert} = 0.22 \text{ m/sec}, P_{mz} = 22 \text{ Wt},$$

$$\omega = 60V/(2\pi R) = 2780 \text{ rps}.$$

На рис. 5 показаны функции $V_{vert}(V_{vert}), P_{vert}(V), \omega(V)$.

Пример 2. Противодействие импульсу силы.

Пусть в условиях примера 1 на движущуюся конструкцию начала действовать дополнительная сила 150 N (см. PoletCEMM.m, mode=2). Найдем новую силу тяги

$$F_{vert2} = F_{vert} + 150 = 148 \text{ N}.$$

По (41) найдем новую линейную скорость движения магнитов $V = 108 \text{ m/sec}$. Найдем новую вертикальную скорость по (32): $V_{vert} = 0.3 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$. Найдем еще требуемую для этого мощность по (29): $P_m = 75 \text{ Wt}$

Пример 3. Полет с ускорением при отсутствии силы сопротивления

Рассмотрим полет при отсутствии силы сопротивления (например, в условиях невесомости). Поскольку диск вращается, он потребляет энергию (20, 21) и создает вращающий момент (29). С другой стороны

$$F_{vert} = am, \quad (39)$$

где a – ускорение, создаваемое этой силой. Из (39, 29) находим

$$P_{mz} = F_{vert}V_{vert} = amM_{mvert}/m = aM_{mvert} \quad (40)$$

или

$$a = \frac{P_{mz}}{M_{mvert}}. \quad (41)$$

Из (41, 24) находим

$$a = \frac{V_{vert}^2}{L}, \quad (42)$$

Следовательно,

$$\frac{dV_{vert}}{dt} = a \quad (43)$$

и скорость изменения момента

$$\frac{dM_{mvert}}{dt} = m \frac{dV_{vert}}{dt} = ma = \frac{mV_{vert}^2}{L}. \quad (44)$$

Учитывая еще (31), находим:

$$\frac{dM_{mvert}}{dt} = \frac{m}{L} \sqrt{\left(\frac{QH BV}{2m}\right)^2} = \frac{1}{L} \sqrt[3]{m(0.5QH BV)^2} \quad (45)$$

или с учетом (21) окончательно находим,

$$\frac{dM_{mvert}}{dt} = \frac{m}{L} \sqrt[3]{\left(\frac{QH BV}{2m}\right)^2} = \frac{1}{L} \sqrt[3]{m(0.5QH BV)^2} \quad (46)$$

При изменении направления вращения диска ускорение меняет знак. Таким образом, скорость изменения момента (46) может разгонять или тормозить устройство.

Из (39, 44) следует, что

$$F = ma = \frac{dM_{mvert}}{dt}. \quad (47)$$

Пример 4. Полет с ускорением при наличии силы сопротивления

Рассмотрим полет с ускорением при наличии силы сопротивления F_T . В этом случае формула (39) принимает вид:

$$P_m = (F - F_T)V_{vert} = amV_{vert}. \quad (48)$$

где F_{vert} – по-прежнему, сила, которую создает вращающийся диск в направлении оси вращения. Все формулы примера 3 сохраняются и в этом случае, за исключением формулы (47), которая здесь принимает вид:

$$F_{vert} = F_T + ma = F_T + \frac{M_{mvert}}{dt}. \quad (49)$$

Пример 5. Удельный импульс и удельная тяга

Найдем энергию, которую нужно затратить для того, чтобы сообщить устройству определенный импульс. Из (46) находим:

$$M_{mvert} = \int_0^T \frac{M_{mvert}}{dt} dt = \int_0^T \left(\sqrt[3]{\frac{m}{L} P_m^2} \right) dt, \quad (50)$$

где T – длительность набора импульса.

Предположим, что мощность P_{mz} для увеличения импульса остается постоянной на всем периоде T увеличения момента. Тогда из (50) найдем:

$$M_{mvert} = T \sqrt[3]{\frac{m}{L} P_m^2}. \quad (51)$$

Энергия, затраченная для получения импульса,

$$W_m = TP_m. \quad (52)$$

Из (51, 52) находим:

$$M_{mvert} = \sqrt[3]{\frac{m}{L} TW_m^2}. \quad (53)$$

Рассмотрим удельный импульс нашего устройства, полностью аналогичный удельному импульсу реактивного двигателя и равный отношению импульса к расходу топлива:

$$I_m = \frac{M_{mvert}}{W_m/D}, \quad (54)$$

где D – удельный расход топлива для двигателя, вращающего диск с магнитами.

Из (53, 54) находим:

$$I_m = D \sqrt[3]{\frac{m}{L} \frac{T}{W_m}} = D \sqrt[3]{\frac{m}{LP_m}}. \quad (55)$$

Отсюда следует, что удельный импульс увеличивается при увеличении массы устройства и уменьшении мощности двигателя.

Расчет по этой формуле (см. ниже пример 1) показывает, что **удельный импульс предлагаемого устройства существенно превышает удельный импульс реактивного двигателя**

Рассмотрим удельную тягу нашего устройства, полностью аналогичную удельной тяге реактивного двигателя и равную отношению тяги к расходу топлива:

$$\Psi_m = \frac{F_{vert}/g}{W_m/D}. \quad (56)$$

Запишем (56) более строго:

$$\Psi_m = F_{vert} \cdot dt / (gP_m \cdot dt/D) \quad (57)$$

или, с учетом (47),

$$\Psi_m = \frac{dM_{mvert}}{dt} \cdot dt / (gP_m \cdot dt/D) \quad (58)$$

или

$$\Psi_m = D \frac{dM_{mvert}}{dt} / (gP_m). \quad (59)$$

Учитывая (46), получаем

$$\Psi_m = D \sqrt[3]{\frac{m}{L} P_m^2} / (gP_m) = \frac{D}{g} \sqrt[3]{\frac{m}{P_m L}}. \quad (60)$$

С учетом (55) получаем

$$\Psi_m = \frac{I_m}{g}. \quad (61)$$

Видно, что **удельная тяга предлагаемого устройства существенно превышает удельную тягу реактивного двигателя.**

Пример 6.

Например, если наш двигатель является бензиновым двигателем, то $D=4262400$ J/kg. Пусть еще $\frac{m}{P_m} = 0.5$, $L = 0.005$ m. Тогда по (54, 61) находим: $I_m \approx 5 \cdot 10^6$, $\Psi_m \approx 5 \cdot 10^5$.

В табл. 1 приведены значения удельного импульса и удельной тяги для известных ракетных двигателей [9] и для предлагаемого аппарата. Видно, что удельный импульс и удельная тяга предлагаемого аппарата существенно превышает соответствующие величины для известных реактивных двигателей. Это позволяет утверждать, что предлагаемый аппарат является экономичным двигателем для космического корабля

Таблица 1. Удельный импульс и удельная тяга для ракетных двигателей

Двигатель	Удельный импульс (м\сек)	Удельная тяга (сек)
Газотурбинный	30 000	3000
Жидкостный	5000	500
Твердотопливный	3000	300
Электрический ракетный	50 000	5000
Ионный	30 000	3000
Плазменный	300 000	30 000
Гипотетическая фотонная ракета	300 000 000	30 000 000
Аппарат	5 000 000	500 000

5. Расчетные соотношения

Конструктивными параметрами являются:

- радиус диска R ,
- индукция на торце магнита B ,
- коэрцитивная напряженность H ,
- количество магнитов k ,
- площадь торца магнита b ,
- длина магнита L ,
- удельный расход топлива для двигателя, вращающего диск, D
- плотность материала магнита ρ .

Важно отметить, что эффективность аппарата существенно зависит от длины магнита и возрастает с уменьшением длины. Поэтому целесообразно применять тонкие плоские магниты. В настоящее время существуют и улучшаются пленочные магниты, которые чрезвычайно эффективны в данном применении.

Расчетными параметрами являются:

- масса аппарата m
- скорость вращения диска n ,
- мощность двигателя P_m ,
- скорость движения аппарата (линейная скорость аппарата вдоль оси вращения диска) V_{vert} ,
- скорость движения магнитов (линейная скорость на окружности диска) V ,
- сила тяги F_{vert} ,
- удельная тяга Ψ_m ,
- импульс M_{mvert} ,
- удельный импульс I_m .

Следует следить за тем, чтобы скорость движения магнитов V была больше определенного минимума.

Выше найдены следующие основные соотношения между перечисленными величинами:

$$Q = Lb, \quad (65)$$

$$P_m = F_{vert}V_{vert}, \quad (66)$$

$$M_{mvert} = m \cdot V_{vert}, \quad (67)$$

$$P_{mz} = 0.5VHBb, \quad (68)$$

$$V_{vert} = \sqrt[3]{\frac{HBVQ}{2m}}, \quad (69)$$

$$F_{vert} = b \sqrt[3]{\frac{(HBV)^2 r \rho}{4g}}, \quad (70)$$

$$V = \frac{1}{HB} \sqrt{\frac{4gF_{vert}^3}{r\rho b^3}}. \quad (71)$$

$$I_m = D \sqrt[3]{\frac{m}{LP_m}}, \quad (72)$$

$$\Psi_m = \frac{I_m}{g}. \quad (73)$$

Полученные соотношения вместе с известными внешними силами позволяют рассчитать динамику полета.

Вертикаль в данном случае – это направление оси вращения диска. Поэтому все вышесказанное относится к полету в любом направлении.

Приложение 1. Полет на Луну

Предлагаемый аппарат сопоставим с вертолетным двигателем по отношению «тяга\мощность» Поэтому рассмотрим аппарат, эквивалентный вертолету Ми-26 [10], но отличающийся отсутствием

внешних винтов и внешней формой. В таблице 2 приведены технические характеристики такого аппарата и вертолета.

Таблица 2. Технические характеристики аппарата и вертолета

Параметр	Характеристика	
	Вертолет	Аппарат
Диаметр несущего винта	32 м	-
Объем	40*34*8=11000 м ³	10 000 м ³
Масса пустого	28 200 кг	30 000 кг
Масса нормальная взлётная	49 500 кг	50 000 кг
Мощность двигателей	22 800 л.с.	20 000 л.с.
Расход топлива	3100 кг/час	3100 кг/час
Крейсерская скорость в вертолетном режиме	265 км/ч	250 км/ч
Крейсерская скорость в космосе	-	Не ограничена
Дальность полёта при максимальной заправке в вертолетном режиме	800 км	800 км
Дальность полёта в космосе	-	см. пример
Вес топлива	10 000 кг	40 000 кг
Грузоподъёмность в грузовой кабине	20 000 кг	-
Экипаж и солдаты и их вес	90 и 20 000 кг	-
Общая грузоподъёмность	40 000 кг	40 000 кг
Полный вес	78 000 кг	90 000 кг

Для иллюстрации применения аппарата в космосе рассмотрим полет такого аппарата на Луну. Траектория полета показана на рис. 6, а параметры полета показаны в таблице 3. На рис. 2 показана Земля с атмосферой, аппарат и два положения Луна в момент старта аппарата (Moon-1) и в момент прилунения (Moon-2).

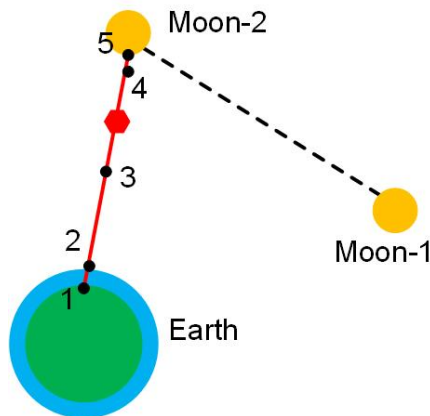


Рис. 6. Траектория полета аппарата на Луну/

Таблица 3.

участок	длина	скорость	ускорение	время
	km	km/h		hour
1-2	500	250	0	2
2-3	190000	250... V_{23}	g	1.73
3-4	190000	V_{23} ...250	g	1.73
4-5	250	250	0	1
итого				6.46

На участке 1-2 аппарат летит в атмосфере Земли со скоростью 250 km/h или

$$V_{12} = \frac{250000}{3600} = 70\text{m/sec}$$

На участке 2-3 аппарат летит с ускорением g и в конце этого участка набирает скорость V_{23} . Длина этого участка равна половине расстояния от Земли до Луны, т.е. $S_{23}=190000$ km. Поэтому время полета на этом участке можно найти как

$$T_{23} = \sqrt{2S_{23}/g} = 6227\text{sec} = 1.73\text{h}$$

Тогда

$$V_{23} = 70 + gT_{23} = \frac{61000\text{m}}{\text{sec}} = 220000 \text{ km/h}$$

На участке 3-4 аппарат летит с замедлением и в конце этого участка снижает скорость до 250 km/h. На участке 4-5 аппарат летит с скоростью 250 km/h и опускается на Луну.

Аналогично определяются параметры полета в обратном направлении.

Таким образом, общее время полета с включенным двигателем составляет 6.5 часов. При этом аппарат расходует на полет в обе стороны

$$Q = 3100 * 6.46 * 2 = 40000 \text{ кг топлива}$$

Очевидно, что возможности аппарата позволяют совершить полет на Луну и обратно. Сравним параметры этого полета с параметрами проекта Аполлон - см. таблицу 4 [11].

Таблица 4.

Параметр	аппарат	Аполлон	Отношение 3/2
1	2	3	4
длительность	6.5 ч	195 ч	30
топливо	40 т	2100 т	52
перегрузка экипажа	g	5g	5
вес на старте	90 т	2728 т	30
вес при возвращении	90 т	120 т	1.3

Литература

1. Solomon Khmelnik. Space flights and electromagnetic field momentum. Canadian Journal of Pure and Applied Sciences, June 2020, 14(2), 5013–5021.
<http://doi.org/10.5281/zenodo.3911582>
- 2a. S.I. Khmelnik, V.A. Triger. Theoretical Explanation of Patent « Device for converting electromagnetic momentum to mechanical momentum » The Papers of Independent Authors, ISSN 2225-6717, 47(1), 5–28,
<http://doi.org/10.5281/zenodo.3676501>
- 2b. Хмельник С.И., Тригер В.А. Теоретическое обоснование патента «Устройство для преобразования электромагнитного импульса в механический импульс» Доклады независимых авторов, ISSN 2225-6717, 2020, 48(1), 5–30, <http://doi.org/10.5281/zenodo.3703313>
3. Shawyer, R. 2016. Superconducting microwave radiation thruster, PCT/GB2016/050974,
<https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=W/O2016162676>

4. NASA Team Claims ‘Impossible’ Space Engine Works—
Get the Facts,
<http://news.nationalgeographic.com/2016/11/nasa-impossible-emdrive-physics-peer-review-space-science>
5. China Claims Its Made the Impossible EmDrive Possible,
<https://futurism.com/china-claims-its-made-the-impossible-emdrive-possible>
- 6a. S.I. Khmelnik. The flow of energy and the momentum of a static electromagnetic field, The Papers of Independent Authors, ISSN 2225-6717, 47, 41–51, 2020,
<https://zenodo.org/record/3678681>
- 6б. Хмельник С.И. Поток энергии и импульс статического электромагнитного поля, Доклады независимых авторов, ISSN 2225-6717, 2020, 48, 51–61,
<https://zenodo.org/record/3707863>
7. Khmelnik, SI. Device for converting electromagnetic momentum to mechanical momentum, PCT/IL2019/050084, 2019,
<https://patentscope.wipo.int/search/ru/detail.jsf?docId=W/O2019145942>
- 8a. Khmelnik, SI. Inconsistency Solution of Maxwell's Equations, “MiC” - Mathematics in Computer Corp., Israel and printed in the USA, Lulu Inc. ID 19043222, ISBN 978-1-365-23941-0, 2020, <http://doi.org/10.5281/zenodo.3560300>
- 8б. Хмельник С.И. Непротиворечивое решение уравнений Максвелла, “MiC” - Mathematics in Computer Corp., Israel and printed in the USA, Lulu Inc. ID 18555552, ISBN 978-1-329-96074-9, 2020, <http://doi.org/10.5281/zenodo.3783458>
9. Wikipedia, 2010.
https://en.wikipedia.org/wiki/Specific_impulse
10. Wikipedia, 2000. Mi-26,
<https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B8-26>
11. Шунейко И.И., Пилотируемые полеты на Луну, конструкция и характеристики SATURN V APOLLO, 1973,
<http://epizodsspace.airbase.ru/bibl/raketostr3/obl.html>

Теплов А.И.

ЗАГАДОЧНЫЕ ЯВЛЕНИЯ ОЗЕРА БАЙКАЛ. Открытия секретов.

Аннотация

Байкал славится не только самой чистой пресной водой, но и уникальными загадочными природными явлениями. В настоящей статье сделана попытка раскрытия некоторых секретов этих явлений, в том числе: природы рождения многокилометровых ледяных кругов, природа происхождения течений озера, в том числе подледных, термические летние кольца на воде, секрет «чертовой воронки»

Содержание

1. Введение.
2. Существующие загадочные явления на озере Байкал и их современное толкование.
3. Раскрытие природы явлений с опорой на Закон сохранения пространственной ориентации элементами вращающихся объектов.
4. Заключение.

Литература

1. Введение

В природе немало загадочных явлений, на которых у науки пока не находится достоверных объяснений.

К одному из них относится рассматриваемый здесь факт возникновения в различных регионах Земного шара в холодное время года идеальных ледяных кругов в различных водных бассейнах. О происхождении этих таинственных образований существует немало догадок и гипотез, начиная с подводных течений и конвективных потоков до вмешательства инопланетян.

В статье раскрывается физика образования ледяных кругов в неподвижной воде. Лед вращается относительно Земли, сохраняя свою горизонтальную пространственную ориентацию. При этом мягкий, рыхлый, тонкий лед, цепляясь за окружающий неподвижный более

прочный лед или берег, срезает мягкие, рыхлые края, превращаясь в идеальный круг. Но Байкал характерен не только этим явлением. В настоящей статье будут рассматриваться и другие загадочные явления, наблюдаемые на озере Байкал.

2. Существующие загадочные явления на озере Байкал и их современное толкование.

Ледяные круги на озере Байкал впервые были замечены с космического корабля в 2009 году.

«О кольцах известно ещё с 2003 года- говорит **Николай Гранин**: - руководитель лаборатории гидрологии и гидрофизики, сотрудник Лимнологического института СО РАН на Байкале.)

«Я заметил, - говорит он, - круговую структуру на спутниковых снимках, в районе мыса Крестовского, проанализировал предыдущие данные и обнаружил подобные структуры на снимках 1999 года. В следующий раз кольца на льду в районе мыса Крестовского и около Турки были отмечены в 2005 году, и в последующие годы их стали находить по всему среднему и южному Байкалу. Первая публикация по кольцевым структурам нами была сделана ещё в 2005 году. С тех пор появились ещё четыре гипотезы. Алексеем Кураевым, ученым, который работает в Университете Тулузы во Франции.

Есть старая версия Алексея Кураева о «мега-бабблз», огромных пузырях метана, поднимающихся со дна Байкала. Но, насколько я знаю, он от неё отказался. Теперь он утверждает, что круги образуются от течения, но, в отличие от наших исследований, он настаивает, что это не глубинные, а поверхностные течения. - Но, - говорит ГРАНИН, - «Мы считаем, что он неправ – круги на льду образуются зимой, когда ветра нет и течения подо льдом минимальные.

Кроме того, могу вас удивить: существуют не только круги на льду, но и летние кольца, – Николай ГРАНИН показывает термографическую съёмку поверхности Байкала, на которой на ровной красной поверхности согретой воды **в средней части озера отчётливо виднеется ровный круг жёлтого цвета.** – Но там причина обратная – со дна поднимается более холодная вода, и вот вам, пожалуйста, – кольцевая структура. Это достаточно частое явление – несколько раз в году их можно наблюдать в разных частях Байкала».

Но я бы, как автор настоящей статьи, добавил...- и в водоемах всего мира.

Только вот Николай Гранин «немного» ошибся. С какой стати холодная вода вдруг будет подниматься?. Из физики известно, что холодная вода опускается вниз, а теплая поднимается. Поэтому,

движение холодной воды вверх - это вопреки законам физики. Но если даже и может быть поднятие холодной воды, как показывает термографическая съемка, то это уже новое явление, и надо же объяснить причину этого явления, подъем воды вверх и возникновения этих... «кольцевых структур».

Существует на Байкале и еще одно загадочное явление именуемое «чертова воронка».

3. Раскрытие природы явлений с опорой на Закон сохранения пространственной ориентации элементами вращающихся объектов. [4]

Причина образования наблюдаемых на Байкале загадочных явлений - в существовании **Закона сохранения пространственной ориентации элементами вращающихся объектов**, неизвестного до настоящего времени современной науке.

Наука в тупике лишь только потому, что ей был еще не известен этот закон: - **Закон сохранения пространственной ориентации элементами вращающихся объектов**. (Для краткости назовем его: Закон пространственной ориентации.)

При этом части (элементы) этого вращающегося вокруг своей оси объекта, сохраняют свою собственную пространственную ориентацию.

Пояснение.

Любой элемент вращающегося объекта вынужден отклоняться от естественного направления движения. Без этого принудительного отклонения - элементы тела совершали бы движение, определяемое действием центробежных сил, то есть сохранение своего, прямолинейного равномерного движения по касательной, удаляясь от материнского объекта вращения.

Это есть Второй закон инерциального вращения, или Закон сохранения пространственной ориентации. (Первый закон в этой статье мы не рассматриваем).

В случае озер и других водоемов со стоячей водой - вращение ледяных кругов «узаконено» вращением Земли с Запада на Восток. В Северном полушарии они должны вращаться по часовой стрелке, в Южном - против часовой стрелки.

Но, могут быть исключения, например, в эффекте средних «шестеренок» (при высокой плотности ледяных кругов в водоеме).

Не лишен действия этого закона и водоем озера Байкал.

Следует обратить внимание, что Байкал размещается на широтах от $51^{\circ}28'$ до $55^{\circ}47'$ северной широты.

Это значит, что любые объекты, находящиеся на Земле на этой широте, обладают и горизонтальным, и вертикальным моментом вращения. И, будут, обладая определенной степенью свободы, приходить в движение относительно земной тверди, подчиняясь этим моментам вращения.

Поэтому, когда лед находится в рыхлом состоянии он, стараясь сохранить свою пространственную ориентацию, пытается стоять на месте, а Земля вращается. Вот и получается, что по отношению к земле и к берегам водоема, обладая небольшой степенью свободы, лед вращается, обтачивая свои края о неподвижные по отношению к берегам льдины или другие, жестко привязанные к берегам объекты, т.е. берега материка, островов и т.п.

То есть ледяной круг под действием горизонтального момента вращения будет вращаться. Скорость вращения невелика и зависит не только от широты, но и от многих других факторов, как торможения, так и ускорения.

Кроме того, даже весь водный объем Байкала тоже под действием горизонтального момента вращения будет перемещаться, будет стараться вращаться в рамках своих берегов. То есть даже подо льдом будет течение байкальской воды, и даже без участия, или влияния, какого-либо ветра! Скорость течения и характер вращения будет зависеть от конкретного места, от конфигурации береговых и донных линий, рельефов.

Возвращаясь к ледяным кругам можно отметить, что в некоторых местах подледное течение, своим круговым вращением, который, при этом, поднимает вверх более теплые придонные воды, благодаря вертикальному моменту вращения, может дополнительно способствовать образованию и вращению ледяных кругов.

Однако, я хотел бы высказать и свою точку зрения на явление, наблюдаемое при термографической съемке, то есть подъем холодной воды на поверхность в виде, как говорит Николай Гранин, «кольцевых структур» с кругом в центре.

Хотелось бы, конечно, в первую очередь взглянуть на цветные фотоснимки, зафиксировавшие эти кольцевые структуры. Очень уж неопределенная характеристика. То ли кольцевых, то ли круговых, и насколько они точны эти круги или/и кольца.

Когда речь шла о крутах на льду, то мы видели, что ледяные круги представляют собой идеальные, не деформированные круги, и в

то же время, именно круги, а не кольца, не «кольцевые структуры», как изволил выразиться Н. Гранин (если не исказили его выражение, написанное в кавычках, журналисты). Но действительно могут быть и круги в центре, и кольца вокруг этих центральных кругов. Причем можем сделать вывод, что такое наблюдение может быть как раз в тех местах водоема, где наблюдались и ледяные круги. Обратим внимание на то, что в центре ледяных кругов лед прочный, то есть под ним более холодная вода. А опаясан круг подтаявшим кольцом, то есть более теплой водой, (хотя бы на 1-2 градуса), к тому же обладающим круговым течением.

Как видим, «инфракрасный» круг проявляет себя и зимой, и летом.

Характерная, отличительная, особенность Байкала - это его большая глубина (средняя 700-800 м.), создающая большой температурный вертикальный градиент. Это один характерный фактор. И второй. Фактор, который повинен в образовании этих, кругов, и, возможно, «кольцевых структур», - это географическая широта размещения водоема озера Байкал (южная точка 52 гр. с. ш. и северная точка 56 гр. с.ш.). [5]

Кроме того, играет роль и конкретное место наблюдения, нахождение, размещение этого явления на самом Байкале (как мы это уже заметили по местам образования ледяных кругов).

Согласно Закона сохранения пространственной ориентации [4], на водный объем действуют, как я уже говорил, одновременно две составляющие момента вращения. Горизонтальная составляющая создает течение в горизонтальной плоскости Байкала, создавая водоворот по часовой стрелке, прижимаясь к берегам по всей глубине водоема. А вертикальная составляющая момента вращения - создает течение в вертикальной плоскости. (Рис. 1а).

На Рис. 1б представлен некий безразмерный объем водоема. Этот объем может находиться в любой точке земного шара. При этом его поверхность ABCD всегда параллельна земной поверхности, а точнее – водной поверхности водоема. То есть на Байкале течение потока F происходит в плоскости, наклоненной к земной (водной) поверхности под углом $\angle \alpha$ от 38 до 34 градусов (южная и северная оконечности озера). При этом вертикальная составляющая потока

$$f_{\text{верт.}} = F \cdot \sin \alpha$$

а горизонтальная составляющая потока

$$f_{\text{гориз.}} = F \cdot \cos \alpha$$

(На полюсе этот угол потока F будет равно нулю. И при этом горизонтальная составляющая будет максимальной, вертикальная – равна нулю).

Но на данной широте, под названным углом, этот поток F создает условия для образования водоворотов (в любое время года) и ледяных кругов (при заморозках возле нулевой температуры) в любой точке на поверхности Байкала. Однако более выраженные проявления зависят от береговых и донных линий байкальской чаши [6]

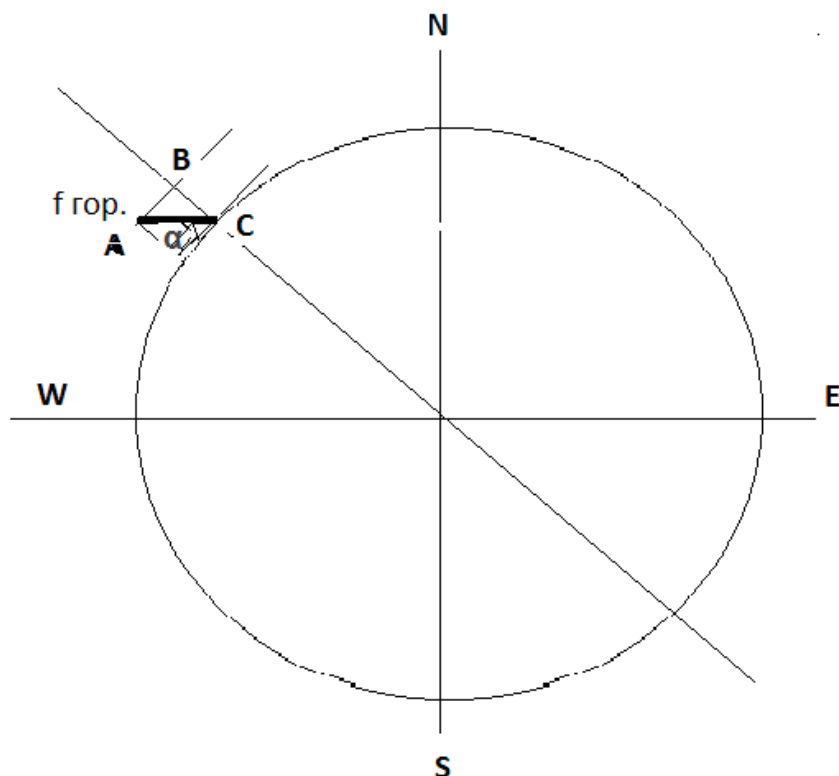


Рис.1а. Схема течений в средних широтах. На схеме AC – наклон потока F к земной поверхности под углом $\angle \alpha$; AB – горизонтальная составляющая потока f гор.; BC – вертикальная составляющая потока f верт., перпендикулярная земной поверхности.

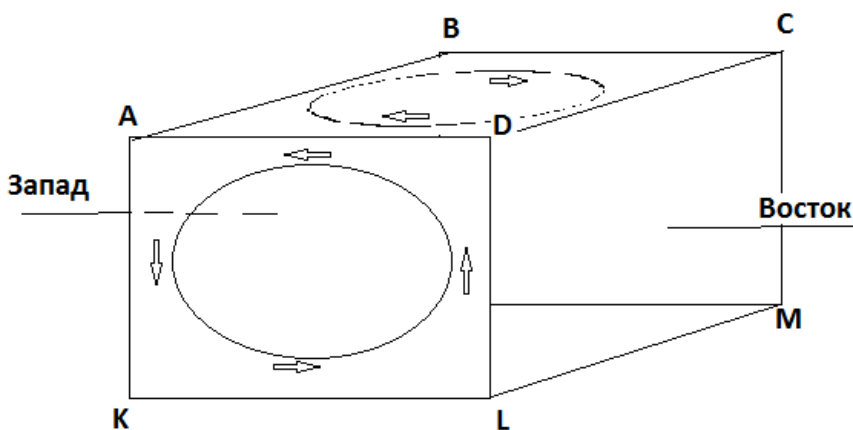


Рис. 1б. Схема течений в водоеме в средних широтах.
(f верт. и f гориз.)

При этом, так как Земля вращается с Запада на Восток, водный объем по поверхности течет с Востока на Запад, где-то опускается вниз, по дну возвращается с Запада на Восток и поднимается опять на поверхность.

Вот именно этот водоворот и перемешивает все время воды Байкала. Именно поэтому летом холодная донная вода поднимается на поверхность, не позволяя повышать температуру воды до «летней» температуры на больших глубинах Байкала.

Вполне возможно, что этот конфликт взаимно перпендикулярных водоворотов, течений, при небольшой ширине Байкала (от 25 до 80 км.) решился таким образом, что горизонтальное течение (водоворот) совершается по кольцу, прижимаясь к берегам, а вертикальный водоворот поднимает холодные воды в центре кольца. Однако более точный анализ этого явления можно сделать при дополнительных исследованиях на конкретном месте проявления этого инфракрасного эффекта.

И несколько слов о природе «чертовой воронки» - см. в [6] фото «Чертова воронка, Байкал».

В самой глубокой части озера, недалеко от острова Ольхон, располагается Чертова воронка. Увидеть ее можно не всегда. Несколько раз в год, когда поверхность озера дышит спокойствием и тишиной, неожиданно в самом центре вода начинает закручиваться по

спирали с ужасающей силой, затягивая в себя все, что находится поблизости. Цвет воды при этом становится лилово-красным. [6].

В первую очередь можно сказать, что она, с высокой степенью вероятности может появляться в самом глубоком месте Байкала (глубина 1642 м.). При этом большую роль играют и береговые линии. Однако, водовороты, возможно меньшей мощностью, могут возникать и в других местах водоема. При формировании всех течений Байкала, и в первую очередь – круговых, в том числе и воронкообразующих, играет роль то, что каждая частичка воды движется по часовой стрелке и вниз под углом от 38 до 34 градусов (в зависимости от места водоворота на озере) к поверхности воды. И если это направление подхватывается в какой-то момент круговым течением с быстро уходящим движением, падением, частичек вниз, то создается водоворот, превращающийся при определенной скорости вращения в воронку. Немаловажное значение при этом имеет и донное течение. Характер течений может быть установлен при более тщательном локальном исследовании.

Следует открыть и еще одно загадочное явление Байкала.

Это явление тоже находится напрямую в зависимости от Закона сохранения пространственной ориентации.

С момента возникновения озера Байкал, т.е. за миллионы лет [7], названный характер направления течения подмывал, подтачивал скалистые берега южной, оконечной части озера, расположенной вдоль 52-й широты. Вода «прогрызала» скалы, продвигая весь водообъем озера на запад. Поэтому в северной части озера вода оголила дно, отступив от скалистого тектонического берега уже на несколько десятков километров.

4. Заключение

Этому Закону сохранения пространственной ориентации - подчиняются даже водоемы океанов и морей. Именно этот закон, является приводом всех течений мирового океана.

Все существующие современные гипотезы образования течений просто ошибочны: то попутные ветры, то центробежные силы, то силы Кориолиса, то береговые линии являются лопастями, возбуждающими течения...

Однако, следует заметить, что некоторые исследователи, которые при выводах о причинах того или иного явления говорят, что это происходит потому, что, оказывается, существует течение, которое и является физической основой события, явления. Они правы. Только

не ответили на главный вопрос: откуда берется это течение?.. Ну, не ветер же его, на самом деле, создает!..

А вот, когда мы «создали», объяснили природу существования течения, то можно уже будет рассуждать о применении или действии сил Кориолиса, или волн Гаусса и т.п.

Уникальность же Байкала состоит не только в том, что он обладает кристально чистой, прозрачной до глубины пресной водой, не только своей глубиной озера, расположенного на горном массиве, с дном, которое находится на глубине более километра над уровнем океанов и морей. Нет, не только этим.

Многие его загадочные явления связаны: с его формой в виде растущего полумесяца, повернутого под сорок пять градусов к параллелям и меридианам Земного шара, и с его географическим размещением на широтах, близким к «ревушим сороковым».

Именно эти последние обстоятельства определяют уникальность многих загадочных проявлений озера Байкал.

И, делая вывод, можно даже заверить науку в возможной ошибочности некоторых установленных и нанесенных на карты направлениях течений. В каждом конкретном случае нужны дополнительные локальные исследования, с целью определения влияния всех факторов на формирования течений. Это необходимо для получения прикладных региональных характеристик каждого водоема. Это касается и озера Байкал И это уже другие темы.

Литература

1. Круги на льду Байкала – только наука и никаких сенсаций.
2. <https://1baikal.ru/priroda/krugi-na-ldu-bajkala-tolko-nauka-i-nikakix-sensaczij>
2. На озере в США - гигантский ледяной диск,
<https://bykvu.com/ru/movie/108043-na-ozere-v-ssha-obrazovalsya-gigantskij-ledyanoj-disk-napominayushchij-lunu/>
3. А. Теплов. Ледяные круги на воде. Открытие тайны. «Доклады независимых авторов», выпуск 46, 2019,
<https://zenodo.org/record/3566724>
4. А. Теплов. Закон сохранения пространственной ориентации элементами вращающихся объектов. «Доклады независимых авторов», выпуск 46, 2019, <https://zenodo.org/record/3566724>
5. Википедия, <https://ru.wikipedia.org/wiki/Байкал>
6. Мистика Байкала – 7 загадочных явлений,
<https://moiarussia.ru/mistika-i-bajkala/>
7. Ирkipедия. Байкал, озеро, http://irkipedia.ru/content/baykal_ozero

Хмельник С.И.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1493-6630>

Уравнения движения одиночного заряда в вакууме

Аннотация

Рассматривается движение одиночного электрического заряда в вакууме при отсутствии каких-либо электромагнитных полей. Решается система уравнений Максвелла для этого случая и показывается, что электрический заряд, обладающий кинетической энергией, движется в вакууме по спиральной траектории с замедлением, вызванным затратой энергии на перемещение в окружающем пространстве.

Рассмотрим одиночный заряд, движущийся в вакууме, где отсутствуют какие-либо электромагнитные поля. Такой заряд движется прямолинейно с постоянной скоростью. Известно, что такой заряд не излучает электромагнитных волн и не расходует на этот процесс энергию. Однако вокруг него создается магнитное поле, которое формируется заново в каждом новом положении заряда. Этот процесс требует затрат энергии. Действительно, предположим, что заряд движется около тела, изготовленного из магнитно-мягкого материала. Изменения магнитного поля в нем вызывает перемещение материала, на что расходуется энергия. Эта энергия была затрачена движущимся зарядом. Следовательно, энергия для перестройки магнитного поля расходуется движущимся зарядом всегда. Исходя из этой предпосылки, рассмотрим математическую модель движения одиночного заряда в вакууме.

Прежде всего рассмотрим систему уравнений Максвелла для такого заряда. Следуя Эйнштейну [1], движение заряда q со скоростью v можно считать эквивалентным электрическому току

$$I = qv. \quad (1)$$

Тогда это движение описывается так же, как постоянный ток – см. приложение. Это означает, что заряд не может двигаться строго линейно, а движется по спирали. Вместе с зарядом движется поток энергии, равной в данном случае кинетической энергии заряда.

Этому потоку энергии соответствует объемная плотность силы Лоренца,

$$F = \frac{S\mu}{\rho}, \quad (3)$$

где μ, ρ - абсолютная магнитная проницаемость и удельное сопротивление движению заряда. Его происхождение будет показано ниже.

Эта сила действует на заряды в теле провода. В нашем случае поток энергии движется вместе с зарядом, а сила Лоренца действует на этот заряд. Поток энергии, как известно, равен мощности. Следовательно, мощность движения заряда

$$P = Sb, \quad (4)$$

где b - площадь поперечного сечения заряда. С другой стороны, известно, что мощность – это

$$P = FVv, \quad (5)$$

где V – объем заряда. Из (3, 4, 5) находим:

$$P = \frac{S\mu v V}{\rho b} \quad (6)$$

или

$$v = \frac{\rho b}{\mu V}, \quad (6a)$$

где μ, ρ - абсолютная магнитная проницаемость вакуума и удельное электрическое сопротивление движению заряда. Это сопротивление вызвано тем, что заряд тратит энергию на переформирование электрического поля. С третьей стороны известно, что мощность

$$P = \rho I^2. \quad (7)$$

Из (1, 6, 7) находим:

$$\frac{S\mu v V}{\rho b} = \rho (qv)^2. \quad (8)$$

Следовательно,

$$\rho = \frac{1}{q} \sqrt{\frac{S\mu V}{vb}}. \quad (9)$$

Наконец, мощность P - это мощность, с которой расходуется кинетическая энергия заряда, т.е.

$$P = mva, \quad (10)$$

где m, a – масса и ускорение заряда. Из (5, 10, 3, 6a) находим:

$$a = \frac{FVv}{m} = \frac{S\mu v}{m\rho} = \frac{S\mu}{m\rho} \frac{\rho b}{\mu V} = \frac{S}{m} \frac{b}{V}. \quad (11)$$

Таким образом, электрический заряд, обладающий кинетической энергией, движется в вакууме по спиральной траектории с замедлением, вызванным затратой энергии на перемещение окружающего пространства.

Приложение. Математическая модель постоянного тока (краткое изложение по [2])

При моделировании будем использовать цилиндрические координаты r, ϕ, z в системе СИ.

Уравнения Максвелла для провода постоянного тока имеют вид:

$$\text{rot}(J) = 0, \quad (a)$$

$$\text{rot}(H) - J - J_o = 0, \quad (b)$$

$$\text{div}(J) = 0, \quad (c)$$

$$\text{div}(H) = 0, \quad (d)$$

где

- основной ток с плотностью J_o , передаваемый по проводу в нагрузку,
- дополнительные токи с плотностью $J = (J_r, J_\phi, J_z)$,
- магнитные напряженности $H = (H_r, H_\phi, H_z)$,

Уравнения (a-d) для цилиндрических координат имеют вид:

$$\frac{H_r}{r} + \frac{\partial H_r}{\partial r} + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial H_\phi}{\partial \phi} + \frac{\partial H_z}{\partial z} = 0, \quad \text{см. (d)} \quad (1)$$

$$\frac{1}{r} \cdot \frac{\partial H_z}{\partial \phi} - \frac{\partial H_\phi}{\partial z} = J_r, \quad \text{см. (b)} \quad (2)$$

$$\frac{\partial H_r}{\partial z} - \frac{\partial H_z}{\partial r} = J_\phi, \quad \text{см. (b)} \quad (3)$$

$$\frac{H_\phi}{r} + \frac{\partial H_\phi}{\partial r} - \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial H_r}{\partial \phi} = J_z + J_o, \quad \text{см. (b)} \quad (4)$$

$$\frac{J_r}{r} + \frac{\partial J_r}{\partial r} + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial J_\phi}{\partial \phi} + \frac{\partial J_z}{\partial z} = 0, \quad \text{см. (c)} \quad (5)$$

$$\frac{1}{r} \cdot \frac{\partial J_z}{\partial \phi} - \frac{\partial J_\phi}{\partial z} = 0, \quad \text{см. (a)} \quad (6)$$

$$\frac{\partial J_r}{\partial z} - \frac{\partial J_z}{\partial r} = 0, \quad \text{см. (a)} \quad (7)$$

$$\frac{J_\phi}{r} + \frac{\partial J_\phi}{\partial r} - \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial J_r}{\partial \phi} = 0. \quad \text{см. (a)} \quad (8)$$

Для сокращения записи в дальнейшем будем применять следующие обозначения:

$$\text{co} = \cos(\alpha\phi + \chi z), \quad (10)$$

$$\text{si} = \sin(\alpha\phi + \chi z), \quad (11)$$

где α, χ – некоторые константы. Для этих уравнений существует решение, которое имеет следующий вид:

$$J_r = j_r \text{co}, \quad (12)$$

$$J_\phi = j_\phi \text{si}, \quad (13)$$

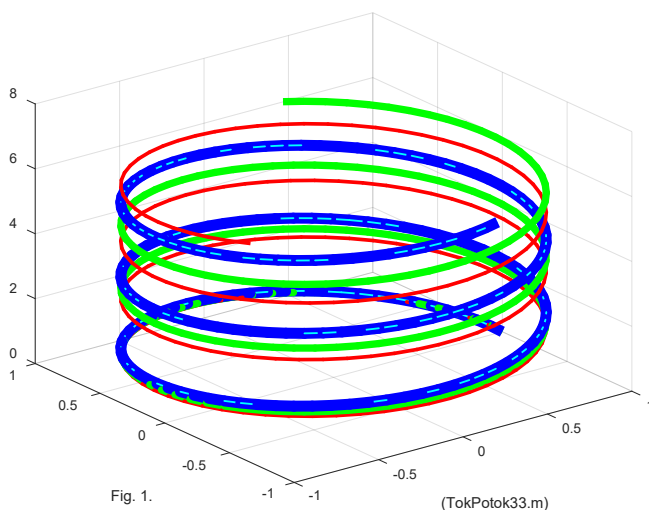
$$J_z = j_z \text{si}, \quad (14)$$

$$H_r = h_r \text{co}, \quad (15)$$

$$H_{\varphi} = h_{\varphi} \text{si}, \quad (16)$$

$$H_z = h_z \text{si}, \quad (17)$$

где $j(r), h(r)$ - известные функции координаты r . При данном r все токи и магнитные напряженности оказываются на винтовых линиях. На рис. 1 показаны три винтовые линии, описываемые функциями (10, 11) тока с проекциями J_{φ} и J_z при $r = \text{const}$. Эти проекции определяются по (13, 14), т.е. зависят от функции si . На рис. 1 показаны: толстая линия при $\alpha = 2, \chi = 0.8$, средняя линия при $\alpha = 0.5, \chi = 2$ и тонкая линия при $\alpha = 2, \chi = 1.6$.



Плотность потока электромагнитной энергии – вектор Пойнтинга определяется в этом случае по формуле:

$$S = E \times H. \quad (18)$$

Токам соответствуют одноименные электрические напряженности, т.е.

$$E = \rho \cdot J, \quad (19)$$

где ρ – удельное электросопротивление. Совмещая (18, 19), получаем:

$$S = \rho J \times H = \frac{\rho}{\mu} J \times B. \quad (20)$$

Магнитная сила Лоренца, действующая на все заряды проводника в единичном объеме - объемная плотность силы Лоренца равна

$$F = J \times B. \quad (21)$$

Из (20, 21) находим:

$$F = \mu S / \rho. \quad (22)$$

Следовательно, в проводе с постоянным током плотность магнитной силы Лоренца пропорциональна вектору Пойнтинга.

Итак, ток с плотностью J создает поток энергии с плотностью S , который тождественен магнитной силе Лоренца с плотностью F . Эта сила Лоренца действует на заряды, движущиеся в токе J , в направлении этого тока. Следовательно, можно утверждать, что вектор Пойнтинга создает э.д.с. в проводнике.

В цилиндрических координатах плотность потока электромагнитной энергии (3) имеет три компоненты S_r, S_ϕ, S_z , направленные вдоль радиуса, по окружности, вдоль оси соответственно:

$$S = \begin{bmatrix} S_r \\ S_\phi \\ S_z \end{bmatrix} = \rho(J \times H) = \rho \begin{bmatrix} J_\phi H_z - (J_z + J_o) H_\phi \\ J_z H_r - J_r H_z + J_o H_r \\ J_r H_\phi - J_\phi H_r + J_r H_{o\phi} \end{bmatrix}. \quad (23)$$

где

$$H_{o\phi} = J_o r. \quad (24)$$

Итак, в проводе циркулируют потоки электромагнитной энергии. Они являются внутренними. Они порождаются токами и магнитными напряженностями, создаваемые этими токами. В свою очередь, эти потоки воздействует на токи, как силы Лоренца. При этом суммарная энергия этих потоков частично расходуется на тепловые потери, но в основном передается в нагрузку.

Продольный поток энергии S_z . равен мощности P , передаваемой по проводу:

$$P = S_z. \quad (25)$$

Эта мощность изменяется вдоль провода, т.к. часть энергии тратится на тепловые потери. При известном потоке энергии и геометрических размерах провода могут быть найдены значения констант α, χ .

Таким образом, показано, что существует такое решение уравнений Максвелла для провода с постоянным током, которому соответствует представление о

- законе сохранения энергии,
- винтовой траектории постоянного тока в проводе,
- передаче энергии вдоль и внутри провода,
- зависимости плотности винтовой траектории от передаваемой мощности.

Литература

1. А. Эйхенвальд. Электричество, М.Л. 1933, п. 282,
<http://lib.izdatelstwo.com/Papers2/Eyhenvald.djvu>
2. Хмельник С.И. Непротиворечивое решение уравнений Максвелла, “MiC” - Mathematics in Computer Corp., Israel and printed in the USA, Lulu Inc. ID 18555552, ISBN 978-1-329-96074-9, 2020, <http://doi.org/10.5281/zenodo.3783458>

Серия: ФИЗИКА

Хмельник С.И.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1493-6630>

Излучение равномерно движущегося заряда

Аннотация

Принято считать, что равномерно движущийся заряд не излучает. В то же время известно излучение Черенкова-Вавилова, которое возникает в среде (но не в вакууме) при движении заряда со скоростью, превышающей скорость света в этой среде. Энергия для такого излучения извлекается из среды под действием движущейся в ней частицы. Ниже будет рассмотрено прямолинейное и равномерное движение заряда, который движется в вакууме и у которого нет другого источника энергии, кроме его собственной кинетической энергии. Будет показано, что как из уравнений Максвелла следует, что поток энергии (его излучение) движется вместе с зарядом.

Оглавление

1. Вступление
 2. Постановка задачи
 3. Решение при $\mathbf{z} = \mathbf{z}_0$
 4. Решение при $\mathbf{z} \neq \mathbf{z}_0$
 5. Потоки энергии
 6. Выводы
- Литература

1. Вступление

Принято считать, что равномерно движущийся заряд не излучает. В то же время известно, что равномерно движущийся заряд излучает в среде (но не в вакууме) – это излучение Черенкова-Вавилова, которое экспериментально наблюдается при движении заряда со скоростью (в среде), превышающей скорость света в этой среде. Это излучение объясняется как излучение среды под действием движущейся в ней частицы [1].

В [4] автор показал, что существует решение уравнений Максвелла для заряда, который движется равномерно в вакууме и НЕ излучает. Ниже такое решение будет получено другим способом и

будет показано, что поток энергии заряда, т.е. его излучение, движется вместе с зарядом.

2. Постановка задачи

Здесь мы будем использовать метод решения уравнений Максвелла, предложенный в [3]. Рассматриваются уравнения Максвелла в системе СГС следующего вида:

$$\operatorname{rot}(E) + \frac{\mu}{c} \frac{\partial H}{\partial t} = 0, \quad (1)$$

$$\operatorname{rot}(H) + \frac{4\pi}{c} J - \frac{\varepsilon}{c} \frac{\partial E}{\partial t} = 0, \quad (2)$$

$$\operatorname{div}(E) = 4\pi\rho, \quad (3)$$

$$\operatorname{div}(H) = 0, \quad (4)$$

где

H, E - магнитная и электрическая напряженности соответственно,

J - плотность тока,

ρ - плотность заряда.

Мы будем использовать цилиндрические координаты r, ϕ, z и рассматривать движение заряда q по оси oz . Будем обозначать как z_o, z текущую и анализируемую координаты точки соответственно. Заряд q находится в точке z_o , поэтому плотность заряда определяется через дельта-функцию, т.е.

$$\rho = q \cdot \delta(z_o - z), \quad (5)$$

$$J = v\rho, \quad (6)$$

где v - скорость движения заряда.

Для сокращения записи в дальнейшем будем применять следующие обозначения:

$$co = \cos(\alpha\phi + \chi \cdot \delta(z_o - z)), \quad (7)$$

$$si = \sin(\alpha\phi + \chi \cdot \delta(z_o - z)), \quad (8)$$

где α, χ - некоторые константы. При этом

$$\frac{\partial co}{\partial z} = 0 \text{ if } z = z_o. \quad (9)$$

Представим неизвестные функции в следующем виде:

$$H_r = h_r(r)co, \quad (11)$$

$$H_\phi = h_\phi(r)si, \quad (12)$$

$$H_z = h_z(r)si, \quad (13)$$

$$E_r = e_r(r)si, \quad (14)$$

$$E_{\phi} = e_{\phi}(r) \cos, \quad (15)$$

$$E_z = e_z(r) \cos, \quad (16)$$

где

- E_r, E_{ϕ}, E_z – электрические напряженности,
- H_r, H_{ϕ}, H_z – магнитные напряженности,
- $h(r), e(r)$ – некоторые функции координаты r ,

Строгое доказательство того, что уравнения Максвелла с электрическими зарядами, определенными дельта-функцией, можно представить в таком виде, дано в [2, раздел 6, 9.6.7].

В системе цилиндрических координат уравнения (1-4) имеют вид:

$$\frac{E_r}{r} + \frac{\partial E_r}{\partial r} + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial E_{\phi}}{\partial \phi} + \frac{\partial E_z}{\partial z} = 4\pi\rho, \text{ см. (3)} \quad (17)$$

$$\frac{1}{r} \cdot \frac{\partial E_z}{\partial \phi} - \frac{\partial E_{\phi}}{\partial z} = \frac{\mu}{c} \frac{dH_r}{dt}, \quad \text{см. (1)} \quad (18)$$

$$\frac{\partial E_r}{\partial z} - \frac{\partial E_z}{\partial r} = \frac{\mu}{c} \frac{dH_{\phi}}{dt}, \quad \text{см. (1)} \quad (19)$$

$$\frac{E_{\phi}}{r} + \frac{\partial E_{\phi}}{\partial r} - \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial E_r}{\partial \phi} = \frac{\mu}{c} \frac{dH_z}{dt}, \quad \text{см. (1)} \quad (20)$$

$$\frac{H_r}{r} + \frac{\partial H_r}{\partial r} + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial H_{\phi}}{\partial \phi} + \frac{\partial H_z}{\partial z} = 0, \quad \text{см. (4)} \quad (21)$$

$$\frac{1}{r} \cdot \frac{\partial H_z}{\partial \phi} - \frac{\partial H_{\phi}}{\partial z} = \frac{\varepsilon}{c} \frac{dE_r}{dt}, \quad \text{см. (2)} \quad (22)$$

$$\frac{\partial H_r}{\partial z} - \frac{\partial H_z}{\partial r} = \frac{\varepsilon}{c} \frac{dE_{\phi}}{dt}, \quad \text{см. (2)} \quad (23)$$

$$\frac{H_{\phi}}{r} + \frac{\partial H_{\phi}}{\partial r} - \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial H_r}{\partial \phi} + \frac{4\pi}{c} J = \frac{\varepsilon}{c} \frac{dE_z}{dt}. \quad \text{см. (2)} \quad (24)$$

Непосредственной подстановкой можно убедиться, что функции (11-16) преобразуют систему уравнений (17-24) с четырьмя аргументами r, ϕ, z, t в систему уравнений с одним аргументом r и неизвестными функциями $h(r), e(r)$. Эта система уравнений имеет следующий вид:

$$\frac{e_r(r)}{r} + e'_r(r) - \frac{e_{\phi}(r)}{r} \alpha - \chi \cdot e_z(r) - \frac{4\pi}{\varepsilon} \rho = 0, \quad (25)$$

$$-\frac{1}{r} \cdot e_z(r) \alpha + \chi \cdot e_{\phi}(r) - \frac{\mu\omega}{c} h_r = 0, \quad (26)$$

$$e_r(r) \chi - e'_z(r) + \frac{\mu\omega}{c} h_{\phi} = 0, \quad (27)$$

$$\frac{e_{\phi}(r)}{r} + e'_{\phi}(r) - \frac{e_r(r)}{r} \cdot \alpha + \frac{\mu\omega}{c} h_z = 0, \quad (28)$$

$$\frac{h_r(r)}{r} + h'_r(r) + \frac{h_\phi(r)}{r} \alpha - \chi \cdot h_z(r) = 0, \quad (29)$$

$$\frac{1}{r} h_z(r) \propto -\chi h_\phi(r) - \frac{\varepsilon\omega}{c} e_r(r) = 0, \quad (30)$$

$$h_r(r)\chi - \dot{h}_z(r) + \frac{\varepsilon\omega}{c} e_\phi(r) = 0, \quad (31)$$

$$\frac{h_\phi(r)}{r} + \dot{h}_\phi(r) + \frac{-h_r(r)}{r} \propto + \frac{\varepsilon\omega}{c} e_z(r) + \frac{4\pi}{c} J = 0. \quad (32)$$

Мы будем искать решение этих уравнений в предположении, что

$$h_r = k e_r, \quad (33)$$

$$h_\phi = -k e_\phi, \quad (34)$$

$$h_z = -k e_z. \quad (35)$$

В [3, глава 2] показано, что при этом плотности потоков энергии удовлетворяют закону сохранения энергии.

Выполним замену переменных по (33-35) в уравнениях (25-32) и перепишем их:

$$\frac{e_r}{r} + \dot{e}_r - \frac{e_\phi}{r} \alpha - \chi e_z - \frac{4\pi}{\varepsilon} \rho = 0, \quad (36)$$

$$-\frac{e_z}{r} \alpha + \chi e_\phi - \frac{\mu\omega}{c} k e_r = 0, \quad (37)$$

$$-\dot{e}_z + \chi e_r - k \frac{\mu\omega}{c} e_\phi = 0, \quad (38)$$

$$\frac{e_\phi}{r} + \dot{e}_\phi - \frac{e_r}{r} \alpha - k \frac{\mu\omega}{c} e_z = 0, \quad (39)$$

$$k \frac{e_r}{r} + k \dot{e}_r - k \frac{e_\phi}{r} \alpha - k \chi e_z = 0, \quad (40)$$

$$-k \frac{e_z}{r} \alpha + k \chi e_\phi - \frac{\varepsilon\omega}{c} e_r = 0, \quad (41)$$

$$k \dot{e}_z - k \chi e_r + \frac{\varepsilon\omega}{c} e_\phi = 0, \quad (42)$$

$$-k \frac{e_\phi}{r} - k \dot{e}_\phi + k \frac{e_r}{r} \alpha + \frac{\varepsilon\omega}{c} e_z + \frac{4\pi}{c} J = 0. \quad (43)$$

Эта система уравнений принимает разный вид при разных значениях \mathbf{z} . Рассмотрим решение этих систем уравнений.

3. Решение при $\mathbf{z} = \mathbf{z}_0$

С учетом (9) имеем:

$$\frac{e_r}{r} + \dot{e}_r - \frac{e_\phi}{r} \alpha + \chi e_z - 4\pi\rho = 0, \quad (44)$$

$$-\frac{e_z}{r} \alpha - \chi e_\phi - \frac{\mu\omega}{c} k e_r = 0, \quad (45)$$

$$-\dot{e}_z - k \frac{\mu\omega}{c} e_\varphi = 0, \quad (46)$$

$$+ \frac{e_\varphi}{r} + \dot{e}_\varphi - \frac{e_r}{r} \alpha - k \frac{\mu\omega}{c} e_z = 0, \quad (47)$$

$$k \frac{e_r}{r} + k \dot{e}_r - k \frac{e_\varphi}{r} \alpha + k \chi e_z = 0, \quad (48)$$

$$-k \frac{e_z}{r} \alpha - \frac{\varepsilon\omega}{c} e_r = 0, \quad (49)$$

$$k \dot{e}_z + \frac{\varepsilon\omega}{c} e_\varphi = 0, \quad (50)$$

$$-k \frac{e_\varphi}{r} - k \dot{e}_\varphi + k \frac{e_r}{r} \alpha + \frac{\varepsilon\omega}{c} e_z + \frac{4\pi}{c} J = 0. \quad (51)$$

Заметим, что уравнения (44) и (51) совпадают при

$$\frac{4\pi}{c} J = -k \frac{4\pi}{\varepsilon} \rho, \quad (52)$$

$$\frac{\varepsilon\omega}{kc} = \chi, \quad (53)$$

Из (52) и (6) следует, что

$$\frac{4\pi}{c} v \rho = -k \frac{4\pi}{\varepsilon} \rho \quad (54)$$

или

$$k = -\frac{v\varepsilon}{c}. \quad (55)$$

Из (53, 55) следует, что

$$\chi = -\frac{\omega}{v}. \quad (56)$$

4. Решение при $\mathbf{z} \neq \mathbf{z}_0$

При этом имеем:

$$\frac{e_r}{r} + \dot{e}_r - \frac{e_\varphi}{r} \alpha - \chi e_z = 0, \quad (57)$$

$$-\frac{e_z}{r} \alpha + \chi e_\varphi - \frac{\mu\omega}{c} k e_r = 0, \quad (58)$$

$$-\dot{e}_z + b_{si} e_r - k \frac{\mu\omega}{c} e_\varphi = 0, \quad (59)$$

$$\frac{e_\varphi}{r} + \dot{e}_\varphi - \frac{e_r}{r} \alpha - k \frac{\mu\omega}{c} e_z = 0, \quad (60)$$

$$k \frac{e_r}{r} + k \dot{e}_r - k \frac{e_\varphi}{r} \alpha - k \chi e_z = 0, \quad (61)$$

$$-k \frac{e_z}{r} \alpha + k \chi e_\varphi - \frac{\varepsilon\omega}{c} e_r = 0, \quad (62)$$

$$k \dot{e}_z - k \chi e_r + \frac{\varepsilon\omega}{c} e_\varphi = 0, \quad (63)$$

$$-k \frac{e_\varphi}{r} - k \dot{e}_\varphi + k \frac{e_r}{r} \alpha + \frac{\varepsilon\omega}{c} e_z = 0. \quad (64)$$

$$-k \frac{e_\varphi}{r} - k \dot{e}_\varphi + k \frac{e_r}{r} \alpha + \frac{\varepsilon \omega}{c} e_z = 0. \quad (64)$$

Заметим, что уравнения (58) и (62) совпадают при

$$\frac{\varepsilon \omega}{kc} = \frac{\mu \omega k}{c}. \quad (65)$$

При этом же условии совпадают уравнения (60) и (64), а также уравнения (59, 63). Уравнения (57) и (61) совпадают при условии (55). Наконец, уравнения (64) и (68) совпадают. Таким образом, уравнения (62, 64, 63, 61) могут быть исключены из системы уравнений и заменены условиями (65, 55). Оставшиеся 4 уравнения (57-60) являются системой дифференциальных уравнений с 3-мя неизвестными.

Решение этой переопределенной системы уравнений существует при

$$e_z = 0. \quad (66)$$

При этом из (57, 60) находим

$$e_\varphi = e_r. \quad (67)$$

Из (57, 66, 67) находим:

$$\frac{e_r}{r} + \dot{e}_r - \frac{e_r}{r} \alpha = 0 \quad (68)$$

или

$$e_\varphi = e_r = Ar^{\alpha-1}, \quad (69)$$

где A – амплитуда напряженностей.

Частота в этом решении не фиксирована. Следовательно, заряд при этом может излучать с любой частотой.

5. Потоки энергии

В [3, глава 2] показано, что при условиях вида (7, 8, 33, 34, 35) плотности потоков энергии определяются по формулам

$$S_r = 0, \quad (70)$$

$$S_\varphi = \eta k e_r e_z, \quad (71)$$

$$S_z = \eta k e_r e_\varphi, \quad (72)$$

$$\eta = c/4\pi, \quad (73)$$

т.е. отсутствует радиальный поток энергии, а плотности потока энергии на данном радиусе по окружности и вдоль траектории не зависят от времени и других координат. Поскольку функции e_φ и e_r определены по (69), поток энергии ограничен в пространстве. Это означает, поток энергии движется вместе с зарядом, но не излучается.

6. Выводы

Итак, полученное решение описывает движение заряда q в среде (μ, ϵ) с некоторой скоростью v . При этом поток энергии не излучается, но движется вместе с зарядом в некоторой ограниченной области.

При этом напряженности

$$H_r = h_r(r) \cos, \quad (11)$$

$$H_\phi = h_\phi(r) \sin, \quad (12)$$

$$E_r = e_r(r) \sin, \quad (14)$$

$$E_\phi = e_\phi(r) \cos, \quad (15)$$

где

$$\cos = \cos(\alpha\varphi + \chi \cdot \delta(z_o - z)), \quad (7)$$

$$\sin = \sin(\alpha\varphi + \chi \cdot \delta(z_o - z)), \quad (8)$$

$$e_\phi = e_r = Ar^{\alpha-1}, \quad (69)$$

$$h_r = ke_r, \quad (33)$$

$$h_\phi = -ke_\phi, \quad (34)$$

$$k = -\frac{v\epsilon}{c}, \quad (55)$$

$$\chi = -\frac{\omega}{v}. \quad (56)$$

Литература

1. В.А. Гинзбург, В.Н. Цытович. Некоторые вопросы теории переходного излучения и переходного рассеяния, Успехи физических наук, том 126, выпуск 4, 1978, http://elibrary.lt/resursai/Uzsienio%20leidiniai/Uspechi_Fiz_Nauk/1978/12/r7812a.pdf
- 2г. Хмельник С.И. Вариационный принцип экстремума в электромеханических и электродинамических системах, пятая редакция. Publisher by "MiC", printed in USA, Lulu Inc., ID 1769875, ISBN 978-0-557-4837-3, 2014, 360 с., <http://doi.org/10.5281/zenodo.3926034>
3. Хмельник С.И. Непротиворечивое решение уравнений Максвелла, "MiC" - Mathematics in Computer Corp., Israel and printed in the USA, Lulu Inc. ID 18555552, ISBN 978-1-329-96074-9, 2020, <http://doi.org/10.5281/zenodo.3783458>
4. Хмельник С.И. Уравнения движения одиночного заряда в вакууме (данный выпуск).

Серия: ФИЗИКА

Хмельник С.И.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1493-6630>

О распространении коронавируса в воздухе

Аннотация

Рассматривается вопрос о способе распространения коронавируса в воздухе. Показывается, что существующие представления о распространении вируса, как частиц, неубедительны. Показывается, что коронавирус может распространяться, как электромагнитная волна, модулируемая собственной частотой коронавируса. Указываются многочисленные аналогии. Предлагаются возможные методы борьбы с пандемией, которые требуют изучения физики распространения высокочастотных электромагнитных волн в воздухе и взаимодействия органических молекул путем обмена электромагнитными излучениями.

Оглавление

1. Введение
 2. Электромагнитная объемная стоячая волна.
 3. Заражение коронавирусом
 4. Где же выход?
- Литература

1. Введение

Человек заражен коронавирусом, но еще не знает об этом. Через несколько дней оказывается, что все те, кто находился с ним в одном большом помещении, заражены коронавирусом. Сколько же вирусов выделял этот человек (на самой ранней стадии) и с какой скоростью они распространялись в воздухе?

В документе (который подписали 239 научных сотрудников из 32 государств) утверждается, что вирус может находиться в воздухе в виде более мелких частиц, чем предполагалось ранее, и это позволяет молекулам COVID-19 проникать в организм людей при дыхании. При этом говорится о том, что вирус быстро оседает на поверхности, потому что содержится в больших тяжелых каплях (заметим, что эти два утверждения противоречат друг другу). По словам технического

руководителя ВОЗ по борьбе с инфекцией Бенедетты Аллегранзи, доказательства, приводимые учеными, неубедительны. Она отметила, что на эту тему еще ведутся споры в научных кругах [1]. Присоединимся к этим спорам.

Допустим, что частицы вируса соизмеримы с молекулами пахучих веществ и выделяются больным человеком столь же интенсивно, как молекулы этих веществ. Известно, что молекулы вещества перемещаются молекулами воздуха, а для движения последних возможны два способа: диффузия (движение молекул вещества, вызванное тепловым движением молекул воздуха) и конвекция (движение молекул вещества, вызванное неравномерной плотностью распределения молекул воздуха, а не вещества). Сравнение этих способов (в т.ч. экспериментальное) при распространении запаха в воздухе рассмотрено в [2, 3]. Там показано, например, что за счет диффузии пары спирта в воздухе распространяются на расстояние 1 м за 14 часов. Распространение путем конвекции (при создании повышенной плотности газа-аммиака) запаха дыма на расстояние 0.8 м происходит за 2 минуты. На рис. 1 приведена экспериментально полученная зависимость распространения границы дыма от времени для трубы длиной 3 м (где существует повышенная плотность газа-аммиака) при малой концентрации дыма (но и наш заражающий человек не успел еще набрать большую концентрацию вирусов). Видно, что после распространения дыма на расстояние до 2 м, он практически перестает перемещаться. Авторы делают вывод о том, что в механизме распространения запаха основную роль играет конвекция. Согласимся с ними, ибо с экспериментами не спорят. Остается только вопрос: почему надо полагать, что источник запаха находится в области повышенной концентрации воздуха? Если же эта повышенная концентрация воздуха отсутствует, то вообще не видно какой-либо причины распространения запаха (за исключением, конечно, повышенной кинетической энергии молекул вещества). То же самое можно сказать про причины распространения коронавируса.

Как же в таком случае распространяется запах? Вопрос, конечно, не в этом, но, надо думать, ответ будет тем же и для нашего случая. Если с распространением запаха возникают сложности, то как же выживают муравьи – ведь утверждается, что именно по запаху они находят пищу и с помощью феромонов общаются, выделяя, например, феромон тревоги при ранении или гибели.

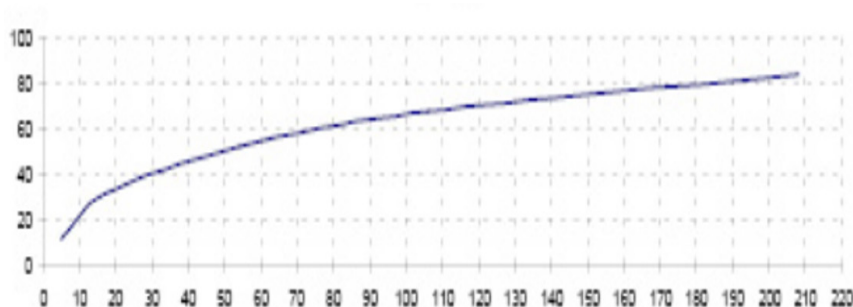


Рис. 1, время в секундах, расстояние в см.

Возникает предположение о том, что для передачи информации не нужно передавать вещество. О! Это старая идея гомеопатов и (я думаю) найдется еще 239 научных сотрудников из 32 государств, которые выступят с ее опровержением. Но я верю в объективность ученых и потому продолжу.

2. Электромагнитная объемная стоячая волна

В [4, 5] показано (как следствие решения уравнений Максвелла), что в ограниченном объеме вакуума может существовать электромагнитная стоячая волна. Этот объем может иметь разнообразную форму. Стоячая волна не излучается сквозь грани формы и при отсутствии внешних потоков энергии такая волна сохраняет свою энергию, частоту и форму объема. Эта электромагнитная волна может быть модулирована более низкой частотой. В таком случае этот объем превращается в хранитель энергии и информации. В [5, 6, 7] рассматриваются известные эксперименты и природные явления, служащие доказательством возможности существования такого хранителя.

Молекула воды является тем объемом, который хранит стоячую волну. При этом стоячая волна хранится в пространстве между атомами кислорода и водорода, т.е. **в вакууме** – см. рис. 2. Молекулы азота и кислорода в воздухе также являются тем объемом, который хранит стоячую волну. При этом стоячая волна хранится в пространстве между атомами этих молекул, т.е. **в вакууме**.

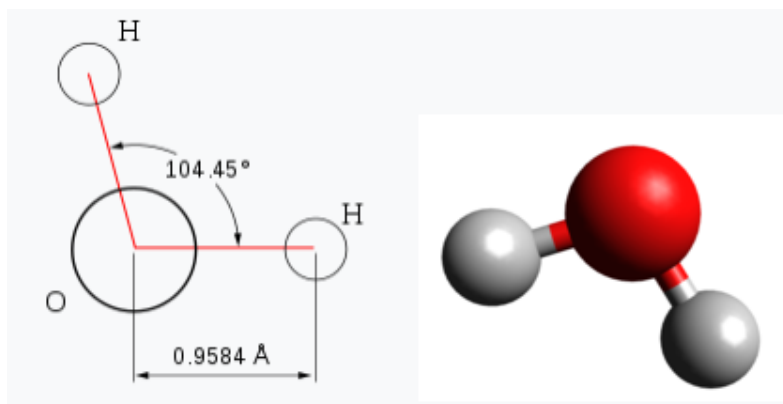


Рис. 2.

Таблица 1.

	Вода	Азот	Кислород	Органика
	H_2O	N_2	O_2	
Расстояние между молекулами (m)	$3 \cdot 10^{-9}$	$3 \cdot 10^{-9}$	$3 \cdot 10^{-9}$	$3 \cdot 10^{-9}$
Размер молекулы (m)	$3 \cdot 10^{-10}$	$3 \cdot 10^{-10}$	$3 \cdot 10^{-10}$	10^{-8}
Расположение области стоячей волны	Между атомами кислорода и водорода	Между атомами азота	Между атомами кислорода	Между молекулами в органике
Радиус атома ($пм=10^{-12}m$)	53 пм	56 пм	48 пм	
Межатомное расстояние ($А=10^{-10}m$)	0.9584 А	1.095 А	1.2074 А	
$R(m)$	$5 \cdot 10^{-11}$	$5 \cdot 10^{-11}$	$6 \cdot 10^{-11}$	$1.5 \cdot 10^{-9}$
$\omega(s^{-1})$	10^{19}	10^{19}	$1.2 \cdot 10^{19}$	$5 \cdot 10^{16}$
$f(Hz)$	$1.5 \cdot 10^{18}$	$1.5 \cdot 10^{18}$	$1.8 \cdot 10^{18}$	10^{16}
$\gamma(m)$	$2 \cdot 10^{-10}$	$2 \cdot 10^{-10}$	$2.4 \cdot 10^{-10}$	$3 \cdot 10^{-8}$

В [7] показывается, что на основе этих фактов могут быть объяснены особенности гомеопатии, в т.ч. усиление лечебного эффекта при разведении и отсутствие влияния примесей.

В [9] на основе этих же фактов показывается, что в воздухе может существовать высокоорганизованная структура, сопоставимая по разумности с мозгом животного. Такая структура может быть коллективным мозгом сообщества биоорганизмов.

Итак, можно указать стабильные объемы, где может находиться объемная стоячая электромагнитная волна. Эти варианты перечислены в табл. 1. В табл. 1 указаны также молекулы в органике. Взаимное расположение этих молекул остается неизменным. При этом между молекулами остается свободное **вакуумное** пространство с линейными размерами около $3 \cdot 10^{-9}$ м. В этом стабильном объеме тоже возникает стоячая волна. Можно полагать, что в коронвирусе существует стоячая волна определенной частоты – собственной частоты коронвируса. Можно полагать, что эта частота сравнима с собственной частотой молекул лекарственных веществ [8], которая находится в пределах $L = (10^{13} \div 10^{14})\text{Hz}$, что намного ниже частот, перечисленных в табл. 1. Эти частоты могут модулировать частоту электромагнитного поля в молекулах воздуха. Отметим, что область существования стоячей волны с такой частотой больше примерно в 10^7 раз области стоячей волны в молекуле воздуха.

Для краткости будем называть стоячую волну воздуха ω_v -волной, а стоячую волну коронвируса ω_o -волной. Поскольку $\omega_o \ll \omega_v$, то ω_o -волна коронвируса может модулировать ω_v -волну молекулы воздуха и эта модуляция может передаваться между молекулами воздуха. Таким образом, передача модулированной волны может происходить без направленного движения молекул – достаточно их столкновения. Воздействие модулированных молекул воздуха на организм мы рассмотрим ниже. Но пока заметим, что достаточно одной молекулы, чтобы появились «зараженные молекулы воздуха» в большом объеме воздуха. Более того, модулирование молекул воздуха **разными** экземплярами **одного и того же** коронвируса создает разность фаз электромагнитных колебаний в разных молекулах воздуха. Воздействие зависит от суммарного воздействия всех «зараженные молекулы воздуха». Очевидно, что суммарное воздействие молекул с разными фазами меньше суммарного воздействия «синфазных молекул». Аналогично этому в [7] объясняется, что разведение лечебного раствора усиливает лечебный эффект в гомеопатии.

Выпесказанное иллюстрируется на рис. 2, где показаны

1. ω_p -волна,
2. ω_o -волна,
3. модулированная волна ω_{po} -волна, полученная в том случае, если бы стоячие ω_o -волны покрывали бы пространство без промежутков,
4. модулированная волна ω_{po} -волна, полученная в том случае, когда стоячие ω_o -волны расположены в пространстве с промежутками.

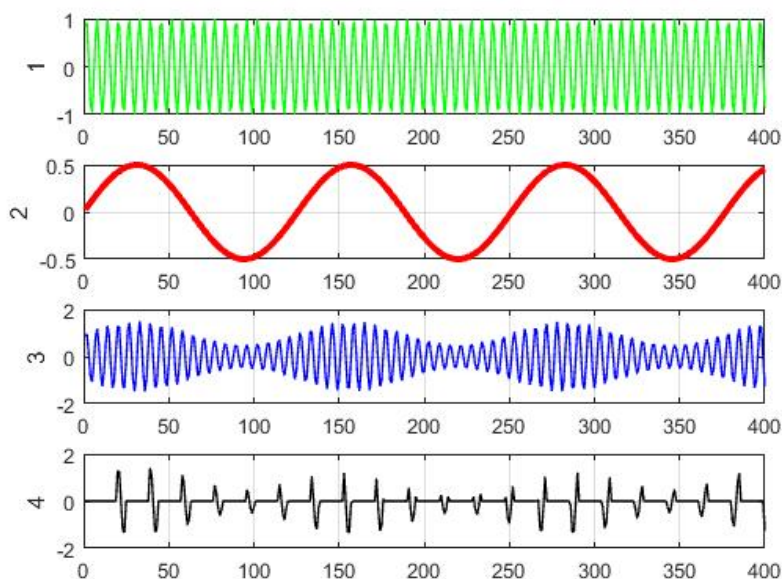


Рис. 2

3. Заражение коронавирусом

Предварительно отметим следующее. Известно, что электромагнитное излучение взаимодействует с молекулами вещества, вызывая излучение или поглощение электромагнитного излучения молекулами вещества на определенных частотах [5]. Поэтому молекулы вещества могут взаимодействовать через электромагнитное излучение. Многократное усиление эффекта такого взаимодействия появляется при совпадении собственных частот излучающей и поглощающей молекулы.

Впрочем, известны многочисленные работы, в которых показывается, что все органы животных и человека излучают

электромагнитные волны. Эти излучения используются в медицинской диагностике.

Влияние поглощаемого излучения на органическую молекулу вещества состоит, очевидно в усилении и/или подавлении некоторых функций этой молекулы. Это в конце концов может выразиться в преобразовании функциональных возможностей облучаемой молекулы, т.е. в ее перерождении. Коронвирус, как известно, преобразует органическую молекулу, с которой контактирует. Для дальнейшего необходимо предположить, что именно собственная частота коронвируса преобразует эту молекулу. Тогда достаточно воздействия этой частоты без присутствия коронвируса. Точно также, как собственная частота лекарственного вещества без присутствия самого лекарства «вылечивает больную» молекулу [7]. С той только разницей, что собственная частота коронвируса «заражает здоровую» молекулу.

4. Где же выход?

При отсутствии интернета иностранное влияние осуществлялось с помощью радиопередач. В СССР для борьбы с «вражескими голосами» использовались т.н. глушилки – генераторы шума, работающие на частоте передачи «вражеского голоса». Для меня, бывшего жителя СССР, первый способ борьбы с коронвирусом напрашивается сам собой: нужна глушилка на собственной частоте молекул воздуха. Такая глушилка может работать в общественных местах, но может быть выполнена и в виде, пригодном для индивидуального пользования. Возможно, однако, что собственная частота молекул воздуха модулируется какими-нибудь полезными для человека частотами, например, собственными частотами растений. Поэтому ширина частот белого шума глушилки должна быть ограничена частотами, близкими к собственной частоте коронавируса.

Другой способ мог бы состоять в следующем. В современной медицине (в т.ч., в нетрадиционной) распространен метод поиска электромагнитных излучений с такой частотой, которая излечивает ту или иную болезнь. Наверняка при этом обнаруживаются частоты с противоположным действием. Следовательно, необходимо искать частоту, убийственную для коронвируса.

Предложенные методы борьбы с пандемией требуют, конечно, изучения физики распространения высокочастотных

электромагнитных волн в воздухе и взаимодействия органических молекул путем обмена электромагнитными излучениями.

Литература

1. Ученые пересмотрели способ распространения коронавируса в воздухе, <https://lenta.ru/news/2020/07/05/recommend/>
2. Монастырский Л.М., Бондарев Р.В. К вопросу о механизме распространения запаха в воздухе. Часть 1 // Успехи современного естествознания. – 2014. – № 12-4. – С. 448-450; <http://www.natural-sciences.ru/ru/article/view?id=34632>
3. Монастырский Л.М., Бондарев Р.В. К вопросу о механизме распространения запаха в воздухе. Часть 2 // Успехи современного естествознания. – 2015. – № 1-1. – С. 132-134; <http://www.natural-sciences.ru/ru/article/view?id=34795>
4. С.И. Хмельник. Непротиворечивое решение уравнений Максвелла, <http://doi.org/10.5281/zenodo.3783458>
5. С.И. Хмельник. Электромагнитный хранитель энергии и информации, Доклады независимых авторов, ISSN 2225-6717, 2019, 46, 166–180. <http://doi.org/10.5281/zenodo.3827757>
6. S.I. Khmelnik. About the Interaction of Nanoparticles. Determinations in Nanomedicine & Nanotechnology, DNN.000518, Volume 1, Issue - 4, 2020, <http://doi.org/10.5281/zenodo.3660667>
7. С.И. Хмельник. К обоснованию гомеопатии? Доклады независимых авторов, ISSN 2225-6717, 2020, 48(1), 31–37. <http://doi.org/10.5281/zenodo.3707870>
8. С.И. Хмельник Передача информации в биологических системах по водной и воздушной среде, Доклады независимых авторов, ISSN 2225-6717, 2020, 48(1), 38–50. <http://doi.org/10.5281/zenodo.3712916>
9. Новаковская Ю.В. Строение молекул. Химический факультет МГУ, <https://teach-in.ru/file/synopsis/pdf/molecular-structure-M.pdf>

Хмельник С.И.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1493-6630>

Квантовая механика: частица – объемная стоячая волна

Аннотация

Указывается, что в вакууме может существовать объемная стоячая волна, которая сохраняет свою энергию и целостность, имеет массу и может менять форму. На этой основе показывается, что частица может быть такой волной и это позволяет отказаться от принципа дополнительности.

Обычно популярное изложение квантовой механики начинается с описания следующего опыта – см. рис. 1 и пояснения к нему из [1]. Свет (фотоны) излучается в полупрозрачное зеркало. Половина фотонов отражается от зеркала и попадает на счетчик 1, а другая половина фотонов проходит сквозь зеркало и попадает на счетчик 2. Вместо счетчиков могут быть установлены зеркала, которые полностью отражают свет на экран. При этом на экране появляется интерференционная картина двух волн. Это происходит даже в том случае, когда излучается единственный фотон

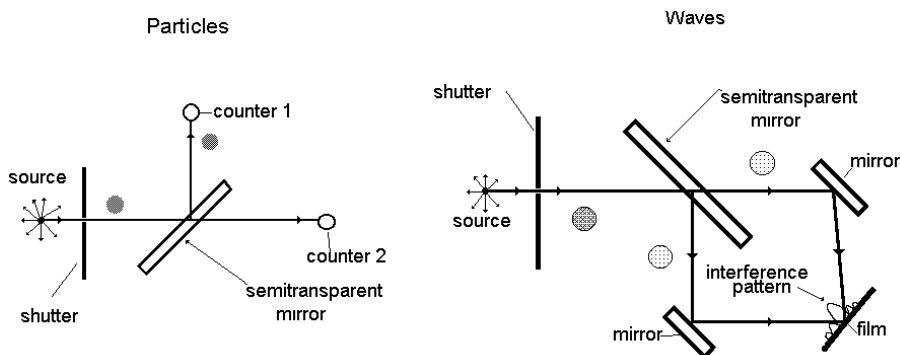


Рис. 1.

Пытливый гражданин хотел бы проверить все сам, но где уж ему на его кухне! И я решил помочь. В Китае (как известно) можно купить всё. Я купил

1. Флакончик с каплями вязкой очень эластичной жидкости с очень прочной поверхностной пленкой (хоть молотком стучи!).
2. Пистолет, стреляющий этими каплями.
3. Пластину, пропускающую эти капли или отражающую их (с равной вероятностью). И назвал ее полупрозрачным зеркалом.
4. Пластину, всегда отражающую капли. И назвал ее зеркалом (обычным).
5. Ловушку капель, обладающую тем свойством, что на ней зажигается лампочка, когда в нее попадает капля. И назвал ее счетчиком.
6. Пластину, покрытую чувствительной эмульсией, обладающую тем свойством, что капля, попавшая на нее, создает на ней бугристый круг. И назвал пластину экраном, а бугристый круг – интерференцией.

Повторил вышеописанный эксперимент и увидел, что все происходит в соответствии с квантовой механикой! Тем самым можно убедиться, что для капель выполняется принцип дополнительности и капля является волной-частицей. Последнее неудивительно: известно, что даже Земля является волной.

Но потом появилось сомнение. А, может быть, капля НЕ раздваивается в полупрозрачном зеркале!? Она, пролетев одним из двух способов, все равно расплющилась бы в бугристый круг. И это сомнение усиливалось невозможностью представить себе каплю волновым пакетом, который летит со скоростью света, когда капля лежит на месте.

И тут я вспомнил (склероз проклятый!) свою недавнюю статью [2], где показал на основе решения уравнений Максвелла следующее. В некотором замкнутом объеме вакуума может существовать стоячая электромагнитная волна. Этот объем может, например, иметь форму, показанную на рис. 2. Границы объема не излучают и внутренние тепловые потери отсутствуют. Поэтому такая волна может существовать вечно. Кроме того, волна может изменять форму, сохраняя ее целостность, и имеет массу.

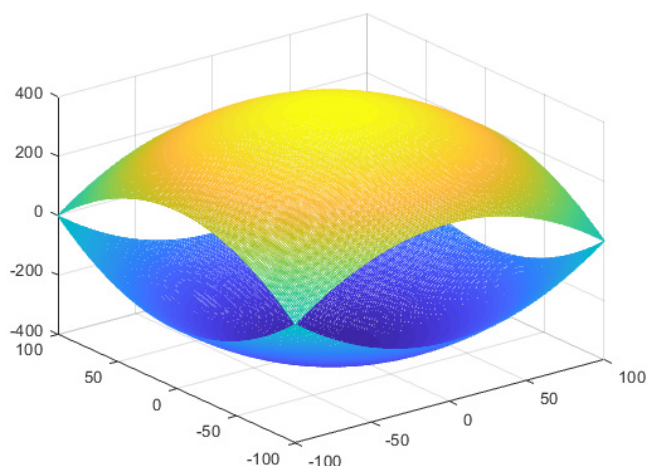


Рис. 2.

Если бы флакончик содержал не капли, а такие стоячие волны, то можно было бы повторить этот опыт и объяснить его, без привлечения принципа дополнительности, а эти стоячие волны (которые расплющивались бы при попадании на экран) можно было бы смело называть волнами-частицами. А принцип дополнительности не жалко совсем. Говорят же, «что принцип дополнительности демонстрируют философию слабости, и временная роль этого принципа очевидно аналогична роли флогистона и других устаревших понятий» [1].

Но, может быть, не будем дожидаться, пока в Китае можно будет купить флакончик со стоячими волнами, а будем полагать, что частицы являются объемными стоячими волнами?

Литература

1. Leo G. Sapogin, V.A. Dzhaniybekov, Yu.A. Ryabov. Некоторые Общие Проблемы Физики Высоких Энергий, Гравитации и Космологии, Global Journal of Science Frontier Research (A) Volume XIX Issue II Version 1 Year 2019 Print ISSN:0975-5896; Online ISSN:2249-4626; DOI:10.17406/GJSFR
2. С.И. Хмельник. Электромагнитный хранитель энергии и информации, Доклады независимых авторов, ISSN 2225-6717, 2019, 46, 166–180, <http://doi.org/10.5281/zenodo.3827757>

Хмельник С.И.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1493-6630>

К обоснованию принципа Маха

Аннотация

Установлена зависимость между инертной и гравитационной массами на Земле. Показано, что принцип Маха и принцип эквивалентности инертной и гравитационной масс можно исследовать экспериментально.

Известен принцип Маха, утверждающий, что инертные свойства каждого физического тела определяются всеми остальными физическими телами во Вселенной и зависят от их расположения [1]. Первая идея для проверки этого принципа состоит в том, чтобы временно и подальше убрать все тела Вселенной. Но современной суммы технологий недостаточно для реализации этой идеи. И поэтому (и пока «спасительная» идея о непознаваемости не овладела умами окончательно, как это произошло, например, в квантовой механике) попробуем попытаться понять, как Земля могла бы создавать инерцию (а все остальные тела Вселенной и без нас кто-то отодвинул на достаточное расстояние).

Как Земля могла бы создавать силу инерции, действующую на ускоряющееся тело? Может быть, примерно также, как большой неподвижный электрический заряд на другой ускоряющийся заряд... Ведь известно много аналогий между электродинамикой и гравитомagnetизмом, которые описываются одинаковыми уравнениями Максвелла – см. например [2].

Напряженность электрического поля E электрического заряда q , движущегося с ускорением a , определяется по формуле Лармора [3]. В том случае, когда расстояние R от заряда до точки электрического поля велико, а скорость заряда много меньше скорости света c , формула принимает вид [4]:

$$E \approx \frac{q[n \times [n \times a]]}{c^2 R}, \quad (1)$$

где n – орт вектора R , исходящего из точки расположения заряда.

Предположим по аналогии, что ускоренное движение массы также описывается уравнением (1), где q - гравитационная масса, а \mathbf{E} - гравитационная напряженность. Рассмотрим случай, когда и масса q движется в поле другой массы Q на расстоянии $R \rightarrow \infty$ от центра этой массы в плоскости, перпендикулярной вектору \mathbf{R} . Можно показать, что в этом случае формула (1) принимает вид:

$$\mathbf{E} \approx -\frac{q}{c^2 R} \mathbf{a}. \quad (2)$$

вне зависимости от направления вектора \mathbf{n} . Здесь \mathbf{E} - напряженность, создаваемая массой q в центре массы Q . Автор доказал это численным моделированием.

Итак, гравитационная масса q движется с ускорением \mathbf{a} в гравитационном поле гравитационной массы Q . При этом в центре массы Q создается гравитационная напряженность \mathbf{E} вида (2).

Сила, движущая массу q с ускорением \mathbf{a} ,

$$\mathbf{F}_q = m_q \mathbf{a}, \quad (3)$$

где m_q – инертная масса гравитационной массы q . Очевидно, на массу Q действует со стороны массы q сила

$$\mathbf{F}_{qQ} = Q\mathbf{E}. \quad (4)$$

По третьему закону Ньютона на массу q действует со стороны массы Q сила

$$\mathbf{F}_{Qq} = -\mathbf{F}_{qQ}. \quad (5)$$

Это та сила, которой противодействует сила (3), движущая массу q , т.е.

$$\mathbf{F}_q = \mathbf{F}_{Qq}, \quad (6)$$

Объединяя предыдущие формулы, находим:

$$m_q \mathbf{a} = \mathbf{F}_q = \mathbf{F}_{Qq} = -\mathbf{F}_{qQ} = -Q\mathbf{E} = \frac{qQ}{c^2 R} \mathbf{a}, \quad (7)$$

или

$$m_q = \frac{qQ}{c^2 R}. \quad (8)$$

Рассмотрим коэффициент β пропорциональности между гравитационной массой и инертной массой. Тогда

$$q = m_q \beta, \quad (9)$$

$$Q = m_Q \beta. \quad (10)$$

Из (8, 9, 10) получаем:

$$m_q = \frac{\beta^2 m_q m_Q}{c^2 R}, \quad (11)$$

$$\beta = c \sqrt{\frac{R}{Q}}. \quad (12)$$

Например, для Земли имеем:

$$Q \approx 6 \cdot 10^{24} \text{ кг}, R \approx 6 \cdot 10^7 \text{ м}, c \approx 3 \cdot 10^9 \text{ м/с}.$$

Тогда

$$\beta = c \sqrt{\frac{R}{Q}} \approx 3 \cdot 10^9 \cdot 10^{\frac{7-24}{2}} \approx 1. \quad (13)$$

Таким образом, наша аналогия не противоречит принципу эквивалентности гравитационной и инертной масс. И мы показали, что в некотором частном случае принцип Маха выполняется: инертная масса определяется гравитационной массой и размером Земли. Формула (12) дает возможность установить зависимость инертной массы конкретного тела от параметров внешних тел и тем самым определить характер этой зависимости и границы применимости принципа Маха.

Таким образом, изложенное показывает, что принцип Маха может быть проверен экспериментально и вместе с тем может быть экспериментально проверен принцип эквивалентности инертной и гравитационной масс.

Литература

1. Mach, Ernst. Die Mechanik in ihrer Entwicklung: historisch-kritisch dargestellt, 1883, <http://echo.mpiwg-berlin.mpg.de/MPIWG:FS1EUY9Y>
2. Хмельник С.И. Гравитомагнетизм: природные явления, эксперименты, математические модели. 5-ая редакция, 2020, ISBN 978-1-365-62636-4. Printed in USA, Lulu Inc., ID 20262327, <http://doi.org/10.5281/zenodo.140366>
3. Larmor formula, https://en.wikipedia.org/wiki/Larmor_formula
4. Потенциалы Лиенара–Вихерта, <http://www.rec.vsu.ru/rus/ecourse/eldin/izl.pdf>

Серия: ФИЗИКА

Хмельник С.И.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1493-6630>

Реабилитация модели атома Резерфорда

Аннотация

Показано что в планетарной модели атома Резерфорда существуют устойчивые по высоте - стационарные орбиты электрона, обоснована причина устойчивости и дискретность стационарных орбит.

Пишут [1], что «Планетарная модель атома Резерфорда соответствует современным представлениям о строении атома с уточнениями ... Недостатком планетарной модели была невозможность объяснения её устойчивости атомов. Так как электроны движутся ..., то они по законам классической электродинамики должны излучать электромагнитные волны, теряя при этом на излучение кинетическую энергию орбитального движения и в результате «упасть» на ядро. Расчёты, выполненные с помощью методов классической электродинамики показывают, что электроны должны «упасть» на ядро за время порядка 10^{-11} с.»

Эти уточнения, как известно, привели к созданию квантовой механики. Однако рассмотрим, насколько разрушительны процессы излучения для сохранения кинетической энергии электрона.

Рассмотрим электрон с массой m , который вращается вокруг собственной оси с угловой скоростью ω_1 и движется по некоторой траектории вокруг ядра с линейной скоростью v – см. рис. 1. На электрон действуют сила тяжести

$$F_1 = mg, \quad (1)$$

где g - это ускорение свободного падения электрона на ядро; сила Корнолиса

$$F_2 = -2m\omega_1 \times v \quad (2)$$

и центробежная сила

$$F_3 = m\omega_2^2 R, \quad (3)$$

где R , ω_2 - мгновенные радиус и угловая скорость вращения в данной точке указанной траектории.

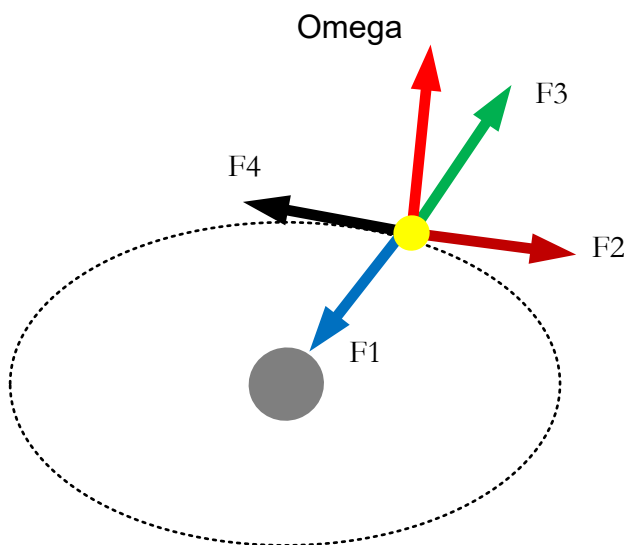


Рис. 1.

Электрон из-за излучения теряет свою кинетическую энергию. Теряемая электроном мощность P_4 может быть определена как мощность некоторой силы F_4 сопротивления движению электрона, т.е.

$$P_4 = F_4 v. \quad (4)$$

Пусть вектор ω_1 имеет три проекции – проекцию ω_{1R} на радиус, проекцию ω_{1O} на касательную к окружности и проекцию ω_{1Z} на вертикаль. Рассмотрим еще проекцию ω_{1RO} на плоскость окружности, проекцию ω_{1ZO} на вертикальную плоскость, касательную к окружности, и проекцию ω_{1ZR} на вертикальную плоскость, проходящую через радиус.

Движение тела будет устойчивым при выполнении трех условий:

$$F_1 = -2m\omega_{1RO}v \quad (5)$$

$$F_3 = -2m\omega_{1ZO}v \quad (6)$$

$$F_4 = -2m\omega_{1ZR}v, \quad (7)$$

где справа указаны проекции силы Кориолиса.

Из (4) с учетом (7) находим:

$$P_4 = -2m\omega_{1ZR}v^2. \quad (8)$$

Формулы (1, 5) могут быть объединены. Тогда получим:

$$g = -2\omega_{1RO}v \quad (9)$$

Формулы (3, 6) могут быть объединены. Тогда получим:

$$\omega_2^2 R = -2\omega_{1ZO} v \quad (10)$$

Из (8, 9, 10) находим:

$$\omega_{1ZO} = -\frac{P_4}{2m\omega_2^2 R^2}, \quad (11)$$

$$\omega_{1RO} = -\frac{g}{2R\omega_2}, \quad (12)$$

$$\omega_{1ZO} = -\frac{\omega_2}{2}. \quad (13)$$

В этих формулах неочевидной является формула (7). В ней указана сила сопротивления движению электрона, действующая вдоль скорости v , и проекция силы Кориолиса на эту же скорость. Такая проекция по определению (2) равна нулю. Объяснение приведено в приложении и основано на том, что реальная траектория электрона является спиральной линией. Там показано, что на некоторой «высоте» над ядром может существовать орбита электрона, сохраняющая свою высоту, обоснована устойчивость и дискретность таких стационарных орбит

Таким образом, если для электрона известны m , g , ω_2, R , то по (11, 12, 13) могут быть найдены проекции и сам вектор скорости ω_1 . И наоборот, если известен вектор ω_1 , то по (11, 12, 13) могут быть найдены скорость ω_2 , радиус орбиты R и ускорение g . Последняя величина для определенного ядра определяет «высоту» орбиты. Следовательно,

электрон с определенной скоростью ω_1 имеет однозначно определенную орбиту.

Энергия вращения электрона вокруг собственной оси со скоростью ω_1 его момент импульса не изменяются. Энергия вращения электрона по окружности

$$W = 0.5mv^2 = 0.5m\omega_2^2 R^2 \quad (14)$$

не изменяется, поскольку не изменяется скорость ω_2 и радиус R орбиты. Сохранение этих величин происходит несмотря на то, что электрон постоянно теряет свою энергию, т.к. энергия электрона постоянно восстанавливается силой Кориолиса.

Такое действие силы Кориолиса возможно только в том случае, если она может совершать работу, т.е. эта сила является реальной силой. Математическое доказательство реальности этой силы дано в

[2, раздел 3]. Там показано, что сила Кориолиса может быть обоснована как следствие уравнений Максвелла, а источником энергии для этой силы является электрическое ядро.

Оппонент может сказать, что энергия ядра не бесконечна и, в конце концов, она будет растратчена на генерацию сил Кориолиса для всех электронов. Я с ним соглашусь - соглашусь с тем, что эти растраты вносят свой вклад в ядерный распад. Но это не повод для отказа от планетарной модели.

Модель атома Резерфорда должна быть возвращена в физику.

Приложение

В [3] показано, что электрон в вакууме движется по спиральной траектории, что является решением системы уравнений Максвелла [2]. В цилиндрических координатах r, φ, z функции тока имеют вид:

$$J_r = qv_r \cos(\alpha\varphi + \chi z), \quad (1)$$

$$J_\varphi = qv_\varphi \sin(\alpha\varphi + \chi z), \quad (2)$$

$$J_z = qv_z \sin(\alpha\varphi + \chi z), \quad (3)$$

где q - заряд электрона, α, χ - некоторые константы, v_r, v_φ, v_z - константы - скорости движения электрона по координатам. При этом $r = \text{const}$. На рис. 2 показаны три винтовые линии, описываемые функциями (10, 11) тока с проекциями J_φ и J_z . На рис. 1 для примера показаны: толстая линия при $\alpha = 2, \chi = 0.8$, средняя линия при $\alpha = 0.5, \chi = 2$ и тонкая линия при $\alpha = 2, \chi = 1.6$.

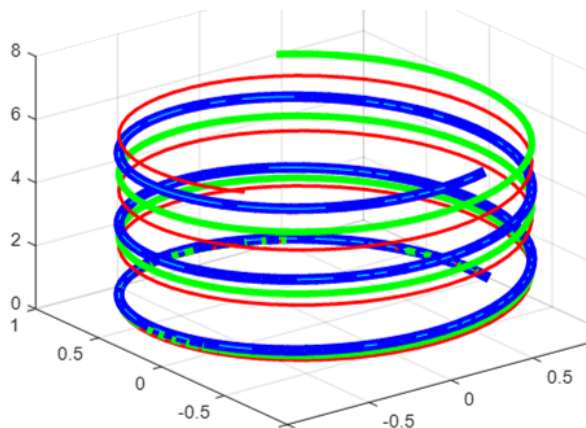


Рис. 2

Далее мы будем рассматривать функции покоординатных скоростей

$$V_r = \frac{J_r}{q} = v_r \cos(p), \quad (4)$$

в параметрической форме с параметром

$$p = \alpha\varphi + \chi z. \quad (5)$$

Таким образом, электрон движется со скоростью

$$\bar{V} = [V_r, V_\varphi, V_z], \quad (6)$$

причем

$$V_r = v_r \cos(p), \quad (7)$$

$$V_\varphi = v_\varphi \sin(p), \quad (8)$$

$$V_z = v_z \sin(p). \quad (9)$$

Перейдем к декартовым координатам и далее будем рассматривать вектор

$$\bar{V} = [V_x, V_y, V_z], \quad (10)$$

где

$$V_x = V_r \cos(\varphi) - V_\varphi \sin(\varphi), \quad (11)$$

$$V_y = V_r \sin(\varphi) + V_\varphi \cos(\varphi). \quad (12)$$

или, с учетом (8, 9),

$$V_x = v_r \cos(p) \cos(\varphi) - v_\varphi \sin(p) \sin(\varphi), \quad (13)$$

$$V_y = v_r \cos(p) \sin(\varphi) + v_\varphi \sin(p) \cos(\varphi). \quad (14)$$

Важно для дальнейшего отметить, что функции (13, 14) являются периодическими функциями от координаты z , что следует из (5).

Если электрон вращается вокруг собственной оси с угловой скоростью $\bar{\omega}$, то на него действует сила Кориолиса

$$\bar{F}_c = -2m\bar{\omega} \times \bar{V}, \quad (15)$$

где m - масса электрона. При этом

$$\bar{F}_c = [F_x, F_y, F_z], \quad (16)$$

$$\bar{\omega} = [\omega_x, \omega_y, \omega_z]. \quad (17)$$

Из (10-12) найдем:

$$\bar{F}_c = \begin{bmatrix} F_x = \omega_y V_z - \omega_z V_y \\ F_y = \omega_z V_x - \omega_x V_z \\ F_z = \omega_x V_y - \omega_y V_x \end{bmatrix}. \quad (18)$$

Видно, что сила Кориолиса имеет проекцию F_z на ось z , т.е. на траекторию движения электрона. Сила F_z определяется через функции (13, 14) и поэтому является периодической.

Предположим, что электрон вращается вокруг ядра и обозначим длину траектории электрона на одном замкнутом витке как L . Рассмотрим среднее значение силы F_z на длине L и обозначим его как F_{zmid} . В силу периодичности силы F_z величина F_{zmid} может принимать различные по знаку значения.

Вместе с этой силой на электрон действует сила F_4 сопротивления движению электрона, которая пропорциональна длине L . Рассмотрим суммарную силу, действующую на электрон вдоль траектории:

$$F_{trek} = F_{zmid} - F_4 L. \quad (19)$$

При этом

1. если $F_{trek} = 0$, то длина траектории не меняется.
2. если $F_{trek} > 0$, то электрон ускоряется, постепенно удаляется и его траектория удлиняется,
3. если $F_{trek} < 0$, то электрон замедляется, постепенно падает на ядро и его траектория укорачивается.

Можно рассмотреть еще производную $\frac{dF_{trek}}{dL}$ в точке с таким значением L , где $F_{trek} = 0$. При $\frac{dF_{trek}}{dL} < 0$ траектория является устойчивой. Действительно, при уменьшении высоты длина L уменьшается, но при этом увеличивается F_{trek} и электрон ускоряется, а при этом он поднимается.

Таким образом, существуют устойчивые по высоте траектории – стационарные орбиты. Эти орбиты расположены по высоте дискретно. Устойчивость стационарных обеспечивается силой Кориолиса, действующей на излучающий электрон.

Литература

1. Планетарная модель атома, [https://ru.wikipedia.org/wiki/Планетарная модель атома](https://ru.wikipedia.org/wiki/Планетарная_модель_атома).
2. Хмельник С.И. Сила Кориолиса и центробежная сила в электродинамике и механике. Доклады независимых авторов, ISSN 2225-6717, № 48, 2020, <https://zenodo.org/record/3900260>.
3. Хмельник С.И. Уравнения движения одиночного заряда в вакууме, данный выпуск журнала.

Хмельник С.И.ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1493-6630>

Новые уравнения для волчка

Аннотация

Указывается, что в настоящее время отсутствует законченная теория волчка, отвечающая на все вопросы. Приводится полное математическое описание волчка в статике.

Оглавление

1. Вступление
2. Уравнения состояния
3. Устойчивость волчка
4. Выводы
5. Необъяснимый эксперимент
- Приложение 1
- Приложение 2
- Приложение 3
- Литература

1. Вступление

Вопрос о том, почему волчок не падает, возникает постоянно несмотря на то, что существует обоснованная теория функционирования волчка. Вопрошающий интуитивно чувствует, что первоначальный толчок не может дать ту энергию, которая нужна для долгого и энергичного вращения. Вопрошающий интуитивно чувствует, что должна быть реальная сила, удерживающая волчок от падения. А теория объясняет, почему он крутится, и произнесенный ответ звучит как «не падает, потому что крутится». Но, может быть, интуиция нас обманывает и у волчка на самом деле достаточно энергии? Ниже прежде всего рассматривается этот вопрос

2. Уравнения состояния

На рис. 1 показан волчок в простейшем варианте. В табл. 1 приложения 1 перечислены параметры состояния волчка в

начальный момент 1 и в момент 2, когда волчок оказывается в положении, при котором угол $\alpha < \pi/2$. Определение этих параметров дано в приложении 1. В момент 1 существует только вращение вокруг вертикальной оси. В момент 2 дополнительно появляется парциальное вращение. Появляется также сила тяжести mg , вектор которой проходит мимо точки вращения O . Из-за этого появляется уменьшение потенциальной энергии волчка

$$W_p = mgh(1 - \sin \alpha) \quad (1)$$

- см. формулу или (п2.7) в приложении 2.

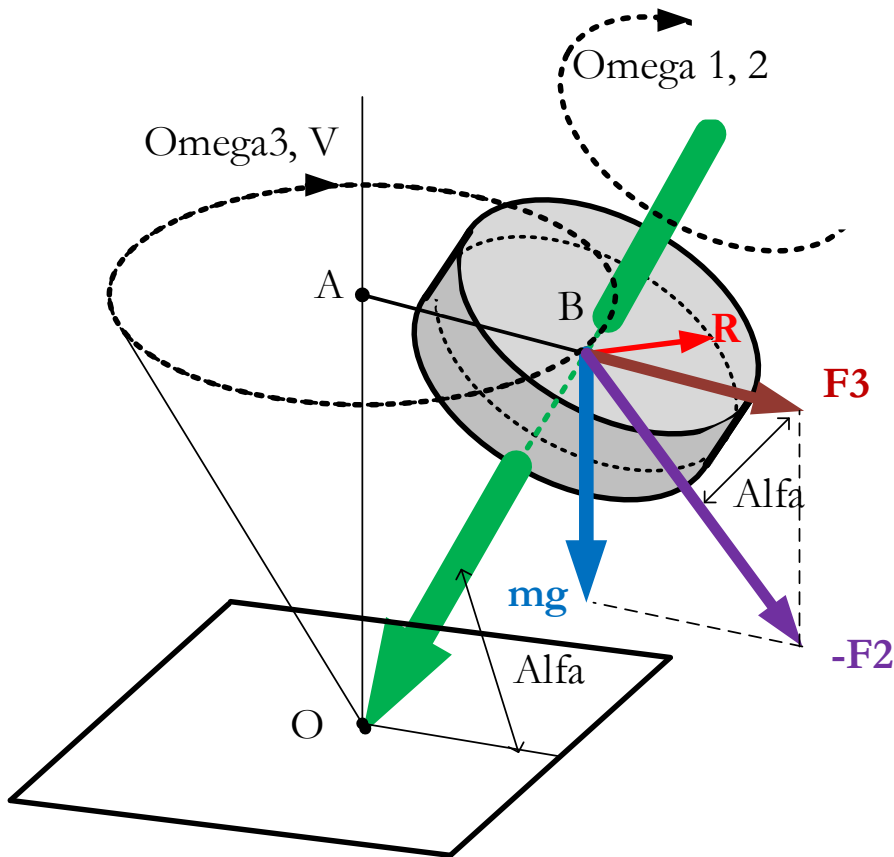


Рис. 1.

Запишем для момента 2 уравнения законов сохранения импульса L и энергии W , которые не зависят от того, каким образом и какими силами волчок перешел в это состояние:

$$L_2 + L_4 = L_1, \quad (2)$$

$$W_2 + W_4 + W_p = W_1. \quad (3)$$

Подставляя уравнения из табл. 1 в уравнения (1, 2), получаем:

$$J_2\omega_2 + J_3\omega_3 = J_1\omega_1, \quad (4)$$

$$\frac{1}{4}J_2\omega_2^2 + \frac{1}{4}J_3\omega_3^2 + W_P = \frac{1}{4}J_2\omega_1^2. \quad (5)$$

где ω_1, ω_2 - угловые скорости вращения волчка в момент 1 и 2, ω_3 - угловая скорость парциального вращения. Из (4) находим:

$$\omega_3 = \frac{J_2}{J_3}(\omega_1 - \omega_2). \quad (6)$$

Подставляя (6) в (5), находим:

$$\frac{1}{4}J_2\omega_2^2 + \frac{1}{4}J_3\left(\frac{J_2}{J_3}(\omega_1 - \omega_2)\right)^2 + W_P = \frac{1}{4}J_2\omega_1^2. \quad (7)$$

В приложении 1 показано (см. (п2.9) в приложении 2), что

$$W_P = q\left(\frac{h}{R}\right)^2 J_2\omega_3^2 \quad (8)$$

где q - константа - см. (п2.10) в приложении 2. Из (7, 8) получаем:

$$\frac{1}{4}J_2\omega_2^2 + \frac{1}{4}J_3\omega_3^2 + qhJ_2\omega_3^2 = \frac{1}{4}J_2\omega_1^2 \quad (9)$$

Обозначим

$$a = \frac{J_2}{J_3}, \quad (10)$$

$$b = \left(1 + 4q\left(\frac{h}{R}\right)^2 a\right). \quad (11)$$

Тогда из (9, 10, 11) получим:

$$a\omega_2^2 + b\omega_3^2 = a\omega_1^2. \quad (12)$$

Из (10, 6, 12) найдем

$$a\omega_2^2 + b(\omega_1 - \omega_2)^2 = a\omega_1^2, \quad (13)$$

или

$$(b + a)\omega_2^2 - 2b\omega_1\omega_2 + (b - a)\omega_1^2 = 0, \quad (14)$$

Решая (14), получаем:

$$\omega_2 = \frac{\omega_1}{(b+a)}(b \pm a). \quad (16)$$

Из экспериментов следует, что $\omega_2 \neq \omega_1$. Тогда

$$\omega_2 = \frac{(b-a)}{(b+a)}\omega_1. \quad (17)$$

Из (6, 17) находим:

$$\omega_3 = a(\omega_1 - \omega_2) = \frac{2a^2}{(b+a)}\omega_1. \quad (18)$$

$$\omega_2 = \frac{(b-a)}{(b+a)}\omega_1. \quad (17)$$

Из (18) найдем

$$\omega_1 = \frac{(b+a)}{2a^2}\omega_3. \quad (18a)$$

а из (18a) и (17) найдем

$$\omega_2 = \frac{(b-a)(b+a)}{(b+a)2a^2} \omega_3 = \frac{(b-a)}{2a^2} \omega_3. \quad (18b)$$

Волчок переходит в наклонное положение под действием силы тяжести mg . Преобразование этой энергии в кинетическую энергию вращательного движения волчка происходит благодаря тому, что в процессе падения на него, как известно, действует сила Кориолиса F_1 , которая создает крутящий момент и соответствующую ему угловую скорость прецессии ω_3 .

Падению волчка противодействует, как известно, еще одна сила Кориолиса F_2 . Волчок падает очень медленно. Это означает, что сила F_2 примерно равна силе тяжести – см. приложение 2. Очевидно, при таком торможении источник этой силы расходует энергию, примерно равную W_p . Следовательно, для этой силы существует источник энергии. Но этому предположению мешает устойчивое современное представление о том, что сила Кориолиса – фиктивная сила. А фиктивная сила не может доставлять энергию...

3. Устойчивость волчка

В приложении 2 показано, что при некотором $\alpha = \alpha_0$ сила Кориолиса F_2 уравнивает горизонтальную центробежную силу F_3 и вертикальную силу тяжести mg – см. (п2.3) и (п2.5).

До достижения равновесия волчок постепенно падает под действием силы F_4 , определяемой из (п2.6а) и вычисляемой как результат взаимодействия силы Кориолиса и силы тяжести. При $F_4 = 0$ процесс падения останавливается.

При $\alpha = 0$ видно, что $F_4 = mg$. Но эта сила направлена вертикально и не может вызвать падения. Если «пятка» волчка устроена так, что силы, действующие на «пятку», не наклоняют волчок, то он должен вращаться в вертикальном положении так долго, как это позволяют силы трения в «пятке».

Таким образом, для начала падения внешняя сила должна вывести его из вертикального положения.

4. Выводы

Итак, действие сил Кориолиса приводит к тому, что

- волчок при падении теряет кинетическую энергию, полученную при пуске, но восполняет ее за счет потенциальной энергии;

- существует такое наклонное положение волчка, при котором сила Кориолиса уравнивает горизонтальную центробежную силу и вертикальную силу тяжести;
- в таком положении кинетическая энергия волчка сохраняется неизменной и равной кинетической энергии, полученной при пуске;
- падение волчка из указанного устойчивого положения вызвано постепенным уменьшением его кинетической энергии за счет торможения;
- медленное падение волчка обусловлено торможением за счет второй силы Кориолиса, которая должна для этого расходовать энергию (подобно тормозному двигателю спускающегося спутника),

Такое действие этих сил Кориолиса и центробежных сил возможно только в том случае, если они могут совершать работу, т.е. являются реальными силами. Это доказывает реальность этих сил. С другой стороны, математическое доказательство этого факта дано в [1]. Там показано, что эти силы могут быть обоснованы как следствие уравнений Максвелла для гравитомagnetизма, а источником энергии для этой силы является гравитационное поле Земли. Но и в отсутствии такого доказательства существует множество сомнений в утверждении о том, что указанные силы являются фиктивными [2].

Приведенные уравнения позволяют найти все параметры волчка при данных h и R .

Далее показаны графики функций ω_1 , ω_2 , ω_3 и удельной силы Кориолиса F_2/m при $\omega_1 = 1000$ и различных значениях h, R – см. рис. 1 при $h = 0.3, R = 0.2$, рис. 2 при $h = 0.2, R = 0.3$, рис. 3 при $h = 0.2, R = 0.1$.

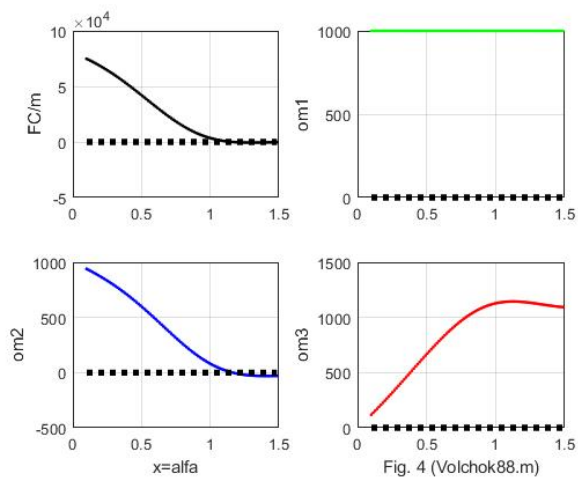


Рис. 1.

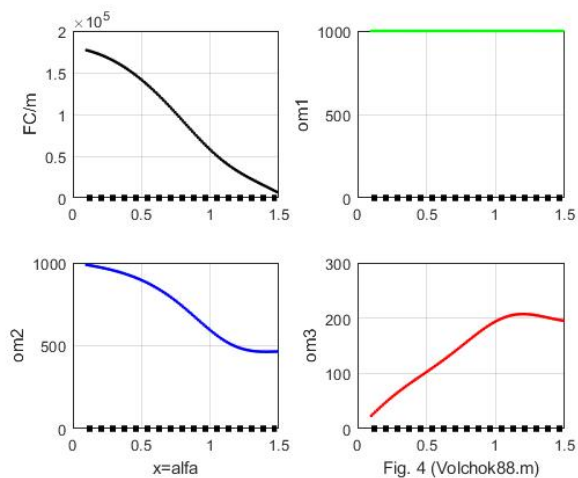


Рис. 2

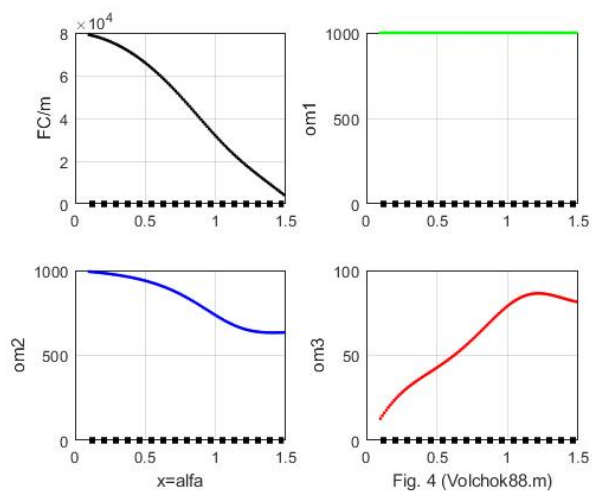


Рис. 3

5. Необъяснимый эксперимент

В заключение рассмотрим эксперимент, который до настоящего времени не нашел объяснения. В приложении 2 дана формула вертикальной силы, действующей на волчок:

$$F_4 = mg - m\omega_z^2 h \cdot \text{ctg}(\alpha) \cos(\alpha) \quad (\text{п2.6a})$$

Рассмотрим случай, когда $\alpha \rightarrow 0$.

1. При $\alpha > 0$ и $\alpha \rightarrow 0$ имеем: $\cos(\alpha) \rightarrow 1$, $\text{ctg}(\alpha) \rightarrow -\infty$ и $F_4 \rightarrow -\infty$. При этом вертикальная сила F_4 принимает большое значение и направлена **вниз**.
2. При $\alpha < 0$ и $\alpha \rightarrow 0$ имеем: $\cos(\alpha) \rightarrow 1$, $\text{ctg}(\alpha) \rightarrow +\infty$ и $F_4 \rightarrow +\infty$. При этом вертикальная сила F_4 принимает большое значение и направлена **вверх**.

Практически волчок при $\alpha < 0$ стремится вверх, а при $\alpha > 0$ стремится вниз. Возникают колебания волчка около положения $\alpha = 0$

В интернете можно видеть много видеороликов, где человек вращает горизонтальный длинный стержень с очень тяжелым диском, быстро вращающимся на дальнем конце стержня – см. рис. 2 из [3]. Такой же эксперимент подробно анализируется в [4]. Объяснения отсутствуют.

Из предыдущего следует, что стержень с диском удерживается в горизонтальном положении силой Кориолиса.



Рис. 1.

Приложение 1

Таблица 1

	Угловая скорость	Момент инерции	Момент импульса	Кинетическая энергия
Вращение волчка вокруг собственной вертикальной диаметра	ω_1	$J_1 = \frac{1}{2}mR^2$	$L_1 = J_1\omega_1$	$W_1 = \frac{1}{2}L_1\omega_1$ $= \frac{1}{4}J_1\omega_1^2$
Вращение волчка, наклоненного под углом α к плоскости, вокруг собственной оси	ω_2	$J_2 = J_1$	$L_2 = J_2\omega_2$	$W_2 = \frac{1}{2}L_2\omega_2$ $= \frac{1}{4}J_2\omega_2^2$
Вращение по окружности волчка, наклоненного под углом α к плоскости.	ω_3	$J_3 = J_2 + m(h\sin \alpha)^2$ (теорема Штейнера) $J_3 = \frac{1}{a}mR^2$, где $\frac{1}{a} = \left(\frac{1}{2} + \left(\frac{h}{R}\sin(\alpha)\right)^2\right)$		
			$L_3 = J_3\omega_3 = \frac{1}{2a}mR^2\omega_3$	
				$W_3 = \frac{1}{2}L_3\omega_3 =$ $= \frac{1}{4}J_3\omega_3^2 =$ $= \frac{1}{4a}mR^2\omega_3^2$

Здесь мы определим параметры состояния волчка в моменты 1 и 2. В табл. 1 приведены основные формулы, где приняты следующие обозначения

α - угол наклона диска к плоскости качения,

m - масса диска,

g – ускорение земного притяжения,

mg - сила тяжести,

R - радиус диска,

h - высота волчка - см. отрезок ОВ на рис. 1,

ω_1 - угловая скорость вращения диска вокруг вертикального диаметра в момент 1,

ω_2 - угловая скорость вращения диска вокруг вертикального диаметра в момент 2,
 ω_3 - угловая скорость парциального вращения в момент 2,
 v - линейная скорость прецессии,
 L - момент инерции,
 J - момент импульса,
 W – энергия.

Из табл. 1 следует:

$$a = \frac{J_2}{J_3} = 1 / \left(\frac{1}{2} + \left(\frac{h}{R} \sin(\alpha) \right)^2 \right), \quad (\text{п1.1})$$

$$\sin(\alpha) = \frac{R}{h} \sqrt{\frac{1}{a} - \frac{1}{2}} = \frac{R}{h} \sqrt{\frac{2-a}{2a}}, \quad (\text{п1.2})$$

$$\cos(\alpha) = \sqrt{1 - \left(\frac{R}{h} \right)^2 \frac{2-a}{2a}}. \quad (\text{п1.2a})$$

Линейная скорость прецессии – это скорость движения т. В на радиусе АВ, вращающемся с угловой скоростью ω_3 (см. рис. 1):

$$v = \omega_3 h \cos(\alpha). \quad (\text{п1.3})$$

Приложение 2

Падению волчка противодействует, как известно, сила Кориолиса

$$F_2 = -2m\omega_2 \times v, \quad (\text{п2.1})$$

где v - линейная скорость прецессии (п1.3), и центробежная сила

$$F_3 = m\omega_3^2 h \cos(\alpha) \quad (\text{п2.2})$$

В установившемся режиме сила F_3 и сила тяжести mg уравниваются силой F_2 . – см. рис. 1. Поэтому из (п2.1, п2.2a, п1.3) находим:

$$F_2 = -\frac{F_3}{\sin(\alpha)} = -m\omega_3^2 h \operatorname{ctg}(\alpha), \quad (\text{п2.4})$$

$$mg = -F_2 \cos(\alpha) = m\omega_3^2 h \operatorname{ctg}(\alpha) \quad (\text{п2.5})$$

или

$$g = \omega_3^2 h \operatorname{ctg}(\alpha). \quad (\text{п2.6})$$

Если это равенство не выполняется, то волчок падает под действием силы, определяемой из (п2.5):

$$F_4 = mg - m\omega_3^2 h \cdot \operatorname{ctg}(\alpha) \cos(\alpha) \quad (\text{п2.6a})$$

При наклоне на угол α волчок смещается по вертикали на $h(1 - \sin \alpha)$ и, следовательно, теряет потенциальную энергию

$$W_p = mgh(1 - \sin \alpha). \quad (\text{п2.7})$$

Совмещая эту формулу с (п2.6), находим:

$$W_p = m\omega_3^2 h \text{ctg}(\alpha) h(1 - \sin \alpha). \quad (\text{п2.8})$$

Далее совместим эту формулу с формулой для J_2 из табл. 1. Тогда найдем:

$$W_p = q \left(\frac{h}{R} \right)^2 J_2 \omega_3^2, \quad (\text{п2.9})$$

где

$$q = 2(1 - \sin \alpha) \cdot \text{ctg}(\alpha). \quad (\text{п2.10})$$

Приложение 3

Здесь мы снова рассмотрим силу Кориолиса F_2 . Из (п2.1, п1.3, 18b) находим:

$$F_2 = -2m\omega_2\omega_3 h \cos(\alpha) = -2m\omega_3^2 h \cos(\alpha) \frac{(b-a)}{2a^2} \quad (\text{п3.1})$$

Из (п3.1) с учетом (18) находим:

$$F_2 = -2m\omega_1^2 h \cos(\alpha) \frac{(b-a)}{2a^2} \frac{2a^2}{(b+a)} \quad (\text{п3.1})$$

или

$$F_2 = -a_f m \omega_1^2, \quad (\text{п3.2})$$

где

$$a_f = 2h \cos(\alpha) \frac{(b-a)}{(b+a)}. \quad (\text{п3.3})$$

Литература

1. Хмельник С.И. Сила Кориолиса и центробежная сила в электродинамике и механике. Доклады независимых авторов, ISSN 2225-6717, № 48, 2020, <https://zenodo.org/record/3900260>.
2. Астахов А.А. Физика. Порядок вещей или осознание знаний, 2006, <https://www.litres.ru/a-a-astahov/fizika-dvizheniya-alternativnaya-teoreticheskaya-mehanika-ili-osoznanie-znaniya/chitat-onlayn/>
3. Anti-Gravity Wheel? <https://www.youtube.com/watch?v=GeyDf4ooPdo>
4. И. Белецкий. ГИРОСКОП ТЕРЯЕТ ВЕС ? <https://www.youtube.com/watch?v=FwrlRpC8BDA>

Хмельник С.И.ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1493-6630>

Математическое описание диска Эйлера

Аннотация

Указывается, что в настоящее время отсутствует законченная теория диска Эйлера. Приводится полное математическое описание диска Эйлера в статике.

Оглавление

- 1. Вступление
- 2. Уравнения состояния
- 3. Устойчивость диска
- 4. Выводы
- Приложение 1
- Приложение 2
- Приложение 3
- Литература

1. Вступление

Классическая теория не позволяет объяснить поведение диска Эйлера без привлечения дополнительных сил. В [1] показано, что учет влияния воздуха также не позволяет найти приемлемое движение. Надежда возлагается на влияние трения скольжения, но строгое решение отсутствует, а интуитивные надежды только на это трение мало обоснованы – см., например, [2]. Отсутствует, по-видимому, объяснение перехода от вращения диска вокруг вертикального диаметра к вращению по кругу в наклонном положении. Если диск скользит по окружности, то необходимо, видимо, учитывать еще центробежную силу. Но, главное, что удивляет, - почему диск не падает, а достаточно долго вращается?

Ниже предпринята попытка найти ответы на эти вопросы. Заранее предупреждаем читателя, что ответы получены при том условии, что центробежная сила – это реальная, а не фиктивная, сила. Математическое доказательство этого факта дано в [3]

2. Уравнения состояния

На рис. 1 показан диск Эйлера. В табл. 1 приложения 1 перечислены параметры состояния диска в начальный момент 1 и в момент 2, когда диск оказывается в положении, при котором угол $\alpha < \pi/2$. Определение этих параметров дано в приложении 1. В момент 1 существует только вращение вокруг вертикальной оси. В момент 2 дополнительно появляется парциальное вращение. Появляется также сила тяжести mg , вектор которой проходит мимо точки вращения О. Из-за этого появляется уменьшение потенциальной энергии волчка

$$W_p = mgh(1 - \sin \alpha) \quad (1)$$

- см. формулу или (п2.7) в приложении 2.

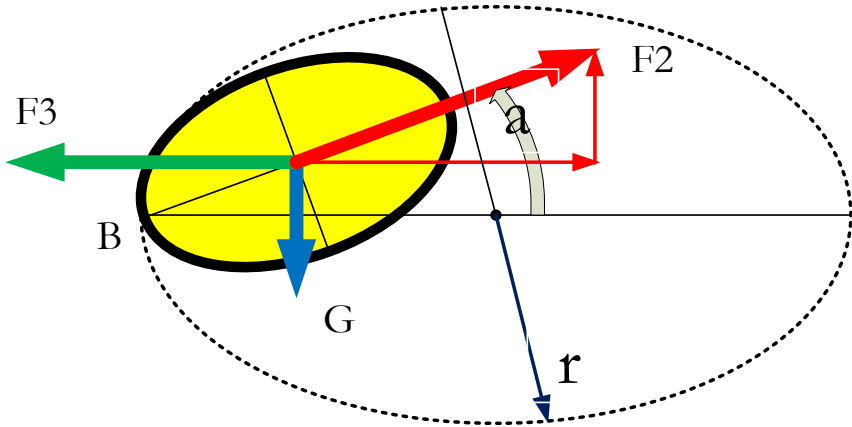


Рис. 1.

Запишем для момента 2 уравнения законов сохранения импульса L и энергии W , которые не зависят от того, каким образом и какими силами диск перешел в это состояние:

$$L_2 + L_4 = L_1, \quad (2)$$

$$W_2 + W_4 + W_p = W_1. \quad (3)$$

Подставляя уравнения из табл. 1 в уравнения (1, 2), получаем:

$$J_2 \omega_2 + J_3 \omega_3 = J_1 \omega_1, \quad (4)$$

$$\frac{1}{4} J_2 \omega_2^2 + \frac{1}{4} J_3 \omega_3^2 + W_p = \frac{1}{4} J_2 \omega_1^2. \quad (5)$$

где ω_1, ω_2 - угловые скорости вращения волчка в момент 1 и 2, ω_3 - угловая скорость парциального вращения. Из (4) находим:

$$\omega_3 = \frac{J_2}{J_3} \left(\frac{1}{2} \omega_1 - \omega_2 \right). \quad (6)$$

Подставляя (6) в (5), находим:

$$\frac{1}{4}J_2\omega_2^2 + \frac{1}{4}J_3\left(\frac{J_2}{J_3}\left(\frac{1}{2}\omega_1 - \omega_2\right)\right)^2 + W_P = \frac{1}{4}J_2\omega_1^2. \quad (7)$$

В приложении 1 показано (см. (п2.9) в приложении 2), что

$$W_P = qJ_2\omega_3^2 \quad (8)$$

где q – константа - см. (п2.10) в приложении 2. Из (7, 8) получаем:

$$\frac{1}{4}J_2\omega_2^2 + \frac{1}{4}J_3\omega_3^2 + qhJ_2\omega_3^2 = \frac{1}{4}J_2\omega_1^2 \quad (9)$$

Обозначим

$$a = \frac{J_2}{J_3}, \quad (10)$$

$$b = (1 + 4qa). \quad (11)$$

Тогда из (9, 10, 11) получим:

$$a\omega_2^2 + b\omega_3^2 = a\omega_1^2. \quad (12)$$

Из (10, 6, 12) найдем

$$a\omega_2^2 + b(\omega_1 - \omega_2)^2 = a\omega_1^2, \quad (13)$$

или

$$(b + a)\omega_2^2 - 2b\omega_1\omega_2 + (b - a)\omega_1^2 = 0, \quad (14)$$

Решая (14), получаем:

$$\omega_2 = \frac{\omega_1}{(b+a)}(b \pm a). \quad (16)$$

Из экспериментов следует, что $\omega_2 \neq \omega_1$. Тогда

$$\omega_2 = \frac{(b-a)}{(b+a)}\omega_1. \quad (17)$$

Из (6, 17) находим:

$$\omega_3 = a\left(\frac{1}{2}\omega_1 - \omega_2\right) = \frac{a(3a-b)}{2(b+a)}\omega_1. \quad (18)$$

Из (18) найдем

$$\omega_1 = \frac{2(b+a)}{a(3a-b)}\omega_3. \quad (18a)$$

а из (18a) и (17) найдем

$$\omega_2 = \frac{(b-a)}{(b+a)}\frac{2(b+a)}{a(3a-b)}\omega_3 = \frac{2(b-a)}{a(3a-b)}\omega_3. \quad (18b)$$

Диск переходит в наклонное положение под действием силы тяжести mg . Преобразование этой энергии в кинетическую энергию вращательного движения волчка происходит благодаря тому, что в процессе падения на него, как известно, действует сила Кориолиса F_1 , которая создает крутящий момент и соответствующую ему угловую скорость прецессии ω_3 .

Падению волчка противодействует, как известно, еще одна сила Кориолиса F_2 . Диск падает очень медленно. Это означает, что сила F_2 примерно равна силе тяжести – см. приложение 2. Очевидно, при таком торможении источник этой силы расходует энергию,

примерно равную W_p . Следовательно, для этой силы существует источник энергии. Но этому предположению мешает устойчивое современное представление о том, что сила Кориолиса – фиктивная сила. А фиктивная сила не может доставлять энергию...

3. Устойчивость диска

В приложении 2 показано, что при некотором $\alpha = \alpha_0$ сила Кориолиса F_2 уравнивает горизонтальную центробежную силу F_3 и вертикальную силу тяжести mg – см. (п2.3) и (п2.5).

До достижения этой скорости диск постепенно падает под действием силы F_4 , определяемой из (п2.6а) и вычисляемой как результат взаимодействия силы Кориолиса и силы тяжести. При $F_4 = 0$ процесс падения останавливается. Но для этого диск должен начать падать.

При $\alpha = 0$ видно, что $F_4 = mg$. Но эта сила направлена вертикально и не может вызвать падения. Таким образом, для начала падения внешняя сила должна вывести его из вертикального положения.

4. Выводы

Итак, действие сил Кориолиса приводит к тому, что

- диск при падении теряет кинетическую энергию, полученную при пуске, но восполняет ее за счет потенциальной энергии;
- существует такое наклонное положение диска, при котором сила Кориолиса уравнивает горизонтальную центробежную силу и вертикальную силу тяжести;
- в таком положении кинетическая энергия диска сохраняется неизменной и равной кинетической энергии, полученной при пуске;
- падение диска из указанного устойчивого положения вызвано постепенным уменьшением его кинетической энергии за счет торможения;
- медленное падение диска обусловлено торможением за счет второй силы Кориолиса, которая должна для этого расходовать энергию (подобно тормозному двигателю спускающегося спутника),

Такое действие этих сил Кориолиса и центробежных сил возможно только в том случае, если они могут совершать работу, т.е. являются реальными силами. Это доказывает реальность этих сил. С другой стороны, математическое доказательство этого факта дано в [1]. Там показано, что эти силы могут быть обоснованы как следствие уравнений Максвелла для гравитомagnetизма, а источником энергии для этой силы является гравитационное поле Земли. Но и в отсутствии такого доказательства существует множество сомнений в утверждении о том, что указанные силы являются фиктивными [2].

В приложении 2 показано, что из уравнений диска следует неравенство $r \geq R$. Моделирование показывает, что при $r > R$ существует некоторый угол α , где все параметры состояния диска принимают бесконечное значение. Таким образом, всегда выполняется условие

$$r = R. \quad (19)$$

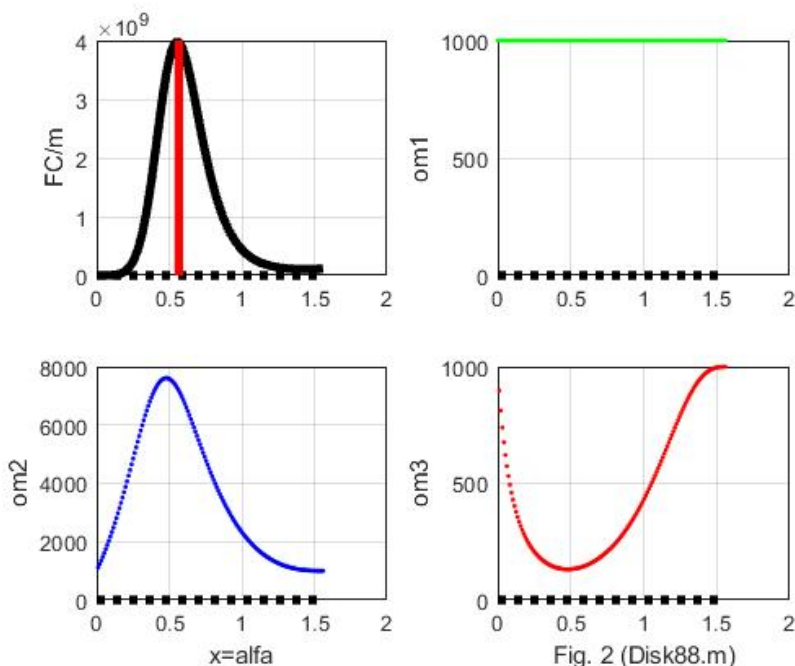


Fig. 2 (Disk88.m)

Приведенные уравнения позволяют найти все параметры волчка при данном ω и R . В табл. 1 приведены некоторые примеры в системе СИ. Далее показаны графики функций ω_1 , ω_2 , ω_3 и удельной силы Кориолиса F_2/m при $\omega_1 = 1000$ и $R = 0.25$ – см.

рис. 2. Видно, что существует резкий максимум при $\alpha \approx \pi/2$, где сила Кориолиса принимает наибольшее значение. В этой точке диск надолго задерживается в устойчивом состоянии – см. рис. 3 из [5].

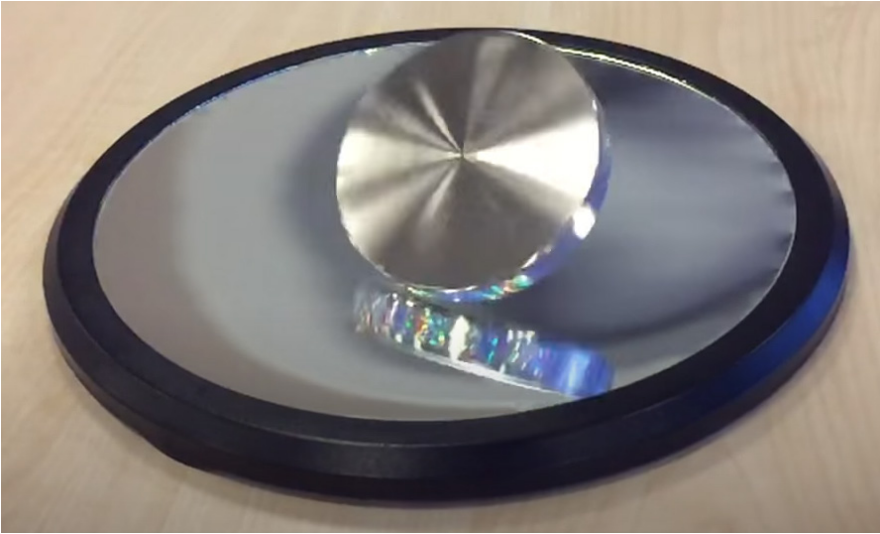


Рис. 3.

Приложение 1

Здесь мы определим параметры состояния волчка в моменты 1 и 2. В табл. 1 приведены основные формулы, где приняты следующие обозначения

α - угол наклона диска к плоскости качения,

m - масса диска,

g – ускорение земного притяжения,

mg - сила тяжести,

R - радиус диска,

h - высота центра диска – см. рис. 1,

ω_1 - угловая скорость вращения диска вокруг вертикального диаметра в момент 1,

ω_2 - угловая скорость вращения диска вокруг вертикального диаметра в момент 2,

ω_3 - угловая скорость парциального вращения в момент 2,

v - линейная скорость прецессии,

L - момент инерции,

J - момент импульса,

W – энергия.

Таблица 1.

	Угловая скорость	Момент инерции	Момент импульса	Кинетическая энергия
Вращение диска вокруг собственной вертикальной оси	ω_1	$J_1 = \frac{1}{4}mR^2$	$L_1 = J_1\omega_1$	$W_1 = \frac{1}{2}L_1\omega_1 = \frac{1}{8}J_1\omega_1^2$
Вращение диска, наклоненного под углом α к плоскости, вокруг собственной оси	ω_2	$J_2 = \frac{1}{2}mR^2$	$L_2 = J_2\omega_2$	$W_2 = \frac{1}{2}L_2\omega_2 = \frac{1}{4}J_2\omega_2^2$
Парциальное движение волчка, наклоненного под углом α к плоскости.	ω_3	$J_3 = J_2 + mR^2$ (теорема Штейнера) $J_3 = a \cdot mR^2$, где $a = 1.5$		
			$L_3 = J_3\omega_3 = \frac{1}{2a}mR^2\omega_3$	
				$W_3 = \frac{1}{2}L_3\omega_3 = \frac{1}{4}J_3\omega_3^2 = \frac{1}{4a}mR^2\omega_3^2$

Из рис. 1 следует:

$$h = R \operatorname{tg}(\alpha). \quad (\text{п1.0})$$

Из табл. 1 следует:

$$a = \frac{J_2}{J_3} = 1/1.5, \quad (\text{п1.1})$$

Линейная скорость прецессии – это скорость движения т. В на радиусе АВ, вращающемся с угловой скоростью ω_3 (см. рис. 1):

$$v = \omega_3(r - R \cos(\alpha)). \quad (\text{п1.3})$$

Приложение 2

Падению волчка противодействует, как известно, сила Кориолиса

$$F_2 = -2m\omega_2 \times v, \quad (\text{п2.1})$$

где v - линейная скорость прецессии (п1.3), и центробежная сила

$$F_3 = -m\omega_3^2(r - R \cos(\alpha)) \quad (\text{п2.2})$$

В установившемся режиме сила F_3 и сила тяжести mg уравниваются силой F_2 . – см. рис. 1. Поэтому из (п.2.1, п.2.2, п.1.3) находим:

$$F_2 = -\frac{F_3}{\sin(\alpha)} = m\omega_3^2(r - R\cos(\alpha))/\sin(\alpha), \quad (\text{п.2.4})$$

$$mg = -F_2\cos(\alpha) = m\omega_3^2(r - R\cos(\alpha)) \cdot \text{ctg}(\alpha) \quad (\text{п.2.5})$$

или

$$g = \omega_3^2 R \left(\frac{r}{h} - \cos(\alpha) \right) \cdot \text{ctg}(\alpha). \quad (\text{п.2.6})$$

Если это равенство не выполняется, то диск падает под действием силы, определяемой из (п.2.5):

$$F_4 = mg - m\omega_3^2(r - R\cos(\alpha)) \cdot \text{ctg}(\alpha) \quad (\text{п.2.6a})$$

$$\text{Видно, что решение этого уравнения существует только при} \\ r \geq R. \quad (\text{п.2.6a}).$$

Следовательно для диска Эйлера всегда выполняется условие (п.2.6a).

При наклоне на угол α диск смещается по вертикали на $R(1 - \sin \alpha)$ и, следовательно, теряет потенциальную энергию

$$W_p = mgR(1 - \sin \alpha). \quad (\text{п.2.7})$$

Совмещая эту формулу с (п.2.6), находим:

$$W_p = m\omega_3^2 R \left(\frac{r}{R} - \cos(\alpha) \right) \text{ctg}(\alpha)(1 - \sin \alpha). \quad (\text{п.2.8})$$

Далее совместим эту формулу с формулой для J_2 из табл. 1. Тогда найдем:

$$W_p = \frac{2J_2}{mR^2} m\omega_3^2 R^2 \left(\frac{r}{R} - \cos(\alpha) \right) \text{ctg}(\alpha)(1 - \sin \alpha).$$

или

$$W_p = qJ_2\omega_3^2 \quad (\text{п.2.9})$$

где

$$q = 2 \left(\frac{r}{R} - \cos(\alpha) \right) \text{ctg}(\alpha)(1 - \sin \alpha). \quad (\text{п.2.10})$$

Приложение 3

Здесь мы подробнее рассмотрим силу Кориолиса F_2 , определенную по (п.2.1):

$$F_2 = 2m\omega_2\omega_3\omega_3^2 R \left(\frac{r}{R} - \cos(\alpha) \right), \quad (\text{п.3.1})$$

Из (п.3.1, 18b) найдем

$$F_2 = -2m\omega_3^2 R \left(\frac{r}{R} - \cos(\alpha) \right) \omega_3^2 \frac{2(b-a)}{a(3a-b)}, \quad (\text{п.3.2})$$

Далее из (п.3.1, 18b) найдем

$$F_2 = -2m\omega_3^2 R \left(\frac{r}{R} - \cos(\alpha) \right) \omega_1^2 \frac{2(b-a)}{a(3a-b)} \left(\frac{2(b+a)}{a(3a-b)} \right)^2$$

или

$$F_2 = -2m\omega_1^2 R a_f, \quad (\text{п3.3})$$

где

$$a_f = 2 \left(\frac{r}{R} - \cos(\alpha) \right) (b-a)(b+a)^2 \left(\frac{2(b+a)}{a(3a-b)} \right)^3. \quad (\text{п3.4})$$

Литература

1. Динамические эффекты диска Эйлера, НЕЛИНЕЙНАЯ ДИНАМИКА, 2008, Т. 4, №1, с. 99–104, <http://elibrary.udsu.ru/xmlui/bitstream/handle/123456789/6767/Zamechatelnye.pdf?sequence=1>
2. Диск Эйлера, <https://thexvid.com/video/8xIfylbpR3s/%D0%B4%D0%B8%D1%81%D0%BA-%D1%8D%D0%B9%D0%BB%D0%B5%D1%80%D0%B0.html>
3. Хмельник С.И. Сила Кориолиса и центробежная сила в электродинамике и механике. Доклады независимых авторов, ISSN 2225-6717, № 48, 2020, <https://zenodo.org/record/3900260>.
4. Астахов А.А. Физика. Порядок вещей или осознание знаний, 2006, <https://www.litres.ru/a-a-astahov/fizika-dvizheniya-alternativnaya-teoreticheskaya-mehanika-ili-osoznanie-znaniya/chitat-onlayn/>
5. The Maths of Spinning Coins and Euler's Disk, <https://www.youtube.com/watch?v=8pSLffliCk0>

Стрельчя В.М.

Причины и логика формирования в физике квантовых представлений и их теоретического описания в первой трети XX века

1. По-видимому, историю возникновения и первых лет развития квантовой теории следует начать с последней трети XVIII века, когда шведский химик К.В. Шееле начал исследование свойств теплового излучения, испускаемого различными телами (теперь это излучение мы называем *инфракрасным*). Во второй половине XIX в. была изобретена *техническая модель* так называемого «*абсолютно черного тела*», т.е. тела, которое полностью поглощает все падающее на него излучение. Эта модель (которую так и называли: абсолютно черное тело) представляет собой *полость* в твердом тугоплавком веществе, стенки которой покрыты черной окалиной или сажей. В одной из стенок полости делается небольшое отверстие, через которое, с одной стороны, в полость извне попадает излучение и, с другой стороны, через которое наружу выходит незначительная часть теплового излучения, всегда существующего в полости. Данная модель позволила существенно повысить точность экспериментов с тепловым излучением. Опыты, проведенные с разными образцами этой модели, показали, что излучение, существующее в полости, имеет *сплошной спектр*, а все свойства этого излучения зависят только от *температуры* стенок полости и *не зависят от вещества*, из которого изготовлена данная полость. В 1859 г. немецкий физик Г.Р. Кирхгоф на основании законов термодинамики доказал, что все тепловые свойства такого излучения, которое называли *равновесным тепловым излучением*, можно описать посредством единой *универсальной функции* $\rho(\nu, T)$, зависящей только от частоты ν излучения и температуры T стенок полости и имеющей физический смысл *спектральной плотности энергии излучения*. В течение следующих 30–35 лет в результате многочисленных опытов был установлен вид зависимости $\rho(T)$ в диапазоне температур от нескольких сотен до примерно двух тысяч градусов Цельсия для множества разных значений частоты

излучения ν . Однако ни общая формула для функции *двух* переменных $\rho(\nu, T)$, ни теоретическое объяснение хотя бы полученной на опыте зависимости $\rho(T)$, физиками в то время найдены не были.

2. В 1865 г. английский физик Д.К. Максвелл, основываясь на сформулированной им системе уравнений, которые теперь называют *уравнениями Максвелла*, пришел к выводу о возможности существования *электромагнитных волн*, распространяющихся со скоростью света. Эти волны были обнаружены на опыте и частично исследованы в 1888 г. немецким физиком Г. Герцем, который установил, что электромагнитные волны обладают теми же свойствами, что и свет: преломлением, отражением, интерференцией, дифракцией, поляризацией, скоростью распространения. В результате Герц сделал вывод, что *свет* (включая видимую, инфракрасную и ультрафиолетовую области спектра) *представляет собой именно электромагнитные волны* разных частот и, следовательно, его свойства должны описываться уравнениями Максвелла. Герц, а также английский физик и математик О. Хевисайд, развили теорию Максвелла, придав уравнениям электродинамики хорошо известную сейчас векторную симметричную форму, явно подчеркивающую взаимосвязь между электрическими и магнитными явлениями.

3. Но намного раньше, еще в 1802 г., английский ученый У.Х. Волластон обратил внимание на темные линии в сплошном спектре Солнца. Позже отдельные *спектральные линии* и их группы (*серии*) наблюдались многими учеными как в спектрах испускания, так и в спектрах поглощения различных веществ. В 1858 г. немецкий химик Э. Митчерлих высказал предположение, что изучение спектров веществ важно для раскрытия закономерностей процессов, происходящих в атомах и молекулах. (Напомним, что существование атомов было доказано в результате исследования *броуновского движения*, открытого в 1827 г., причем долгое время атомы считались неделимыми. Лишь в 1897 г. английский физик Дж. Дж. Томсон в опытах с *катодными лучами* доказал, что в состав атома входят отрицательно заряженные частицы, которые позже назвали *электронами*, а катодные лучи и есть поток этих частиц.) Уже во второй половине XIX в. стало ясно, что спектры излучения *свободных атомов* (в разреженных парах и газах), в отличие от сплошного спектра теплового излучения конденсированных веществ, *состоят из отдельных линий*, т.е. спектры частот излучения, испускаемого и

поглощаемого атомами, — *дискретные*. Количество экспериментальных работ по спектрам атомов к концу XIX в. исчислялось тысячами. Однако никто из ученых так и не смог объяснить причину дискретности и закономерности этих *линейчатых* спектров; в лучшем случае просто подбирались формулы, которые более-менее правильно описывали спектры отдельных атомов.

4. Не лучше дело обстояло и со сплошным спектром равновесного теплового излучения. Первая попытка *теоретически* установить вид функции $\rho(\nu, T)$, о которой шла речь в п. 1, принадлежит российскому физiku В.А. Михельсону, который, обратив внимание на сходство наблюдаемой в опытах спектральной зависимости плотности равновесного теплового излучения и распределения Максвелла молекул по скоростям, в 1887 г. предложил формулу для $\rho(\nu, T)$. Однако вскоре оказалось, что эта формула не соответствует опыту. В 1893 г. немецкий физик В. Вин, основываясь на законах термодинамики и электромагнитной теории света Максвелла, а также учитывая вызванное *эффектом Доплера* изменение частоты излучения при движении стенок полости, доказал, что функция $\rho(\nu, T)$ должна иметь вид $\rho(\nu, T) = \nu^3 F(\nu/T)$, где F — неизвестная функция, явный вид которой из этих законов найти *не удастся*. Это был первый негромкий звоночек, говорящий о неприменимости законов классической физики к атомным явлениям, но его в то время никто не услышал. Через три года, в 1896 г., Вин, взяв за основу полученную им и приведенную выше формулу, а также «счастливую гипотезу» Михельсона, предположил, что функция $F(\nu/T)$ имеет экспоненциальный вид, так что $\rho(\nu, T) = a\nu^3 \exp(-b\nu/T)$, где a и b — некоторые константы. Однако сравнение с опытом показало, что эта функция (названная *законом излучения Вина*) подтверждается опытом (при заданном значении температуры T) *только в области больших частот*.

5. Здесь к месту привести пример, показывающий, насколько великие ученые могут заблуждаться, оценивая текущее состояние *своей* (!) области науки. В конце апреля 1900 г. известный английский физик, один из основоположников термодинамики У. Томсон (лорд Кельвин) прочитал в Лондонском королевском институте лекцию под названием «Девятнадцатый век закрыл облаками динамическую теорию тепла и света». Он говорил о том, что наука, преодолев великое множество «подводных рифов» и «грозных бурь», наконец вошла «в спокойнейшую гавань», что ее коренные проблемы уже решены, остается только уточнять детали и перепроверять частности. Лишь два «облачка» несколько омрачали, по мнению Томсона,

безмятежно ясный небосвод науки. Это – небольшие затруднения в теории излучения и трудности, вызванные результатами опыта Майкельсона, имевшего целью измерить влияние движения Земли на скорость света. Однако эти «облачка» безобидны и вскоре непременно будут рассеяны.

6. В том же 1900 г. английский физик лорд Рэлей (Дж.У. Стретт), исходя из своих исследований звука, предположил, что тепловое равновесное излучение можно рассматривать как суперпозицию колебаний *эфира*, аналогичных стоячим монохроматическим *звуковым волнам* в замкнутой полости. На основании этой аналогии Рэлей получил следующее выражение для функции $\rho(\nu, T)$: $\rho(\nu, T) = \frac{8\pi\nu^2}{c^3} kT$, где k – постоянная Больцмана, c – скорость света. Спустя пять лет, в 1905 г. английский физик и астроном Дж.К. Джинс дал строгое обоснование данной формулы на основании общих методов классической статистической теории, а в 1914 г. он получил это же соотношение, рассматривая на основе теории Максвелла излучение колеблющегося электрона (поэтому данную формулу впоследствии стали называть *законом Рэля – Джинса*). Таким образом, закон Рэля – Джинса является прямым следствием принципов классической физики, т.е. это *чисто классический закон*. Как мы видим, он *принципиально* отличается от закона излучения Вина и, как показывает опыт, он оказывается *справедлив только в области низких частот и очень высоких температур*, но резко противоречит опыту в области более высоких частот. Из этого закона также вытекает, что любое «черное» тело должно светиться в темноте даже при комнатной температуре. Кроме того, из закона Рэля – Джинса следовал абсурдный вывод, что *полная энергия, излучаемая черным телом при любой, даже очень низкой температуре, бесконечна* (что было названо *ультрафиолетовой катастрофой* теории излучения). Так легкое, казалось бы, «облачко» из благодушной речи лорда Кельвина превратилось в тяжелую «тучу», грозно нависшую над всей классической физикой. Попытки найти проблески света в ней, преодолев «ультрафиолетовую катастрофу», частично сводящиеся к поиску адекватного выражения для функции $\rho(\nu, T)$, в итоге привели к появлению *квантовой теории*.

7. В 1897–1899 гг. немецкий физик-теоретик М.К. Планк изложил результаты своих исследований о применении второго начала термодинамики к тепловому излучению, рассматриваемому с точки зрения волновой электромагнитной теории света. В этих исследованиях Планк, основываясь на независимости функции $\rho(\nu, T)$ от вида вещества конденсированных тел, с которым излучение

находится в равновесии, моделировал вещество совокупностью элементарных электрических *осцилляторов*. Согласно Планку, каждый такой осциллятор представляет собой *электрон* атома вещества, упруго связанный с определенным положением равновесия, около которого он может гармонически колебаться с некоторой, характерной для данного электрона частотой ν . Хаотическое тепловое движение атомов, возрастающее с увеличением температуры тела, заставляет различные электроны-осцилляторы колебаться с различной энергией, испуская при этом электромагнитное излучение с частотами, равными частотам колебаний осцилляторов. Из-за взаимодействия атомов в конденсированном веществе и их хаотического движения спектр частот осцилляторов, а значит, и спектр испускаемого ими излучения, оказывается практически непрерывным. С другой стороны, подобное излучение, падающее на тело извне, частично поглощается телом, вызывая колебания тех осцилляторов, частота которых резонансна частоте излучения. Таким образом, происходит обмен энергией между осцилляторами вещества и электромагнитным излучением. На основании законов классической механики и теории Максвелла для электромагнитного поля Планк получил соотношение, связывающее в состоянии *динамического равновесия* между излучением и осциллятором (когда колебания электрона в данном поле становятся стационарными) среднюю энергию колебаний электрона $\bar{\epsilon}_\nu$ и плотность энергии излучения $\rho(\nu, T)$ на частоте ν . Кроме того, Планк обосновал необходимость введения в физику новой *универсальной постоянной* – h (ее Планк обозначил буквой b) и даже, на основании измерений интегральной по частоте энергии равновесного теплового излучения тел, нашел ее численное значение $h = 6,855 \cdot 10^{-27} \text{ эрг} \cdot \text{с}$.

8. Здесь, как мне кажется, нельзя не сказать несколько слов о Планке, который, *сам того не желая*, поколебал основы классической физики и выдвинул гипотезу, ставшую краеугольным камнем в понимании (или, наоборот, непонимании?) и истинной природы света и, в целом, мироустройства на микроуровне. Будучи юношей, Планк колебался в выборе профессии между физикой и музыкой, но все же выбрал теоретическую физику, поступив в 1874 г. в Мюнхенский университет. При этом заведующий кафедрой физики Ф.И. Жолли сказал ему: «Молодой человек, зачем вы хотите испортить себе жизнь, ведь теоретическая физика уже в основном закончена, дифференциальные уравнения решены, остается рассмотреть отдельные частные случаи с измененными начальными

и граничными условиями. Стоит ли браться за такое бесперспективное дело?» Тем не менее, Планк остался верен себе, и в качестве направления своих исследований выбрал термодинамику, которая покорила его математически строгой логикой и широкой областью применимости. Наибольший интерес у него вызвали вопросы, связанные с необратимостью процессов и энтропией S как величиной, возрастающей в этих процессах и достигающей максимального значения в состоянии равновесия макросистем. В 1879 г. он защитил диссертацию на эту тему, но, как позднее вспоминал сам Планк, «впечатление, произведенное этим трудом на тогдашнюю научную общественность, было равно нулю. Из разговоров с университетскими преподавателями я точно знал, что они не имеют никакого понятия о его содержании. ... Горьким испытанием в моей жизни являлось то, что лишь изредка мне удавалось, а точнее, никогда не удавалось получить всеобщее признание какого-нибудь нового утверждения, правильность которого я мог доказать совершенно строго, но только теоретически. ... В 80-х и 90-х годах прошлого [т.е. XIX-го] столетия я на самом себе испытал, как трудно исследователю, когда он осознает, что обладает идеями, объективно превосходящими господствующие идеи, но все его аргументы не производят впечатления, так как его голос слишком слаб, чтобы заставить научный мир прислушаться к нему. Тогда нельзя было восстать против таких людей, как Оствальд, Гельм, Мах и другие». Посвятив большую часть своих работ исследованию свойств энтропии, Планк придавал этой физической величине «оригинальное освещение», которое позволило уточнить идеи австрийского физика Л. Больцмана об энтропии как о мере *термодинамической вероятности* состояния макросистемы и использовать эти идеи при разработке теории равновесного теплового излучения, в которой представление об энтропии сыграло решающую роль. Этой теорией Планк начал заниматься в 1896 г. Его критики и скептики злословили: «Планк упрямо усугубляет свои ошибки! Мало того, что он занялся бесперспективной термодинамикой, так он еще в самой термодинамике выбрал самое бесперспективнейшее направление – излучение». Однако Планк принялся за работу «с рвением и упорством». *Его целью стало установление и объяснение закона равновесного теплового излучения.*

9. И уже 19 октября 1900 г. Планк сообщил о полученной им новой формуле для спектральной плотности энергии равновесного теплового излучения $\rho(\nu, T)$, которая соответствовала экспериментальным данным при всех значениях частоты. Говоря о предложенной

им ранее *классической* модели вещества, Планк отметил ее *недостаточность* для теоретического вывода выражения для $\rho(\nu, T)$. Поэтому он решил найти такую функциональную зависимость значения энтропии S_ν одного гармонического осциллятора частоты ν от его средней энергии U_ν , которая позволила бы получить согласующееся с опытом выражение для $\rho(\nu, T)$. Заметив, что из закона излучения Вина следует равенство $\frac{\partial^2 S_\nu}{\partial U_\nu^2} = \frac{\text{const}}{U_\nu}$, а из закона Рэлея – соотношение $\frac{\partial^2 S_\nu}{\partial U_\nu^2} = \frac{\text{const}'}{U_\nu^2}$, причем, согласно законам термодинамики, $\frac{\partial S_\nu}{\partial U_\nu} = \frac{1}{T}$, Планк *интуитивно предположил*, что компромиссное выражение для второй производной от S_ν , справедливое во всей области частот и сводящееся к данным соотношениям при, соответственно, больших и малых частотах, должно иметь вид

$$\frac{\partial^2 S_\nu}{\partial U_\nu^2} = \frac{a}{U_\nu(b+U_\nu)}, \quad (1)$$

где a и b – некоторые константы. Следует подчеркнуть, что подход Планка, основанный на анализе зависимости *энтропии от энергии* был оригинальным и даже смелым, поскольку в то время обширный круг применений понятия энтропии был еще почти не исследован физиками. «Мне не оставалось ничего другого, как подойти к проблеме с точки зрения термодинамики, в которой я чувствовал себя уверенно, как дома. – вспоминал позднее Планк. – Здесь мне весьма пригодилось мое прежнее изучение второго начала теории теплоты, потому что я сразу же почувствовал, что нужно вывести соотношение не между температурой и энергией осциллятора, или установить зависимость интенсивности излучения от температуры, чем тогда занимался ряд выдающихся физиков, а найти связь между его [излучения] энтропией и энергией. Так как смысл понятия энтропии тогда еще не получил подобающей ему оценки, то никто не заинтересовался методом, которым я пользовался, и я мог проводить свои вычисления не спеша и основательно, не опасаясь помех или опережения с чьей-либо стороны». «Счастливо отгаданная», по словам самого Планка, формула (1) в действительности представляет собой простейшую математическую *интерполяцию*. Однако, как отметил известный историк физики М. Джеммер, эта интерполяция «оказалась одним из наиболее значительных и важных вкладов в науку, когда-либо сделанных в истории физики». Результатом ее применения стало выражение

$$\rho(\nu, T) = \frac{A\nu^3}{e^{B\nu/T} - 1}, \quad (2)$$

которое, как оказалось, на удивление хорошо соответствовало имеющимся опытным данным во всей области частот (на самом деле Планк представил не выражение (2), а связанную с ним формулу для функции $\rho(\lambda, T)$, где $\lambda = c/\nu$ — длина волны излучения).

10. Итак, формула (2) явилась следствием простой *эмпирической подгонки* под заранее известный (в двух предельных случаях) результат. Никакого физического объяснения полученной формуле Планк сразу не дал. Но ему очень хотелось найти такое объяснение, и он упорно его искал. Наконец, в результате «продолжавшихся, по словам самого Планка, в течение нескольких недель самых напряженных в жизни размышлений темнота рассеялась и наместились новые, неподзреваемые ранее дали». Он вспомнил, что несколькими годами ранее Л. Больцман, вычисляя так называемую «*термодинамическую вероятность*» *состояния газа* (т.е. «статистический вес» данного состояния), чисто *формально* дискретизировал абстрактное *фазовое пространство*, разбив его на множество отдельных ячеек с одинаковым и не равным нулю объемом. Это позволило Больцману применить один из методов математической комбинаторики и получить важное выражение для энтропии газа, согласующееся с опытом. Кроме того, Планк еще в 1897 г. заметил, что в тех случаях, в которых термодинамика требует *вполне определенного* результата относительно взаимодействия теплового излучения с веществом, электромагнитная теория Максвелла допускает *бесконечно много* возможностей. На основании этого Планк пришел к «неизбежному выводу, что при заданных частоте, спектральной ширине и интенсивности излучения *уравнений Максвелла совершенно недостаточно*, чтобы предсказать все измеримые воздействия данного излучения. Поэтому, если мы хотим прийти к согласию и с электродинамикой, и с опытом, то это можно сделать только на основе *новой гипотезы, не зависящей от уравнений Максвелла*». Таким образом Планк не считал законы максвелловской электродинамики незыблемыми и *морально* был готов к тому, чтобы пожертвовать ими.

11. В результате размышления привели Планка к его основной, совершенно новой для физики *гипотезе*, о которой он доложил 14 декабря 1900 г. на заседании Немецкого физического общества. Эта дата стала считаться *днем рождения квантовой теории*. Согласно гипотезе Планка, осциллятор *вещества* (т.е., по сути, *электрон* атома), колеблющийся с частотой ν и испускающий и поглощающий электромагнитные волны, может обладать *только* такими значениями энергии E_n , которые кратны неделимым элементарным порциям (позже названным *квантами энергии*) $\varepsilon = h\nu$ (это еще одна *формула*

Планка, выражающая зависимость энергии кванта от частоты колебаний осциллятора), т.е. $E_n = n\varepsilon = nh\nu$, где n – целое число, h – «универсальная» постоянная, равная, согласно уточненному расчету Планка, $6,55 \cdot 10^{-27}$ эрг · с. Иными словами, Планк предположил, что атом в результате колебаний своего электрона может излучать или поглощать лишь один, или два, или три *целых* кванта и т.д., но не может излучать или поглощать *часть* кванта. Образно это «можно сравнить с тем, как курица несет яйца – она может снести одно, два, три яйца, но никогда пол-яйца». Однако количественно кванты энергии так малы, что в макроскопических процессах и в повседневной жизни мы их не замечаем, поскольку в этих случаях энергообмен между телами происходит с участием такого огромного количества квантов, что изменение энергии тел кажется нам плавным и непрерывным.

12. На основании своей гипотезы о том, что энергия *атома* (а тогда ученые все еще не знали, как устроен атом, но уже было известно, что в его состав входят электроны, и что излучение атомов обязано колебаниям их электронов), а значит, энергия входящих в его состав *электронов*, может меняться только порциями, т.е. *дискретно*, Планк, используя законы и методы термодинамики и статистической физики, разработанные к тому времени Л. Больцманом и другими, в том числе используя упомянутый выше комбинаторный метод Больцмана, сумел уже *теоретически вывести* (с расшифровкой всех коэффициентов) формулу для спектральной плотности энергии излучения $\rho(\nu, T)$, ранее полученную им же эмпирически:

$$\rho(\nu, T) = \frac{8\pi h}{c^3} \cdot \frac{\nu^3}{e^{h\nu/kT} - 1}. \quad (3)$$

При этом Планк свою квантовую гипотезу обосновал именно тем, что *если* эту гипотезу принять, *то* тогда формулу для $\rho(\nu, T)$ можно *строго* вывести теоретически. А если эту гипотезу отбросить, то теоретически вывести формулу для $\rho(\nu, T)$ *на основании законов классической физики не получится*. И действительно, с тех пор *давать строгий вывод этой формулы без гипотезы Планка за более чем сто лет никому не удалось* (хотя, я полагаю, уважаемый г-н В. Эткин со мной не согласится).

13. Но Планк *не объяснил и не мог объяснить, почему* энергия атомов (точнее, энергия атомных электронов) должна квантоваться, т.е. принимать только дискретный ряд значений. Т.е. эту гипотезу надо было *принять на веру*. Тем более, что она неплохо коррелировала с дискретностью линейчатых спектров свободных атомов. Поэтому к гипотезе Планка физики отнеслись двояко: большая их часть довольно долгое время ее не принимала, поскольку для *классической*

физики, признававшей только непрерывность всех процессов, а значит, и непрерывность изменения энергии тел, частиц, атомов и т.п., идея дискретности энергии была чуждой, противоречащей ее парадигме. Однако немногие другие физики все же пытались учесть эту идею в своих моделях атомов (о которых кратко будет сказано ниже).

14. В частности, гипотезу Планка не только принял, но и в 1905 г. распространил ее на электромагнитное излучение А. Эйнштейн – в то время практически неизвестный молодой физик, работавший экспертом в патентном бюро в Берне. Эта гипотеза соблазнила Эйнштейна тем, что на ее основе можно было попытаться объяснить совершенно непонятные с позиций электромагнитной теории открытые к тому времени законы фотоэффекта, флюоресценции и фотохимических реакций. В частности, было не ясно, почему существует так называемая «красная граница» фотоэффекта (Эйнштейн понял, что она может быть следствием квантования энергии), почему максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов зависит не от интенсивности падающего излучения, а от его частоты, и почему фотоэлектроны даже при малых интенсивностях света появляются практически мгновенно, а не запаздывают на время, необходимое для накопления ими поглощенной энергии излучения. Эйнштейн, проанализировав квантовую гипотезу Планка, пришел к выводу, что если квантуется энергия атомов вещества, то обязательно должна квантоваться и энергия испускаемого ими излучения. Для проверки этого предположения Эйнштейн вычислил, исходя из закона Вина (справедливого, напомним, в области высоких частот), энтропию излучения как функцию его объема и сравнил ее с энтропией идеального газа. Оказалось, что оба выражения практически идентичны, из чего Эйнштейн сделал вывод, что его предположение верно, и «монохроматическое излучение малой плотности (в пределах области применимости закона излучения Вина) в смысле теории теплоты ведет себя так, как будто оно состоит из независимых друг от друга квантов энергии величиной $\varepsilon = h\nu$ ». Т.е., например, свет состоит из отдельных локализованных корпускул, или квантов (названных позже фотонами), энергия каждого из которых равна $h\nu$. Таким образом, Эйнштейн пришел к корпускулярной теории света. Это позволило ему легко объяснить законы фотоэффекта, флюоресценции (в частности, закон Стокса, согласно которому частота света, испускаемого люминесцирующим веществом, всегда меньше или равна частоте поглощаемого им света) и установить основной закон фотохимии. За все это Эйнштейну в 1921 г. была

присуждена Нобелевская премия. Однако надо сказать, что в реальность фотонов многие физики (в том числе Планк), тем не менее, не верили вплоть до 1922 г., когда их существование было подтверждено в опытах американского физика А. Комптона.

Все же гипотеза о дискретности энергии атомов *явно* не противоречила законам классической физики. Более того, некоторые модели атомов, основанные на *этих* законах, *объясняли* такую дискретность. Другое дело, что они *не объясняли* количественно, а некоторые – и качественно, многие другие наблюдаемые свойства атомов, и поэтому они были неприемлемы. Поэтому до поры до времени гипотеза Планка не казалась *революционной*, угрожающей *всей классической физике*. Сам Планк всю свою жизнь пытался вывести ее из законов классической физики. Она, по крайней мере, *никому не мешала*, каждый занимался своими задачами. Все же, начиная с 1905–1906 гг., применять квантовые идеи для решения разных задач физики, не получивших объяснения в рамках классической теории, постепенно стало все большее число ученых. На их основе были разработаны, в частности, теории теплоемкости двух- и многоатомных газов и твердых тел (не металлов) и решен ряд других задач.

15. В 1909 г. Эйнштейн установил, что из общего, вытекающего из законов термодинамики, соотношения между энтропией системы и флуктуациями ее энергии $\overline{\Delta E_v^2}$, с одной стороны, и из формулы Планка (3) – с другой, следует равенство

$$\overline{\Delta E_v^2} = \left(h\nu\rho_v + \frac{c^3}{8\pi\nu^2} \rho_v^2 \right) d\nu. \quad (4)$$

Когда же вместо формулы Планка Эйнштейн использовал формулы Вина и Рэля–Джинса, он получил, что, соответственно, $\overline{\Delta E_v^2} = h\nu\rho_v d\nu$ и $\overline{\Delta E_v^2} = \frac{c^3}{8\pi\nu^2} \rho_v^2 d\nu$, т.е. *по отдельности* каждое из слагаемых в формуле (4). Но поскольку, согласно статистической теории, аддитивность флуктуаций означает, что флуктуации, описываемые отдельными слагаемыми, вызваны *независимыми причинами*, то неизбежно возникает мысль, что флуктуации в высокочастотной области спектра (где применим закон Вина) вызваны *другими причинами*, чем в низкочастотной области, где применима формула Рэля – Джинса. При этом, как было установлено Эйнштейном ранее (см. п.14), первое слагаемое в формуле (4) соответствует *корпускулярной* картине излучения. Что касается второго слагаемого, то Эйнштейн, используя *теорию размерностей*, показал, что оно обусловлено *волновой* природой излучения, а конкретно – флуктуациями энергии электромагнитного поля как системы распространяющихся во всех

направлениях и хаотически интерферирующих волн, имеющих произвольные амплитуды и фазы. Позднее нидерландский физик Х.А. Лоренц дал строгое физическое обоснование этого утверждения.

Таким образом, оказалось, что *наглядное представление* структуры света на основе *одной из* известных классических моделей можно дать *только в двух предельных случаях*: в области применимости формулы Вина – как *идеального газа*, состоящего из световых корпускул с энергией $h\nu$ и импульсом $h\nu/c$, и в области применимости закона Рэлея – Джинса – как *колебаний волнового поля*, причем эти две модели *противоположны* по своей природе – одна *дискретная*, в то время как другая – *континуальная*. Поэтому формула Планка (3) и вытекающее из нее выражение для флуктуаций (4), как бы связывающее эти две модели в единое целое, стали первым, но в те времена еще не осознанным физиками, указанием на особую – *корпускулярно-волновую* – природу света и, вообще, всех объектов микромира. Получив соотношение (4), Эйнштейн, по сути, стал фактически отцом *концепции корпускулярно-волнового дуализма*, однако ни он сам, ни другие физики еще долго не понимали этого. А сама идея *квантования электромагнитного поля через пару десятков лет* положила начало важнейшему разделу квантовой теории – *квантовой электродинамике*. Тем не менее, эйнштейновская концепция оставалась виртуальной вплоть до 1924 г., т.е. до появления работ де Бройля, в которых утверждалось, что волновые свойства присущи не только свету, но и всем частицам вещества.

16. В начале XX в. строение атомов еще не было известно (т.е. оно не было установлено опытным путем). Поэтому предлагались разные *теоретические* модели такого строения, в которых делались попытки объяснить дискретность (линейчатость) спектров атомов. Здесь гипотеза Планка оказалась очень кстати. В течение 1901–1912 гг. различные модели атома были предложены Ж. Перреном, Дж.Дж. Томсоном, Ж.Х. Нагаокой, В. Ритцем, А.Э. Гаазом, А. Шидловым, М. Бриллюэном, Дж. Николсоном и другими. Из этих моделей наиболее известна «пудинговая» модель атома Дж.Дж. Томсона (1903 г.), согласно которой атом представляет собой шар радиуса примерно 10^{-8} см с равномерно распределенным положительным зарядом, внутри которого вкрапленные в него отрицательные электроны, находясь под влиянием притяжения положительным зарядом шара и взаимного отталкивания друг от друга, занимают устойчивые положения равновесия. В возбужденном атоме электрон отклоняется от положения равновесия, в результате чего возникают действующие

на электрон квазиупругие силы. Под их влиянием электрон движется с ускорением, испуская при этом электромагнитные волны (например, в виде света) определенной частоты. Амплитуда испускаемой волны из-за потери энергии электроном непрерывно уменьшается, но при этом частота волны изменяется в очень узких пределах, что объясняет дискретность спектра атомов. Эта модель также объясняла дисперсию света и ряд других оптических явлений. Предположение, что электроны распределяются по группам различной конфигурации, объясняло периодичность химических элементов. Однако эта модель не смогла объяснить ряд других наблюдаемых на опыте оптических эффектов. Все же другие предложенные модели атома оказались намного хуже.

17. Проблема состояла в том, чтобы хотя бы методом проб и ошибок, угадыванием, подгонкой и т.п. найти формулу, которая бы *математически* описывала наблюдаемую на опыте структуру линейчатого спектра какого-нибудь из атомов. Самым простым был спектр атома водорода, состоящий из нескольких серий линий, находящихся не только в видимой, но и в ультрафиолетовой частях спектра. В 1908 г. швейцарский физик В. Ритц путем *подбора* сумел найти очень простую формулу, которая с большой точностью давала частоты линий всех наблюдаемых серий *атома водорода* (исключая так называемую *тонкую структуру* этих линий, когда визуально наблюдаемая линия при более точном разделении частот оказывается состоящей из нескольких более узких, частично перекрывающихся линий с очень близкими частотами). Эта формула имеет вид:

$$\nu_{nm} = \frac{R}{n^2} - \frac{R}{m^2}, \quad (5)$$

где R – постоянная, численное значение которой было ранее найдено шведским физиком И.Р. Ридбергом из сравнения подобной (частной) формулы с измеренными на опыте значениями частот одной из серий линий, n и m – целые положительные числа. Однако *теоретически* вывести эту формулу на основании законов классической физики не удалось. Не приводила к этой формуле и ни одна из известных к тому времени моделей атома.

18. Формула Ритца (5) неожиданно обнажила ряд проблем классической теории. Одна из них состояла в том, что по какой бы сложной траектории ни двигался электрон в атоме, спектр частот его излучения, как следует из его (спектра) разложения в ряд Фурье, должен состоять из частот, *кратных основной частоте*, так что спектральные линии атомов должны группироваться в серии,

частоты линий которых должны удовлетворять соотношению $\nu_{nt} = t\nu_{n0}$, где n – номер серии, t – номер линии в данной серии, ν_{n0} – частота первой линии этой серии. Следовательно, спектральные линии в каждой серии должны быть *эквидистантны*, а их частоты могут сколь угодно велики. Это в корне противоречит и *опыту*, и отвечающей ему формуле Ритца (5). Действительно, и из опыта, и из формулы (5) следует, что линии любой серии (которой соответствует определенное целое значение номера серии $n \geq 1$) по мере увеличения числа t (где $t > n$) *все более сгущаются*, а вся серия *ограничена конечной предельной частотой* $\nu_{n\infty} = R/n^2$, соответствующей пределу при $t \rightarrow \infty$ в формуле (5).

19. Другой проблемой классической физики, точнее, *классической механики*, оказалось то, что в формулу Ритца (5) частота спектральной линии входит *не квадратично*, т.е. *не во второй степени*, а *линейно*. Но еще Рэлей обратил внимание на то, что при рассмотрении *любой* системы, движение которой определяется уравнениями классической механики, *всегда* получаются соотношения, в которые входит *квадрат частоты*, а не сама частота. Причина этого состоит в том, что уравнения движения всегда содержат *ускорение*, а поскольку при периодических движениях время обычно входит в аргумент синуса (или косинуса), т.е. как $x \sim \sin vt$, то ускорение, как вторая производная по времени, неизбежно содержит v^2 , а не просто v . Отсюда следовало, что для получения правильной формулы, описывающей серии спектральных линий, *нельзя пользоваться моделью упругой или квазиупругой связи электрона с ядром*.

20. Еще на одну причину необходимости отказа от модели упругой или квазиупругой связи электрона с ядром указал французский математик и физик А. Пуанкаре. Дело в том, что, независимо от природы квазиупругой силы, частоты вызванных ею колебаний определяются уравнением вида $\Delta u + K^2 u = 0$, где $\Delta = \nabla^2$ – лапласиан. Пуанкаре доказал, что никакими граничными условиями нельзя добиться того, чтобы ряд частот, рассчитанный с помощью этого уравнения, имел предел на *конечном* расстоянии от начальной (наименьшей) частоты. Следовательно, частоты, найденные в рамках *любых* моделей, основанных на предположении упругой или квазиупругой связи электрона с ядром, не будут совпадать с опытными данными. Более того, как показал Пуанкаре, не только уравнение $\Delta u + K^2 u = 0$, но другие известные в то время дифференциальные уравнения не приводят к установленным на опыте закономерностям спектров.

21. Несколько лет физики пытались найти такое решение уравнений классической механики и электродинамики, которое объясняло бы установленные Ритцем закономерности спектров атомов (строение которых все еще было неизвестно). Именно в это время были предложены некоторые из названных выше моделей атома. Наиболее интересной из них оказалась *магнитная модель атома* В. Ритца, предложенная им еще в 1908 г. Его идея состояла в замене *электрических* внутриатомных сил, вызывающих колебания электрона, на *магнитные*, зависящие не от смещения электронов от их состояний равновесия, а от *скоростей* электронов. Тогда ускорения будут представлены как первые производные скорости по времени и, следовательно, частоты войдут в уравнения в *первой степени*. В основу модели был положен тот факт, что магнитное поле в точке P , лежащей на оси (но вне) магнитного диполя μ , образованного двумя монополями, на расстоянии $r_1 = na$ от одного из них и на расстоянии $r_2 = (m - n)a$ от другого, не изменится, если между этими монополями поместить на оси диполя линейную цепочку из нескольких $(m - n)$ элементарных магнитов – *магнетонов*. Если теперь в точку P поместить электрический заряд, совершающий малые колебания в плоскости, перпендикулярной оси диполя, то он будет находиться в практически однородном магнитном поле с напряженностью

$$H = \frac{\mu}{a^2} \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right).$$

Тогда, с учетом известного соотношения между напряженностью магнитного поля и частотой колебаний $\nu = eH/(4\pi m_0 c)$, где e и m_0 – заряд и масса электрона, для спектра излучения такого «магнитного атома» получается формула

$$\nu_{nm} = \frac{\mu e}{4\pi m_0 c a^2} \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right),$$

имеющая ту же структуру, что и формула (5) для атома водорода. Используя эту формулу, нетрудно найти соотношение между параметрами данной модели и постоянной Ридберга R . Что касается спектров других атомов, Ритц предполагал, что они определяются геометрической структурой системы магнетонов. Интересно, что с помощью небольших усложнений этой модели, искусственный характер которой понимал и сам Ритц, он сумел объяснить многие оптические свойства атомов.

Модель Ритца, по-видимому, была первой, связавшей две проблемы, которые ранее представлялись совершенно независимыми – «загадку кванта энергии» с вопросом о строении материи. Но, хотя теоретическое описание данной модели

основывалось на законах *классической физики*, в ней с самого начала была заложена *дискретность* в виде целого числа элементарных магнитов определенной длины, находящиеся на точно заданных, *дискретных* расстояниях от колеблющегося электрического заряда. Т.е. проблема *дискретности энергии* была фактически заменена Ритцем проблемой *дискретности внутренней структуры* атома.

22. Решить возникшие проблемы стандартной классической теории попытались и по-иному, беря за основу не уравнения динамики Ньютона, а формулу Ритца (5). Точнее, стремились построить соответствующие этой формуле модели колебательных систем, которые описывались бы другими, неньютоновскими уравнениями движения. Такую *математическую* модель удалось разработать В. Ритцу, К. Рикке и Э. Фредгольму. Однако описывающие ее дифференциальные уравнения были настолько сложными (в частности, они были 10-го порядка), что дать им удовлетворительную физическую интерпретацию оказалось невозможно.

23. Но вот в 1911 г. английский физик Э. Резерфорд, пропуская положительно заряженные α -частицы через тонкую золотую фольгу и наблюдая их рассеяние, понял, что атом состоит из *очень маленького* также положительно заряженного атомного ядра диаметром около 10^{-12} см и находящихся вдали от него (на расстоянии около 10^{-8} см) отрицательно заряженных электронов. Этот вывод сразу же «уничтожил» пудинговую модель атома Томсона. Но, чтобы электроны под действием сил притяжения со стороны ядра не упали на него, т.е. чтобы атом был *стабильным*, электроны должны вращаться вокруг ядра с определенной скоростью. На основе этого Резерфорд предложил «планетарную» модель атома (интересно, что это был лишь несколько усовершенствованный вариант «*сатурнианской*» модели атома, предложенной японским физиком Нагаокой еще в 1903 г. на основе *теоретических* соображений).

24. И вот тут стало ясно, что корабль классической физики получил очень серьезную пробоину. Дело в том, что вращательное движение – это *ускоренное* движение. Даже при вращении электрона по точно круговой траектории вокруг ядра его центростремительное ускорение не равно нулю. Но к тому времени уже все физики знали, что ускоренное движение заряженной частицы, как следует из уравнений Максвелла, *обязательно* сопровождается непрерывным *излучением электромагнитной волны*, которое приводит к уменьшению кинетической энергии атомного электрона, причем это излучение

идет все время, пока электрон вращается вокруг ядра, т.е., фактически, до тех пор, пока он не *упадет на ядро*.

25. Расскажем об этом подробнее. Вытекающая из уравнений Максвелла система дифференциальных уравнений для скалярного $\varphi(\vec{r}, t)$ и векторного $\vec{A}(\vec{r}, t)$ потенциалов электромагнитного поля имеет вид (в гауссовой системе единиц)

$$\Delta\varphi - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2} = -4\pi\rho, \quad \Delta\vec{A} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \vec{A}}{\partial t^2} = -\frac{4\pi}{c} \vec{j}, \quad \text{div}\vec{A} + \frac{1}{c} \frac{\partial \varphi}{\partial t} = 0,$$

где $\Delta = \nabla^2$ – лапласиан, $\rho(\vec{r}, t)$ – плотность заряда, $\vec{j}(\vec{r}, t)$ – плотность электрического тока, c – скорость света. Решение этой системы уравнений в виде выражений для *запаздывающих потенциалов*, учитывающих *конечность скорости распространения волн*, записывается в виде:

$$\varphi(\vec{r}, t) = \int \frac{\rho(\vec{r}', t - \frac{R^*}{c})}{R^*} dV', \quad \vec{A}(\vec{r}, t) = \int \frac{\vec{j}(\vec{r}', t - \frac{R^*}{c})}{R^*} dV',$$

где $\vec{R}^* = \vec{r} - \vec{r}'$, $R^* = |\vec{R}^*|$. В предельном случае *точечного заряда e , произвольно движущегося с мгновенной локальной скоростью $\vec{u}(\vec{r}, t)$* , эти формулы переходят в выражения

$$\varphi(\vec{r}, t) = \frac{e}{R^*(\tau) - \frac{(\vec{u}(\tau) \cdot \vec{R}^*(\tau))}{c}}, \quad \vec{A}(\vec{r}, t) = \frac{e\vec{u}(\tau)}{R^*(\tau) - \frac{(\vec{u}(\tau) \cdot \vec{R}^*(\tau))}{c}}$$

(где $\tau = t - \frac{R^*}{c}$), которые называются *потенциалами Лиенара – Вихерта* (они были получены независимо друг от друга французским физиком А.М. Лиенаром в 1898 г. и немецким физиком Э. Вихертом в 1900 г.). Из этих выражений следует, что создаваемые движущимся с *переменной скоростью $\vec{u}(\vec{r}', t)$* точечным зарядом e электрическое \vec{E} и магнитное \vec{H} поля в точке \vec{r} пространства в момент времени t определяются выражениями $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$, $\vec{H} = \frac{[\vec{R}^* \times \vec{E}]}{R^*}$, где

$$\vec{E}_1 = \frac{e(1 - \frac{u^2}{c^2})(\vec{R}^* - \frac{\vec{u}}{c}R^*)}{(R^* - \frac{(\vec{u} \cdot \vec{R}^*)}{c})^3}, \quad \vec{E}_2 = \frac{e}{c^2(R^* - \frac{(\vec{u} \cdot \vec{R}^*)}{c})^3} \left[\vec{R}^* \times \left[\left(\vec{R}^* - \frac{\vec{u}}{c}R^* \right) \times \frac{d\vec{u}}{dt} \right] \right],$$

причем величины \vec{u} и \vec{R}^* здесь берутся в момент времени τ . Из формулы для \vec{E}_2 следует, что поля \vec{E} и \vec{H} зависят не только от скорости, но и от *ускорения* электрического заряда $\vec{w} = d\vec{u}/dt$. На больших расстояниях R^* от заряда величина $|\vec{E}_1|$ убывает с расстоянием по закону $|\vec{E}_1| \sim 1/R^{*2}$, а $|\vec{E}_2|$ – по закону $|\vec{E}_2| \sim 1/R^*$. Таким образом, на больших расстояниях от заряда $\vec{E} \approx \vec{E}_2$, причем в этом случае поле \vec{E} перпендикулярно как радиус-вектору \vec{R}^* (так что это поле имеет *поперечный характер*), так и вектору ускорения заряда \vec{w} . Если $|\vec{u}| \ll c$, то $\vec{E} \approx \frac{e}{c^2 R^{*3}} [\vec{R}^* \times [\vec{R}^* \times \vec{a}]]$.

Если рассматривать систему «вращающийся электрон – атомное ядро» как *переменный* электрический диполь \vec{d} с центром в начале координат, то в точке \vec{r} , удаленной от атома, электрическое и магнитное поля, создаваемые этим диполем, определяются выражениями

$$\vec{E} = \frac{1}{c^2 r} [\ddot{d} \times \vec{n}] \times \vec{n}, \quad \vec{H} = \frac{1}{c^2 r} [\ddot{d} \times \vec{n}].$$

Здесь две точки над d означают *вторую производную* от вектора дипольного момента \vec{d} *по времени*, $r = |\vec{r}|$, $\vec{n} = \vec{r}/r$ – единичный вектор, направленный вдоль \vec{r} . То, что модули полей \vec{E} и \vec{H} убывают с ростом расстояния от атома как $1/r$, свидетельствует об *излучении атомом энергии* во внешнее пространство. Об этом говорит и *отличие от нуля* соответствующего вектора Пойнтинга \vec{S} : $\vec{S} = \frac{c}{4\pi} [\vec{E} \times \vec{H}] = \frac{1}{4\pi c^3 r^2} [\ddot{d} \times \vec{n}]^2 \vec{n}$, причем модуль этого вектора $S = \frac{\ddot{d}^2}{4\pi c^3 r^2} \sin^2 \vartheta$, где ϑ – угол между векторами \vec{d} и \vec{n} . В случае одиночного заряда, получающего ускорение \vec{w} под действием некоторой силы (например, силы притяжения со стороны атомного ядра), $S = \frac{e^2 w^2}{4\pi c^3 r^2} \sin^2 \vartheta$, а полная мощность излучения I , испускаемого этим зарядом во всех направлениях, $I = \frac{2}{3} \frac{e^2 w^2}{c^3}$. В случае атома водорода ускорение w электрона является центростремительным ускорением: $w = 4\pi^2 m_e^2 r_0 v^2$, где r_0 – радиус орбиты электрона, v – частота обращения электрона вокруг ядра. Тогда мощность излучения I , испускаемого электроном атома во всех направлениях, оказывается пропорциональной *четвертой степени частоты* v : $I \sim v^4$. Таким образом, атомный электрон, вращаясь вокруг ядра, неизбежно теряет энергию на излучение электромагнитных волн. При этом он испускает электромагнитные волны тех частот, которые *совпадают* с *меняющимся со временем мгновенным значением частоты* v *его обращения вокруг ядра*. Численные расчеты показывают, что, если приведенные выше соотношения, являющиеся строгими следствиями электродинамики Максвелла, верны, то, например, электрон атома водорода *должен потерять всю свою энергию и упасть на ядро* примерно через $10^{-10} - 10^{-11}$ с.

26. Этот вывод, который является *строгим следствием уравнений Максвелла*, не оставил шансов на возможность объяснения на их основе установленных Ритцем закономерностей спектров атомов, не говоря уже об ответе на вопрос, почему атомные электроны все же не падают на ядро. Правда, была возможность попытаться решить эти проблемы на основе *стафой*, домаксвелловской теории

электромагнетизма, разработанной в середине XX в. немецкими физиком В.Э. Вебером и, независимо, математиком и физиком К.Ф. Гауссом. Согласно этой теории, сила F взаимодействия зарядов e_1 и e_2 зависит не только от расстояния r между ними, но также от их относительных скорости и ускорения:

$$F = \frac{e_1 e_2}{r^2} \left[1 - \frac{1}{c^2} \left(\frac{dr}{dt} \right)^2 + \frac{2r}{c^2} \left(\frac{d^2 r}{dt^2} \right) \right].$$

Это выражение является следствием эмпирической формулы Ампера, описывающей взаимодействие двух элементов тока. Вполне возможно, что наличие здесь и в соответствующем *потенциале Вебера* $P = -\frac{e_1 e_2}{r} \left[1 - \frac{1}{2c^2} \left(\frac{dr}{dt} \right)^2 \right]$ зависимости от квадрата *скорости* заряда позволило бы избежать проблем, возникающих в теории Максвелла. Однако эта возможность не была реализована, поскольку в начале XX в. теория Вебера – Гаусса была почти забыта, так как неоправданно считалось, что она предполагает *дальнодействие*, т.е. *мгновенную* связь между зарядами. Но зависимость силы взаимодействия зарядов от их относительной скорости и ускорения как раз и объясняется конечной скоростью распространения этого взаимодействия.

27. Вместо этого предпринимались попытки обобщить уравнения Максвелла, дополнив их разными нелинейностями, но они ни к чему хорошему не привели. Поэтому многих старых и умудренных опытом физиков постигло глубокое разочарование. Ведь та теория, которой они занимались значительную часть своей жизни, оказалась неспособной решить проблему атома. В частности, Планк всю свою жизнь надеялся (и провел много исследований в этом направлении), что его квантовую гипотезу все-таки удастся вывести из законов классической физики, и был очень подавлен тем, что эти надежды не оправдывались.

28. Понимание неадекватности классической физики в области атомных явлений привело к тому, что квантовая гипотеза постепенно стала «одолевать массы» физиков – особенно молодых и среднего возраста. Этому в немалой степени способствовали работы Эйнштейна, успешно применившего квантовые представления в теории теплоемкости, фотоэффекта, фотохимических реакций, рентгеновского излучения. Так, немецкий физико-химик В. Нернст проанализировал спектры двухатомных молекул, предполагая, что их (молекул) вращение квантуется. В развитие этой идеи датский физико-химик Н.Я. Бьеррум рассчитал спектр испускания такой молекулы, предположив, что энергия вращения кратна $h\nu$. Дж. Николсон в одной из своих работ выдвинул

гипотезу, что момент импульса колец из электронов в модели атома Нагаоки кратен величине $h/2\pi$. Квантовые идеи использовали в своих работах австрийские физики А. Гааз и А. Шидлов и другие. Однако все эти работы носили несистематический характер и не ставили своей целью объяснить необходимость квантования того или иного движения путем *коренной ломки* представлений классической физики.

29. Но это был шанс для других, более молодых (и менее опытных), энергичных, напористых, жаждавших признания физиков, над которыми не довели «классические» стереотипы и которые не считали нужным преклоняться перед авторитетами. Одним из них был датчанин Нильс Бор, которому осенью 1911 г. исполнилось всего 26 лет. Его очень заинтересовала проблема стабильности атомов. Познакомившись с работами по электродинамике, он убедился в том, что *если верны классическая механика и классическая электродинамика, основанная на уравнениях Максвелла, то стабильные атомы в принципе не должны существовать*. Но они существуют! Значит, какую-то из этих теорий (или сразу обе) нельзя применять при рассмотрении атомных процессов. Поразмыслив над этой проблемой пару лет, Бор (а в это время он работал сначала у Дж.Дж. Томсона, а потом – у Э. Резерфорда и, конечно, обсуждал с ними эту проблему), вспомнил как об идее Планка о квантовании энергии атомных электронов, так и о ее применении Николсоном к вращательному движению электронов. Конечно, эта идея (как отмечалось выше) в определенной степени противоречила представлениям классической механики о непрерывности энергии. Но это значит, решил Бор, что классическую механику *в принципе* нельзя применять для описания движения атомных электронов. Так почему мы пытаемся применить к этим электронам классическую электродинамику? Отбросим и ее!

30. Итак, в результате размышлений Бор в 1913 г. пришел к выводу, что идею Планка о квантовании энергии атомных электронов можно принять и объяснить, если предположить, что электроны в атоме могут вращаться вокруг ядра не по любым, а только по определенным, *стационарным* орбитам, радиусы которых могут принимать только дискретные значения, определяемые из условия равенства момента импульса M_n вращающегося электрона кратному значению постоянной Планка h , деленной на 2π : $M_n = n\hbar$, где $\hbar = h/2\pi$. Это условие противоречит классической механике, так что гипотеза Бора была первой реальной попыткой сформулировать *вместо классического*, новый, неклассический, а уже *квантово-механический* закон движения частиц. Почему же Бор пришел к такому выводу? Дело в том, что если *пренебречь* потерями энергии электрона на

излучение им электромагнитных волн и *предположить*, что электроны вращаются вокруг ядра по строго круговым орбитам, то в случае атома водорода (имеющего один электрон) выражение для его энергии (которое можно получить даже элементарными «школьными» методами) принимает вид $E = -A/M^2$, где $A = me^4/2$ – известная константа, выражающаяся через массу m и заряд e электрона, $M = mvr$ – момент импульса электрона на орбите радиуса r , v – скорость электрона на этой орбите. Действительно, полная энергия электрона $E = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{e^2}{r}$, а условие стационарности его движения, представляющее собой равенство величин противоположных сил, действующих на электрон, имеет вид: $\frac{mv^2}{r} = \frac{e^2}{r^2}$, откуда следует, что $mv^2 = \frac{e^2}{r}$ и $Mv = e^2$. Таким образом, $E = -\frac{1}{2}mv^2$ и $v^2 = \frac{e^4}{M^2}$. Значит, $E = -\frac{me^4}{2M^2}$. Если теперь (следуя гипотезе Николсона) сюда вместо M подставить выражение $M_n = n\hbar$, где $n \geq 1$ – *целое* число (названное главным квантовым числом), то формула для энергии примет вид $E = -\left(\frac{me^4}{2\hbar^2}\right)\frac{1}{n^2}$, причем будет иметь место *точное* равенство, связывающее *вычисленное* значение A и *найденное из опыта* значение R : $A = \frac{\hbar^3}{4\pi^2}R$. И тогда формулу для энергии атома, электрон которой находится на круговой орбите с номером n , можно записать в виде $E_n = -\frac{\hbar R}{n^2}$, что совпадает (с точностью до множителя $-\hbar$) с каждым из слагаемых в формуле Ритца (5)!

31. Но что делать с проблемой устойчивости атомов? *Полностью* отбросить *всю* электродинамику невозможно, так как атомы все же *испускают и поглощают* электромагнитные волны. Значит, нужно что-то предложить *взамен* законов классической электродинамики. Но, поскольку «на горизонте» ничего подходящего в качестве замены не замечалось, а теоретически полученное им выражение для возможных значений энергии атомного электрона было крайне важным, Бор решил просто *постулировать* *новый закон атомной электродинамики* (это *первый постулат Бора*), согласно которому электроны в атоме, двигаясь по стационарным орбитам, *вопреки законам классической электродинамики, не излучает энергию*. В справедливости этого постулата Бора убеждало еще и то, что *частоты электромагнитных волн, испускаемых атомом, не совпадали с частотами вращения атомного электрона по своим орбитам*, которые, как нетрудно доказать, обратно пропорциональны n , а не n^2 .

32. Оставалось сделать последний шаг. Он был достаточно очевиден. Так как энергия атома в двух состояниях, когда в одном из

них электрон находится на орбите с номером $m > 1$, а в другом – на орбите с номером $n < m$, то *разность* ΔE_{nm} этих энергий оказывается равна $\Delta E_{nm} = hR \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right)$. Сравнив это выражение с формулой Ритца (5), было легко сделать вывод, что частота излучения, испускаемого атомом, связана не с энергией *какого-то одного* состояния атома, а с *разностью энергий* этого атома в двух различных состояниях:

$$\nu_{nm} = \frac{\Delta E_{nm}}{h}. \quad (6)$$

33. В этой формуле величина ΔE_{nm} есть *убыль* энергии атома, т.е. энергия, уносимая электромагнитной волной (или, согласно Эйнштейну, световым квантом – фотоном). При этом соотношение между частотой ν_{nm} этого фотона и его энергией ΔE_{nm} имеет в точности такой вид (только с индексами, конкретизирующими определенный фотон), который в свое время постулировал Планк: $\Delta E_{nm} = h\nu_{nm}$. На основании этого Бор принял следующий *постулат*: излучение или поглощение энергии атомом происходит квантами $h\nu_{nm}$ *только при переходе электрона с одной стационарной орбиты на другую*, причем $h\nu_{nm} = E_n - E_m$. (Заметим, что несколько позднее боровская теория атома водорода была уточнена А. Зоммерфельдом, который, во-первых, считал орбиты атомных электронов не круговыми, а *эллиптическими* и, во-вторых, учел предсказываемую специальной теорией относительности зависимость массы электрона от его скорости; в результате Зоммерфельд сумел объяснить *тонкую структуру* спектральных линий атома водорода. При этом правило квантования Бора $M_n = n\hbar$ оказалось применимым к системам не только с одной, но и со многими степенями свободы.) Итак, теория атома водорода, предложенная Бором, была *полуклассической*: параметры любой орбиты электрона вычислялись по законам *классической механики*, но из всех возможных подобных орбит *реализующимися* в атоме считались лишь те, которые удовлетворяли *правилу квантования* Бора.

34. Однако объяснить физическую природу своих постулатов, т.е. объяснить, *почему атомные электроны подчиняются именно этим правилам-постулатам*, а не законам классической механики, Бор не смог, да и не стремился к этому. Ему было вполне достаточно, что его постулаты «работают». Несмотря на это, за созданную теорию атома водорода (которую теперь преподают в школах) Бору была присуждена Нобелевская премия. (Заметим, к слову, что Бор и его молодые сотрудники – В. Гейзенберг, Х. Крамерс и другие – разработали новое философское течение, согласно которому мы даже не имеем права спрашивать, почему эти постулаты (а также и ряд

других, новых, явно неклассических законов) выполняются в явлениях микромира.)

35. Тем не менее, с этим утверждением Бора и его «школы» согласились не все физики. Некоторые из них продолжали размышлять над тем, как можно объяснить причину неклассического поведения микрочастиц. Одним из таких физиков был француз Луи де Бройль, которому в 1913 г. исполнился лишь 21 год. Анализируя идею Эйнштейна о корпускулярно-квантовой природе света, де Бройль, спустя 10 лет после разработки Бором своей теории, высказал *гипотезу*, что не только электромагнитные *волны* представляют собой поток *корпускул* (особых частиц) – фотонов, но и все обычные *частицы* – электроны, протоны, атомы и т.д. – обладают *волновыми* свойствами. При этом, используя известные соотношения специальной теории относительности, де Бройль вывел формулу, связывающую длину волны λ , соответствующую частице массой m , движущуюся со скоростью v : $\lambda = \frac{h}{mv}$, где h – все та же постоянная Планка. Многие физики сначала не восприняли гипотезу де Бройля всерьез, но через несколько лет (в 1927 г.) теория де Бройля получила экспериментальное подтверждение в опытах американских физиков К.Дж. Дэвиссона и Л.Х. Джеммера по дифракционному рассеянию электронов тонкими пленками и кристаллами.

Следует, однако, сказать, что еще в середине XIX в. были неортодоксальные мыслители, убежденные (на основании физических или философских взглядов) в тождестве частиц и волн. К примеру, немецкий барон Н. Деллинсгаузен отождествлял атомы со стоячими волнами, а движение частиц интерпретировал как колебательный процесс; аналогично, английский математик У.К. Клиффорд считал движение частиц проявлением волновых изменений кривизны пространства. Знал ли де Бройль об этих воззрениях?

36. Гипотеза де Бройля позволила объяснить принятое Бором правило квантования, выражающееся формулой $M_n = n\hbar = nh/2\pi$. Действительно, так как $M_n = mv_n r_n$ (где m – масса электрона) и, согласно формуле де Бройля, $mv_n = h/\lambda_n$, где λ_n – длина волны де Бройля, связанная с электроном, движущимся со скоростью v_n по n -ой орбите радиуса r_n , то $nh/2\pi = \hbar r_n/\lambda_n$, откуда следует, что $2\pi r_n = n\lambda_n$, где $2\pi r_n$ – длина круговой орбиты электрона. Таким образом, правило квантования Бора объясняется тем, что *на длине орбиты электрона должно укладываться целое число длин волн де Бройля* (в противном случае из-за интерференции «убегающая» и «догоняющая» части этой волны

будут гасить друг друга). Однако «электродинамический» постулат Бора по-прежнему остался не объясненным.

37. Решение одной проблемы породило другую. А именно, встал вопрос, какова *природа* волн де Бройля? Сначала де Бройль предполагал, что эти волны имеют электромагнитную природу. Но затем по ряду вполне веских причин (о которых мы здесь говорить не будем) он был вынужден отказаться от этой идеи. В результате вопрос о природе волн де Бройля «повис в воздухе».

38. Тем не менее, раз волны де Бройля существуют, о чем свидетельствует опыт, значит, должны быть уравнения, описывающие эти волны. В конце 1925 г. австрийский физик Э. Шредингер получил *«релятивистское»* дифференциальное уравнение второго порядка по времени и по координатам, решением которого была как раз волна, имеющая все свойства волн де Бройля. К своему уравнению Шредингер пришел, ассоциируя с электроном атома некоторую волну и отождествляя возможные собственные колебания этой волны (соответствующие «стоячему» состоянию волн) с устойчивыми энергетическими состояниями в атоме. В этом случае условие частот Бора $h\nu_{nm} = E_n - E_m$ было естественно связать с появлением *биений*, возникающих в системе нескольких взаимозависимых осцилляторов. С математической точки зрения эта идея сводилась к решению задачи о собственных значениях некоего дифференциального уравнения. В поисках подходящего уравнения Шредингер обратился к аналитической механике ирландского математика и физика У. Гамильтона, который еще в первой XIX в. установил формальную связь между классической механикой и геометрической оптикой и выявил математическую аналогию между этими двумя теориями. Также уже было известно, что геометрическая оптика является частным случаем волновой оптики в пределе бесконечно малых длин волн (это в 1911 г. доказал нидерландский физик П. Дебай). На основе этих соображений Шредингер решил *экстраполировать* аналогию между механикой и оптикой на частицы и связанные с ними волны де Бройля. А поскольку гипотеза де Бройля базировалась на положениях специальной теории относительности, то и Шредингер, естественно, использовал в своих рассуждениях релятивистский подход. За основу Шредингер взял известное неоднородное волновое уравнение для скалярного потенциала, в котором, однако, «источником» волнового поля нужно было считать частицу, создающую данное поле. После некоторых размышлений Шредингер представил «функцию источника» в этом уравнении в виде *произведения* коэффициента B , зависящего от свойств частицы, на

искомую «*волновую функцию*» ψ . И так как предполагалось, что искомое уравнение должно описывать не только заряженные, но и *нейтральные* частицы, то коэффициент B мог включать только один параметр частицы – ее массу m . Кроме того, в него должна была входить и постоянная Планка \hbar как характеристика квантовых свойств системы частица – волна. Используя, наконец, соображения размерности, Шредингер нашел, что $B = (mc/\hbar)^2$. Оставалось определить, как в уравнение должен входить член, описывающий взаимодействие *заряженной* частицы с внешним полем. Здесь Шредингер пошел на поводу у релятивистской электродинамики, посчитав, что потенциальную энергию частицы во внешнем поле нужно добавить как слагаемое в член, содержащий производную от волновой функции ψ по времени. В результате свое «релятивистское уравнение» Шредингер для электрона атома водорода записал в виде:

$$\Delta\psi + \left[\left(i \frac{\partial}{\partial t} + \frac{e^2}{\hbar c r} \right)^2 - \left(\frac{mc}{\hbar} \right)^2 \right] \psi = 0 \quad (7)$$

где $i = \sqrt{-1}$ – мнимая единица. Как мы видим, это уравнение содержит член с *первой производной от ψ по времени*. Но известно, что *вещественные* (т.е. не содержащие *мнимых* членов) уравнения второго порядка по координатам и первого порядка по времени описывают *диссипативные, необратимые* процессы типа *диффузии* и т.п. Поэтому, чтобы уравнение описывало не такие процессы, а недиссипативную, стационарную волну, Шредингер *был вынужден* добавить в слагаемое с $\partial\psi/\partial t$ множитель i . Однако, решив на основе этого уравнения задачу об энергетическом спектре атома водорода, Шредингер обнаружил, что оно (уравнение) неправильно описывает тонкую структуру этого спектра. Кроме того, оказалось, что волновая функция электрона в основном состоянии не обращается в ноль в точке, где находится ядро атома, так что это состояние, фактически, неустойчиво, поскольку для электрона существует возможность находиться внутри ядра, «упав» на него. На основании этого Шредингер *не опубликовал* это уравнение и полученное им его решение, что было ошибкой. Буквально вскоре *это же* уравнение было предложено сразу несколькими физиками – Клейном, Гордоном, Фоком и другими и получило название *уравнения Клейна – Гордона* (кратко К–Г).

39. Вместо своего «релятивистского» уравнения Шредингер решил найти *нерелятивистское* уравнение для волновой функции ψ . При этом он, как и прежде, основывался на идеях де Бройля и принципе Гамильтона, а также на аналогии с классическими волнами. Соображения, которые привели Шредингера к этому уравнению, никак нельзя назвать строгим *теоретическим выводом*.

Действительно, Шредингер в уравнении *классической механики* Гамильтона, которое в общем случае символически записывается в виде $H\left(q; \frac{\partial S}{\partial q}\right) = E$ (где H – так называемая *функция Гамильтона*, имеющая смысл энергии рассматриваемой механической системы, E – значение этой энергии, q – совокупность *обобщенных координат* данной системы, S – величина, называемая *действием* системы), чисто *формально* заменил действие S на $K \ln \psi$ и получил $H\left(q; \frac{\hbar}{\psi} \frac{\partial \psi}{\partial q}\right) = E$. Отсюда, используя явный вид классической функции Гамильтона для заряженной частицы, находящейся в кулоновском поле, а также выражение для длины волны де Бройля, Шредингер получил уравнение для волновой функции атомного электрона, которое он затем обобщил на произвольные потенциальные функции $V(\vec{r})$:

$$\left[-\frac{\hbar^2}{2m} \nabla^2 + V(\vec{r})\right] \psi(\vec{r}) = E \psi(\vec{r}). \quad (8)$$

Теперь это уравнение называют *стационарным уравнением Шредингера*. Совокупность решений данного уравнения, получающихся при заданных $V(\vec{r})$ и тех или иных *граничных условиях*, определяют вид волновых функций $\psi_n(\vec{r})$, описывающих возможные в данной системе *стационарные состояния*, а соответствующие им «*собственные*» значения E_n определяют энергию системы в этих состояниях.

40. Шредингер применил свое уравнение (8) к атому водорода и получил правильный вид энергетического спектра этого атома (он совпал с тем, что нашел Бор), а также явный вид волновых функций электрона, находящегося в каком-либо из своих стационарных состояний. Эти волновые функции показывали, что волна $\psi = \psi_{nlm}(\vec{r})$, связанная с электроном (т.е., как считал Шредингер, волна де Бройля), распределена по всему пространству вокруг атомного ядра, но конкретный вид этого распределения в атоме водорода зависит от значений трех «квантовых чисел» – главного $n = 1, 2, 3, \dots$, орбитального $l = 0, 1, \dots, n - 1$ и магнитного $m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots, \pm l$, определяющих то или иное стационарное состояние электрона, т.е. это распределение разное у разных стационарных состояний. При этом подтверждался вывод де Бройля о том, что на некоторой «усредненной» для того или иного распределения траектории укладывается целое число также «усредненных» длин волн де Бройля. Важным следствием решения уравнения Шредингера для атома водорода было то, что решение уравнения Шредингера позволило объяснить многие оптические эффекты, возникающие при взаимодействии излучения с атомами водорода (и другими атомами).

41. Но на этом Шредингер, конечно, не остановился. Ему нужно было получить и *нестационарное* уравнение для волновой функции ψ . Для этого он обратил внимание на то, что собственное значение E , входящее в уравнение (8), меняется при переходе из одного стационарного состояния в другое. Поэтому оно не может входить в «собственно волновое», т.е. содержащее *производную по времени*, уравнение, которое должно определять пространственно-временное поведение волновой функции. Предположив, что в *стационарном* состоянии с энергией E волновая функция зависит от времени по гармоническому закону, т.е. в этом состоянии $\psi(\vec{r}, t) = \psi(\vec{r}) \exp[i(E/\hbar)t]$, Шредингер из (8) получил уравнение

$$i\hbar \frac{\partial \psi(\vec{r}, t)}{\partial t} = \left[-\frac{\hbar^2}{2m} \nabla^2 + V(\vec{r}) \right] \psi(\vec{r}, t), \quad (9)$$

которое назвали *нестационарным уравнением Шредингера*. Это же уравнение (9) можно получить и из уравнения К–Г при условии малости второй производной по времени $\partial^2 \psi / \partial t^2$. В отличие от обычного волнового уравнения, нестационарное дифференциальное уравнение Шредингера имеет первый порядок по времени и второй порядок по координатам. Кроме того, член с производной по времени имеет в качестве множителя *мнимую единицу* i , причина появления которого та же, что и в уравнении (7).

Таким образом, как и в случае уравнения (8), способ, которым Шредингер пришел к уравнению (8), *не является теоретическим выводом*. Поэтому можно считать, что уравнения (8) и (9), на которых основана вся *нерелятивистская* квантовая теория, являются *постулатами* этой теории.

42. Шредингер сформулировал *правила*, по которым можно «сконструировать» уравнение, описывающее любую нерелятивистскую квантовую систему. Если *классическая* функция Гамильтона H данной системы как функция координат \vec{r} и импульсов \vec{p} ее частиц имеет вид $H(\vec{r}, \vec{p})$, то искомое уравнение получается *формальной заменой* в равенстве $E = H(\vec{r}, \vec{p})$, где E – полная энергия системы, величины E на произведение $i\hbar \frac{\partial \psi(\vec{r}, t)}{\partial t}$, и декартовых проекций импульсов p_k каждой из частиц системы на $-i\hbar \frac{\partial \psi(\vec{r}, t)}{\partial x_k}$. Эти правила обосновываются *только тем*, что их применение позволяет получать уравнения, решения которых *подтверждаются на опыте*. Т.е. *почему* эти правила, связывающие *классическую механику* и квантовую теорию, должны быть именно такими, мы не знаем. Но знаем, что эти правила «работают».

43. Однако по-прежнему оставалось непонятным, какова физическая природа волны, описываемой волновой функцией. Сначала Шредингер предположил, что электрический заряд частиц, в частности, электрона, «размазан» по пространству с некоторой плотностью $\rho_e(\vec{r}, t)$, пропорциональной квадрату модуля волновой функции: $\rho_e = e|\psi|^2 = e\psi\psi^*$. Тогда ρ_e и величина $\vec{j} = -\frac{ie\hbar}{2m}(\psi^*\nabla\psi - \psi\nabla\psi^*)$, имеющая размерность Кл·м/с, будут удовлетворять, как следует из нестационарного уравнения Шредингера, *уравнению неразрывности*: $\frac{\partial \rho}{\partial t} + \text{div} \vec{j} = 0$. Поэтому величине \vec{j} можно придать физический смысл *плотности электрического тока*. Вычислив затем на основании полученных ранее выражений для *стационарных* волновых функций $\psi_{nlm}(\vec{r})$ атома водорода компоненты вектора \vec{j} в сферической системе координат, Шредингер нашел, что радиальная j_r и «меридиональная» j_ϑ проекции этого вектора равны нулю, а «широтная», или азимутальная проекция j_φ *не зависит от времени*: $j_\varphi(r, \vartheta, \varphi) = -\frac{e\hbar m}{m_e r \sin \vartheta} |\psi_{nlm}(\vec{r})|^2$, где m – магнитное квантовое число, m_e – масса электрона, ϑ и φ – полярный и азимутальный углы. Отсюда следовал важный вывод: движение «размазанного» электрона в атоме водорода (и электронов в любом другом атоме), находящегося в *стационарном состоянии*, представляет собой *замкнутый стационарный ток*, который, как известно, *не излучает волн во внешнее пространство*. На основании этого Шредингер заявил, что «отсутствие излучения [атомов] в стационарных состояниях нашло простое объяснение» и, кроме того, теперь «можно говорить о *возвращении к электростатической и магнитостатической модели атома*». На основании своей теории Шредингер также объяснил, почему атомы излучают волны с частотой, равной *разности* энергий стационарных состояний, и разработал метод вычисления интенсивности и поляризации испускаемых атомом электромагнитных волн.

44. Итак, Шредингер считал, что волновая функция описывает реально существующий и непрерывно распределенный в пространстве *материальный объект* – волну, связанную с электрическим зарядом частицы. Однако эта идея Шредингера столкнулась с серьезными проблемами. Во-первых, оказалось, что волны, точнее, «волновые пакеты», соответствующие *свободным* частицам, с течением времени довольно быстро *расплываются*, так что частица и ее заряд теряют свою компактность и, следовательно, частица перестает быть «частицей» в обычном понимании. Во-вторых, в случае многочастичных систем, например, в случае атома гелия, имеющего не один, а два электрона, волновая функция ψ

определяется не в *реальном* трехмерном пространстве, а в *абстрактном* 6-мерном (в общем случае – в многомерном) пространстве, что никак не стыкуется с представлением об электрическом заряде, распределенном в *обычном пространстве*. Наконец, оказалось, что волновая функция в общем случае является *комплексной*, т.е. содержит неустраняемую мнимую часть. Поэтому Бор и другие физики вынудили Шредингера отказаться от его толкования физического смысла функции ψ .

45. Таким образом, стремление Шредингера дать «наглядную» интерпретацию волновой функции не увенчалось успехом. К сожалению, отрицание этой интерпретации привело и к отрицанию физически понятного шредингеровского объяснения отсутствия излучения атомов в их стационарных состояниях. В 1925 г. немецкий физик В. Гейзенберг пришел к выводу о *необходимости отказаться в квантовой теории от каких-либо наглядных модельных представлений*. Он предложил заменить «ненаблюдаемые» электронные орбиты характеристиками, *наблюдаемыми спектроскопически*, и стремился сформулировать *формальные* условия того, как по наблюдаемым характеристикам состояний атомов находить *вероятности перехода* из одного состояния в другое. Немецкий физик М. Борн (из той же компании, что и Бор, Гейзенберг и другие) обратил внимание на то, что адекватным математическим аппаратом для выражения идей Гейзенберга может служить *матричное исчисление*. В результате Борн, Гейзенберг и П. Иордан разработали так называемую *матричную механику* – математическую теорию, основанную на алгебраических свойствах матриц. Однако оказалось (это математически строго доказал Шредингер), что матричная механика Гейзенберга и волновая теория Шредингера – это не две не зависимые и различные системы описания атомных явлений, а просто *различные математические представления* единой квантовой теории, которая, по словам американского физика У. Лэмба, «обеспечила нас удивительным набором *правил расчета* определенных физических свойств вещества».

46. Вместо этого М. Борн во все том же 1926 г. предложил так называемую *статистическую интерпретацию* волновой функции, согласно которой волновая функция *не описывает никакое материальное поле*, а имеет лишь *вероятностный смысл*: квадрат ее модуля равен вероятности обнаружить частицу (электрон и т.п.) в определенной точке пространства. К этой интерпретации Борн пришел под влиянием представления Эйнштейна о соотношении между *волновым* электромагнитным полем и световыми *корпускулами*-фотонами. Как

считал Борн, электромагнитное волновое поле *направляет* корпускулярные световые кванты по их пути в том же смысле, как квадраты волновых амплитуд (т.е. интенсивности) задают *вероятность присутствия* световых квантов в той или иной точке пространства, или, иными словами, *плотность* фотонов. На основе этого Борн счел естественным распространить эти представления и на остальные частицы, утверждая, что «поскольку интенсивность световых волн является мерой плотности световых квантов, то почти само собой разумеется, что $|\psi|^2$ является *плотностью вероятности частиц*». Эта интерпретация была принята большинством других физиков – но не Эйнштейном – и здравствует до сих пор (хотя до сих пор находятся люди, категорически с ней не согласные, и число таких людей потихоньку растет).

Тем не менее, следует сказать, что для Борна так определяемая им «вероятность» была не просто математической абстракцией, это было нечто, наделенное физической реальностью, поскольку она вместе с волновой функцией менялась во времени и пространстве в соответствии с уравнением Шредингера. Однако, с другой стороны, определяющая ее волновая функция принципиально отличалась от обычных физических величин тем, что не переносила ни энергии, ни импульса (напомним, что в классической физике, в том числе в механике и электродинамике, физически *реальным* признавалось только то, что переносило энергию и/или импульс). Таким образом, в интерпретации Борна волновая функция приобрела характер какой-то «*реальности промежуточного типа*», или *виртуальной реальности*.

Позднее Борн попытался дать вероятностной интерпретации волновой функции более строгое логическое обоснование, связав ее с классической физикой, однако ему это не удалось.

47. Следует подчеркнуть, что понятие вероятности в борновской интерпретации отличается от классического понятия, используемого, например, в кинетической теории газов. Действительно, если на волновое поле ψ_1 с плотностью вероятности $P_1 = |\psi_1|^2$ накладывается волновое поле ψ_2 с плотностью вероятности $P_2 = |\psi_2|^2$, то плотность вероятности суммарного поля $\psi = \psi_1 + \psi_2$ не будет равна $P_1 + P_2$, как это следовало бы из классического понятия вероятности, а составит $P_1 + P_2 + \psi_1\psi_2^* + \psi_1^*\psi_2$, где звездочка означает комплексное сопряжение, а два последних «интерференционных» члена, вообще говоря, не равны нулю. Заметим, что из-за наличия именно этих членов квантовые явления принципиально отличаются от классических.

48. У де Бройля же была несколько иная идея. Он, как и в начале Шредингер, считал «свою» волну материальной. Более того, он полагал, что именно эта волна направляет движение частицы, т.е. является своего рода «пилотом» для частицы. Он так и назвал ее: «*волна-пилот*». Однако де Бройль считал, что частица и связанная с ней волна должны описываться таким *линейным* уравнением, решение $u(\vec{r}, t)$ которого представляло бы сумму *сингулярного* члена $u_0(\vec{r}, t)$, описывающего «*корпускулу*», и *регулярного*, описывающего непосредственно *волну*, члена $v(\vec{r}, t)$, математические свойства которого в основном те же самые, что и у обычной волновой функции ψ : $u = u_0 + v$. Таким образом, волна u , по сути, описывает *корпускулярно-волновой дуализм* частиц. При этом функции u_0 и v , по идее де Бройля, не являются совершенно независимыми, а связаны между собой условием *совпадения фаз* (постулат управления де Бройля). Из-за наличия такой взаимосвязи сингулярной и регулярной волн де Бройль назвал свою теорию, которую он разработал в 1925–1927 гг., *теорией двойного решения*. В ней он сумел не только доказать существование таких «*двойных решений*», но и найти некоторые из них. В частности де Бройль, предполагая, что волновая функция ψ имеет электромагнитную природу и поэтому используя в качестве исходного известное выражение для электрического потенциала *покоящейся* заряженной точечной частицы, с помощью преобразований Лоренца нашел, что волновая функция такой, но равномерно *движущейся* вдоль оси Ox со скоростью v частицы массой m_e , имеет вид *плоской волны*, точка сингулярности которой движется со скоростью частицы, а амплитуда медленно убывает по мере роста расстояния от частицы:

$$\psi(x, \rho, t) = \frac{C}{\sqrt{(x - vt)^2 + (1 - \beta^2)\rho^2}} \exp \left[i\omega_0 \left(\frac{t - \frac{vx}{c^2}}{\sqrt{1 - \beta^2}} \right) \right],$$

где $\beta = v/c$, ρ – радиальная координата, $\omega_0 = m_e c^2 / \hbar$, C – некоторая константа. При этом оказалось, что данная функция удовлетворяет уравнению К–Г для свободной частицы.

49. Примерно в то же время немецкий физик Э. Маделунг предложил новую, не вероятностную, как у Борна, а *гидродинамическую интерпретацию* квантовой механики. Он заметил, что уравнение Шредингера можно преобразовать к такой форме, согласно которой волновую функцию ψ можно связать с *течением фиктивной жидкости*, плотность которой определяется величиной $P = |\psi|^2$, а скорость течения – определенной функцией фазы волны S . А именно, поскольку функция – комплексная, то ее можно представить в виде

$\psi = R \exp(iS/\hbar)$, где R и S – вещественные функции. Тогда нестационарное уравнение Шредингера сводится к системе двух уравнений:

$$\frac{\partial P}{\partial t} + \frac{1}{m_e} \nabla(P \cdot \nabla S) = 0, \quad \frac{\partial P}{\partial t} + \frac{1}{2m_e} (\nabla S)^2 + [V(\vec{r}) + U(\vec{r}, t)] = 0, \quad (10)$$

где $P = R^2$ и

$$V(\vec{r}) = -\frac{\hbar^2}{4m_e} \left[\frac{\nabla^2 P}{P} - \frac{1}{2} \frac{(\nabla P)^2}{P^2} \right] = -\frac{\hbar^2}{2m_e} \frac{\nabla^2 R}{R}. \quad (11)$$

Если отождествить величину $\nabla S/m$ с вектором скорости частицы \vec{v} , то первое из уравнений (10) приобретает смысл уравнения неразрывности. Тогда величину $P(\vec{r}, t)$ можно рассматривать как плотность «квантовой жидкости», сопоставляемой частице. Второе из уравнений (10) напоминает уравнение Бернулли для жидкости, текущей во внешнем потенциальном поле $V(\vec{r}) + U(\vec{r}, t)$, где $V(\vec{r})$ – классический потенциал *реального* поля. Но тогда величине $U(\vec{r}, t)$ можно придать смысл «*квантового*» *потенциала*. При этом функция $R(\vec{r})$ (или $P(\vec{r})$) не является совершенно произвольной, она связана с $S(\vec{r})$ первым из уравнений (10). Таким образом, величины $P(\vec{r})$ и $S(\vec{r})$ взаимно определяют друг друга. Это значит, что движение частицы определяется волной, на характер которой, в свою очередь, влияет частица. В результате уравнение движения частицы при наличии «классического» $V(\vec{r})$ и «квантового» $V(\vec{r})$ потенциалов принимает вид:

$$m_e \frac{d^2 \vec{r}}{dt^2} = -\nabla \left[V(\vec{r}) - \frac{\hbar^2}{2m_e} \frac{\nabla^2 R}{R} \right].$$

50. О своей идее «двойного решения», правда, в упрощенном варианте «волны-пилота», в котором постулировалось независимое существование частиц и они не рассматривались как сингулярности волнового поля, де Бройль рассказал в 1927 г. на Сольвеевском конгрессе, где собрались самые известные физики того времени – Бор, Борн, их последователи – Гейзенберг, Йордан, ..., Лоренц, Эйнштейн и другие. Это было ошибкой де Бройля. «Людей Бора» там было большинство, и все они были очень агрессивно настроены по отношению к чужим идеям. В рамках модели «волны-пилота» де Бройль не сумел убедительно обосновать свою основную идею, тем более, что она (как и подход Маделунга) столкнулась с той же проблемой, что и гипотеза Шредингера: было совершенно не ясно, как, не потеряв предполагаемой физической *реальности* волны-пилота, управляющей движением *одной* частицы, обобщить описывающую ее *математическую модель* на систему *нескольких* частиц. Поэтому де Бройль не нашел (и не мог найти в этой аудитории) ни понимания, ни поддержки; даже Эйнштейн, отрицательно

относившийся к идеям Бора и Борна, не считал нужным явно поддержать де Бройля. В то же время Борн и Гейзенберг, а также Шредингер очень подробно рассказали об успехах и матричного, и волнового вариантов квантовой теории. Первые два из них при этом заявили, что «квантовая механика является полной теорией, а ее основные физические и математические гипотезы *больше не нуждаются в какой-либо модификации*».

51. Де Бройль был крайне разочарован. Он не забыл свою идею, но, чтобы не идти против абсолютного большинства молодых и «зубастых» физиков и оставаться уважаемым профессором в своем университете, был вынужден долгие годы делать вид, что согласен с интерпретацией Бора. Он даже «честно» убеждал в истинности этой интерпретации своих студентов. Но спустя более четверти века, в 1953 г., американский физик Д. Бом выдвинул практически ту же идею, что и ранее де Бройль, и не только выдвинул, но и обосновал ее рядом аргументов, а также независимо от Маделунга (о работах которого Бом не знал) на основе уравнения Шредингера (в истинности которого никто не сомневался) вывел ту же систему уравнений (10), (11), описывающую как частицу и связанную с ней волну, так и механизм взаимного влияния этой волны и частицы друг на друга. После работы Бома де Бройль вернулся к своим старым идеям и даже, чтобы обосновать принцип интерференции, являющийся одной из основ его теории двойного решения, выдвинул гипотезу о существовании эфира как *субквантовой среды*, характеризующейся некоторой *температурой* и являющейся гигантским *резервуаром энергии*, в котором частицы квантового уровня подвержены непрерывающимся флуктуациям.

Вслед за статьей Бома стали появляться и другие интерпретации квантовой теории; теперь их насчитывается более десятка. Среди них есть весьма экзотические, например, *многомировая* интерпретация Эверетта, предполагающая сосуществование множества «параллельных» Вселенных, между которыми все тела – и мы тоже – «прыгают», переходя из одного квантового состояния в другое.

52. А теперь вернемся в первую треть XX столетия. В 1927 г. Гейзенберг, развивая свою идею о «ненаблюдаемости» электронных орбит, сформулировал принцип, согласно которому реальный смысл имеют только те физические величины, для измерения которых существует определенный способ, или рецепт, измерения. Дело в том, что в классической физике теоретически предполагалась возможность осуществления, хотя бы в принципе, полной независимости физических процессов от условий их наблюдения.

Гейзенберг же на разных примерах показал, что в микромире это не так, т.е. результаты измерений зависят от *способа* измерения, причем *прибор всегда в той или иной мере влияет на измеряемый объект*. Например, при попытке определить местоположение электрона мы освещаем его светом, и чем точнее мы хотим найти положение этого электрона, тем меньше должна быть у света длина волны. Но тогда тем больше будет импульс, передаваемый наблюдаемому электрону световыми квантами, что приводит к изменению первоначального импульса этого электрона. В результате анализа различных способов измерений Гейзенберг пришел к выводу, что мы не можем измерить *в одном и том же опыте* координату x_k и соответствующую ей проекцию импульса p_k частицы точнее, чем с неопределенностями Δx_k и Δp_k такими, что $\Delta x_k \Delta p_k \geq \hbar$. Это неравенство, как и аналогичные ему неравенства для неопределенностей угла поворота частицы вокруг некоторой оси и проекции момента импульса на ту же ось, а также для неопределенности в измеренном значении энергии системы и длительностью этого измерения, стали называть *соотношениями неопределенностей Гейзенберга*. Они сыграли существенную роль в интерпретации закономерностей поведения микрообъектов и в построении квантовой теории.

53. Итак, уравнения Шредингера были *нерелятивистскими*, т.е. *не были инвариантны относительно преобразований Лоренца*. И хотя уравнение Клейна – Гордона (7) такой инвариантностью обладало, физики считали его «дефектным», поскольку оно, как было сказано выше, неверно описывало спектр атома водорода. Кроме того, оказалось, что функцию ψ , являющейся решением этого уравнения, нельзя интерпретировать как величину, прямо связанную с плотностью электрического заряда частицы ρ и плотностью тока \vec{j} , как это ранее предполагал Шредингер. Действительно, эти величины, как следует из уравнения К – Г, по-прежнему (т.е. как и в случае решений уравнения Шредингера) оказываются связаны *уравнением неразрывности*: $\frac{\partial \rho}{\partial t} + \text{div} \vec{j} = 0$. Но тогда, как показали расчеты, основанные на решениях этого уравнения, знак функции $\rho(\vec{r}, t)$ в разных областях пространства может быть разным. Это означало бы, например, что электрон, попав в другую область пространства, вдруг стал положительно заряженной частицей. (Заметим, однако, что определенная *модификация* уравнения К – Г, предложенная автором в работе [54], позволяет избавиться и от этой трудности, и от трудности, связанной с «падением» электрона на ядро. Что же касается многочастичной волновой функции как функции,

определяемой в абстрактном многомерном пространстве, то, следуя идеям Маделунга и Бома, ее, по-видимому, нужно считать определенной *суперпозицией* одночастичных волновых функций, задаваемых в обычном трехмерном пространстве; подробнее об этом см. п. 6.3. работы [55].)

54. Еще в начале XX столетия из анализа оптических спектров щелочных металлов выяснилось, что большинство энергетических уровней атомов этих металлов состоят из *двух* подуровней. В 1919 г. российский физик Д.С. Рождественский высказал предположение, что причиной этого может быть изменение *магнитной энергии* атома. В 1922 г. немецкие физики О. Штерн и В. Герлах на опыте установили наличие у атомов магнитного момента и доказали его *пространственное квантование*, т.е. дискретность его направления относительно внешнего магнитного поля. В 1924 г. для объяснения *сверхтонкой* структуры спектральных линий атомов немецкий физик В. Паули предположил, что атомные ядра обладают магнитным моментом, а значит, вращаются, т.е. обладают определенным *моментом импульса*. Для объяснения наблюдаемой структуры спектров атомов щелочных металлов американские физики С. Гаудсмит и Дж. Уленбек в 1925 г. высказали предположение о наличии у *электрона момента импульса*, названного *спином* этой частицы, обусловленного, грубо говоря, вращением электрона вокруг собственной оси, и являющегося причиной существования у данной частицы определенного *магнитного момента*. При этом, как следовало из опытов, из-за пространственного квантования возможны всего *две* ориентации магнитного момента электрона — по направлению внешнего магнитного поля и против него. Из измерений спектров атомов было установлено, что магнитный момент электрона $\mu_B = \hbar e / 2m_e c$. На основании этого был рассчитан момент импульса электрона в предположении, что электрон представляет собой небольшой заряженный шарик с радиусом $r_e = \hbar / m_e c \approx 3,86 \cdot 10^{-11}$ см. Однако оказалось, что в этом случае линейная скорость точек на «экваторе» этого шарика должна значительно превышать скорость света, что противоречит положениям специальной теории относительности. Поэтому такая, *классическая* модель спина была отброшена, и с тех пор считается, что *спин частиц является чисто квантовым явлением* и не может быть объяснен с классической точки зрения. Тем не менее, на основании формулы для μ_B электрону было приписано *полуцелое* значение спина $\hbar/2$ (к таким частицам относятся, помимо электронов, мюоны, протоны, нейтроны, нейтрино и ряд других частиц).

55. В 1925 г. Паули, на основе анализа спектров разных атомов, в которых отсутствовали те или иные линии, наличие которых следовало из элементарной теории атомов, сформулировал так называемый *принцип запрета*, согласно которому две одинаковые частицы с *полуцелыми спинами* (например, два электрона) не могут находиться в одном квантовом состоянии. Т.е., применительно к атому водорода, в его каждом стационарном состоянии, характеризуемом определенной уже не тройкой, а *четверкой* квантовых чисел n, l, m, s , где $s = 1/2$ – спиновое квантовое число, может быть только *один* электрон. Этот принцип позволил Паули объяснить структуру электронных оболочек сложных (многоэлектронных) атомов. Кроме этого, Паули совместно с итальянским физиком Э. Ферми ввел представление о так называемом *вырожденном* электронном газе в металлах, когда N свободных электронов металла занимают $N/2$ его нижних энергетических уровней – по два электрона с проекциями спина $s = +1/2$ и $s = -1/2$ на каждом уровне.

56. В 1927 г. американский физик Л.Х. Томас, основываясь на модели Паули о вырожденном электронном газе в металлах, предположил, что такое же *вырождение* имеет место и в многоэлектронных атомах, предложил так называемую *статистическую модель атома* [56]. Однако, в отличие от металлов, он стал рассматривать электроны в атоме как не свободные, а *взаимодействующие* друг с другом частицы. При этом для простоты Томас предположил, что влияние на один (любой) электрон определяется потенциалом $V_e(\vec{r})$, создаваемым общим для всех электронов «электронным облаком» с плотностью заряда $\rho(\vec{r}')$: $V_e(\vec{r}) = -e \int \frac{\rho(\vec{r}')}{|\vec{r} - \vec{r}'|} d\vec{r}'$. Используя, далее, выражение для $\rho(\vec{r})$, полученное на основании модели Паули, $\rho = A(V - V_0)^{3/2}$ (где A – константа, $V_0 = e(Z - N)/r_0$, Ze – заряд атомного ядра, N – число электронов в атоме или ионе, r_0 – радиус атома, который определяется из условия $\rho(r_0) = 0$) и учитывая, что V и ρ связаны также *уравнением Пуассона* $\nabla^2(V - V_0) = 4\pi e\rho$, было получено обыкновенное нелинейное дифференциальное уравнение второго порядка – *уравнение Томаса – Ферми*:

$$\frac{d^2}{dr^2} [r(V - V_0)] = \frac{4\pi\sigma_0 e}{r^{1/2}} [r(V - V_0)]^{3/2},$$

которое, после введения *безразмерных* переменных $x = r/\mu$ и $\phi(x) = r(V - V_0)/Ze$ (где μ – известная константа), записывается в безразмерной (*автомодельной*) форме: $\phi''_{xx} = \phi^{3/2}/x^{1/2}$. Эта модель впоследствии была развита Ферми и другими физиками и

используется в настоящее время, в частности, в расчетах процессов, происходящих при высоких давлениях в высокотемпературных средах.

57. Несмотря на эти достижения, была нужна последовательная *квантовая* теория, которая объяснила бы природу спина частиц и позволила бы вычислять вклад спиновых эффектов в разных квантовых явлениях. Но ни гипотеза де Бройля, ни уравнения Шредингера и Клейна – Гордона не подходили для этого. В 1927 г. все тот же Паули, основываясь на существовании всего двух возможных ориентаций магнитного момента электрона, а значит, и его спина, относительно внешнего поля, предложил описывать два соответствующих состояния электрона *двумя отдельными независимыми* волновыми функциями ψ_+ и ψ_- , а *общую* волновую функцию электрона ψ (как суперпозицию этих состояний) представлять в виде *матрицы-столбца*: $\psi = \begin{pmatrix} \psi_+ \\ \psi_- \end{pmatrix}$. Введя, далее, четыре особые матрицы 2×2 , называемые теперь *матрицами Паули*, Паули сумел *обобщить* нерелятивистское уравнение Шредингера так, чтобы оно описывало различные спиновые состояния частиц, сформулировав так называемое *уравнение Паули*. Заметим, что, несмотря на не-состоятельность в квантовой механике представления об электроне как вращающемся шарике, матрицы Паули имеют простой геометрический смысл: через них в *классической механике* можно выразить матрицы элементарных поворотов вокруг разных осей, о чем подробно рассказано в книге [57].

58. Однако уравнение Паули было *нерелятивистским*. Тем не менее, идея о возможности *матричного* представления волновой функции частиц со спином и *матричной* записи соответствующего уравнения оказалась весьма кстати. Дело в том, что, например, в основу «вывода» релятивистского уравнения К – Г было положено релятивистски инвариантное выражение для функции Гамильтона H (имеющей физический смысл энергии), которое в случае *свободной* частицы массы m имеет вид: $H = \sqrt{m^2 c^4 + p^2 c^2}$, где p – импульс частицы. При этом уравнение К – Г формально получалось отсюда возведением обеих частей данного равенства в квадрат и указанных выше формальных замен обозначений энергии и импульса на, соответственно, производную по времени и оператор «набла», действующих на волновую функцию ψ . В 1928 г. английский физик П. Дирак решил не возводить в квадрат радикал, а, используя идею Паули, «извлечь корень» с помощью *матриц*, представив этот радикал следующим образом:

$$\sqrt{m^2 c^4 + p^2 c^2} = c \sum_{k=0}^3 \alpha_k p_k,$$

где α_k – четыре искомые матрицы, $p_0 = mc$, $p_1 = p_x$, $p_2 = p_y$, $p_3 = p_z$, $p^2 = p_x^2 + p_y^2 + p_z^2$. Тогда, возведя обе части равенства в квадрат и учитывая алгебраические свойства матриц, Дирак нашел, что матрицы α_k – это матрицы 4×4 , диагональные квадратные блоки которых являются матрицами Паули. В результате Дирак пришел к системе из четырех связанных уравнений для *четырёхкомпонентной* волновой функции ψ . В краткой, символической форме эта система уравнений для частицы со спином, находящейся в электромагнитном поле (φ, \vec{A}) , записывается в виде:

$$\left[i\hbar \frac{\partial}{\partial t} - e\varphi + c \left(\vec{\alpha} \cdot \left(i\hbar \nabla + \frac{e}{c} \vec{A} \right) \right) - \alpha_0 mc^2 \right] \psi = 0, \quad (12)$$

где $\vec{\alpha}$ – матричный вектор, составленный из матриц α_1 , α_2 , α_3 ; ψ – *четырёхкомпонентная* матрица-столбец. Расчеты показали, что *уравнение Дирака* (12) инвариантно относительно преобразований Лоренца, т.е. это *релятивистское* уравнение. Из анализа решений этого уравнения для *свободной* частицы следует, что оно описывает, во-первых, два спиновых состояния частицы с *полуцелым спином*, соответствующие двум, равным $\pm \hbar/2$, *проекциям* спина на некоторое выделенное направление и, во-вторых, оно также описывает два аналогичных спиновых состояния так называемой *античастицы*, т.е. частицы, имеющей заряд, противоположный по знаку заряду соответствующей частицы (именно потому волновая функция ψ имеет не две, а *четыре* компоненты). Таким образом, теория Дирака *предсказала* существование античастиц. Кроме того, теория Дирака успешно *объяснила тонкую структуру* спектра атома водорода. (Заметим, что решение уравнения Дирака для свободной частицы можно представить в виде определенной суперпозиции решений системы уравнений Клейна – Гордона. При этом было выяснено, что неточное описание релятивистским уравнением К – Г тонкой структуры спектра атома водорода объясняется как раз отсутствием учета в этом уравнении спина электрона.) А в 1932 г. американский физик К.Д. Андерсон, исследуя потоки космических лучей, открыл первую из античастиц (по отношению к электрону) – *позитрон*. Это подтвердило теорию Дирака и ознаменовало ее несомненный успех. Однако и эта теория, в которой функции ψ по-прежнему придается лишь *вероятностный* смысл, не может объяснить, *почему* электрон, находясь на стационарной орбите в атоме, не излучает. Этот вопрос, по-видимому, остается открытым до сих пор.

На этом можно завершить рассказ о формировании квантовых представлений и развитии квантовой теории в первые десятилетия XX века.

* * *

59. Но как быть с вопросом об отсутствии излучения атомов, находящихся в стационарных состояниях? Решен ли он? К сожалению, автор этой статьи ответа не знает (те попытки решения данного вопроса, которые иногда появлялись в поле зрения автора, нельзя признать убедительными, но может быть, что такое решение давно найдено, но автор об этом ничего не знает). Если же этот вопрос все еще не решен, то, может быть, имеет смысл вернуться к идее Шредингера о «размазанном» электро́не (см. п. 43), определенным образом модифицировав ее?

Еще один возможный путь решения проблемы об отсутствии излучения – попытаться модифицировать электродинамику, считая электрон *точечным*. Именно таким путем пошел И.А. Шелаев – автор оригинальной, но мало кому известной теории, которая, возможно, заинтересует некоторых читателей. Выведенные на основе *принципа Гюйгенса* волновые уравнения этой теории, изложенной в книге [58], отличаются от стандартного уравнения Даламбера наличием не только второй, но и *первой производной по времени* от квадрата скалярного или векторного потенциала, что приводит, в частности, к *необратимости процессов излучения*. Так, в этой теории дифференциальное уравнение для скалярного потенциала, создаваемого зарядом e , имеет вид:

$$\Delta\varphi - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2} = \frac{1}{ec} \frac{\partial \varphi^2}{\partial t}.$$

Автор названной работы утверждает, что «полученные на основании этих уравнений электрическое и магнитное поля *точечного* движущегося заряда отвечают всем уравнениям Максвелла, если признать, что движение заряда поляризует окружающее его пространство, создавая в нем распределенные заряды и токи с плотностями $\rho_h = -\frac{1}{2\pi c} \frac{\partial \sigma}{\partial t}$, $\vec{j}_h = -\frac{1}{2\pi c} \frac{\partial \vec{\sigma}}{\partial t}$, где $\sigma = \frac{e}{r^2}$, $\vec{\sigma} = \sigma \vec{l}$, r – расстояние от заряда, \vec{l} – единичный вектор в направлении движения заряда. ... Но так обстоит дело только с *точечным* зарядом. В случае *протяженных* систем движущихся зарядов или систем, замкнутых на себя, заряды и токи, взаимно компенсируясь, *исчезают*». Одной из ряда задач, рассмотренных автором этой теории, является задача об излучении вращающегося заряда, фактически моделирующая электрон атома водорода. В результате ее решения оказалось, что (цитата) «распределение собственного поля *точечного* заряда

оказывается таково, что в нем отсутствуют так называемые волновые поля, амплитуда которых уменьшается с расстоянием как $1/r$, уносящие электромагнитную энергию на сколь угодно большие расстояния от заряда. Этот результат диаметрально отличается от классического, ... , где движущийся с ускорением электрон всегда излучает энергию. ... С другой стороны, этот вывод отвечает постулату Бора о том, что существуют некоторые стационарные состояния атома, находясь в которых атом не излучает энергии. Возможно, *если данная теория верна*, это и есть долгожданное чисто классическое (поскольку оно не привлекает квантовых соображений) решение старой проблемы о причине справедливости первого постулата Бора. Во всяком случае, исследование на основе обычных или обобщенных, но *классических* уравнений электродинамики излучения *непрерывно распределенных в пространстве* (в частности, в атоме) произвольно движущихся или совершающих стационарные колебания зарядов представляется весьма важным.

Литература

1. *Андраде э Силва Ж.А., Лошак Ж.* Поля, частицы, кванты. – М.: Наука. – 1972. – 192 с.
2. *Бернштейн В.М.* Перспективы «возрождения» и развития электродинамики и теории гравитации Вебера. – М.: Ком Книга. – 2005. – 72 с.
3. *Блохинцев Д.И.* Основы квантовой механики. – М.: Наука. – 1976. – 664 с.
4. *Бам Д.* О возможности интерпретации квантовой теории на основе представления о «скрытых» параметрах. // Вопросы причинности в квантовой механике. – М.: ИИЛ. – 1955. – с. 34–64.
5. *Борн М.* Моя жизнь и взгляды. – М.: Прогресс. – 1973. – 176 с.
6. *Борн М.* Размышления и воспоминания физика. – М.: Наука. – 1977. – 280 с.
7. *Борн М.* Физика в жизни моего поколения. М.: ИИЛ. – 1963. – 536 с.
8. *Гааз А.* Волны материи и квантовая механика. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ». – 2010. – 168 с.
9. *Гейзенберг В.* Физические принципы квантовой теории. – Л-д-М.: ГТТИ. – 1932. – 144 с.
10. *Давыдов А.С.* Квантовая механика. – М.: Наука. – 1972. – 704 с.
11. *Данин Д.* Нильс Бор. – М.: Молодая гвардия. – 1978. – 562 с.
12. *Де Бройль Л.* Останется ли квантовая физика индетерминистической? // Вопросы причинности в квантовой механике. – М.: ИИЛ. – 1955. – с. 11–33.

13. *Де Бройль А.* По тропам науки. – М.: ИИЛ. – 1962. – 408 с.
14. *Де Бройль А.* Революция в физике. Новая физика и кванты. – М.: Атомиздат. – 1965. – 232 с.
15. *Джеммер М.* Эволюция понятий квантовой механики. – М.: Наука. – 1985. – 384 с.
16. *Дорфман Я.Г.* Всемирная история физики. С начала XIX до середины XX вв. – М.: Наука. – 1979. – 320 с.
17. *Ельяшевич М.А.* От возникновения квантовых представлений до становления квантовой механики. – УФН. – 1977. – т. 122. – вып. 4. – с. 673–717.
18. *Ельяшевич М.А.* Вклад Эйнштейна в развитие квантовых представлений. – УФН. – 1979. – т. 128. – вып. 3. – с. 503–536.
19. *Гордан П.* Гипотеза световых квантов. Ее развитие и современное состояние. – УФН. – 1930. – т. 30. – вып. 1. – с. 27–94.
20. *Клайн Б.* В поисках. Физики и квантовая теория. – М.: Атомиздат. – 1971. – 288 с.
21. *Клейн М.Д.* Эйнштейн и дуализм волны-частицы. // Эйнштейновский сборник. 1966. – М.: Наука. – 1966. – с. 212–258
22. *Клейн М.Д.* Первая работа Эйнштейна по квантам. // Эйнштейновский сборник. 1966. – М.: Наука. – 1966. – с. 259–283.
23. *Клейн М.Дж.* Макс Планк и начало квантовой теории. – УФН. – 1967. – т. 92. – вып. 4. – с. 679–700.
24. *Кляус Е.М., Франкфурт У.И., Френк А.М.* Нильс Бор. – М.: Наука. – 1977. – 384 с.
25. *Кляус Е.М., Франкфурт У.И.* Макс Планк. – М.: Наука. – 1980. – 392 с.
26. *Кожевников А.Б.* Эйнштейновская формула флуктуаций и корпускулярно-волновой дуализм. // Эйнштейновский сборник. 1986–1990. – М.: Наука. – 1990. – с. 102–124.
27. *Кудрявцев П.С.* История физики. Т. 3. – М.: Просвещение. – 1971. – 424 с.
28. *Лоренц Г.А.* Макс Планк и теория квантов. // Г.А. Лоренц. Старые и новые проблемы физики. – М.: Наука. – 1970. – с. 207–220.
29. *Лошак Ж.* Эволюция идей Луи де Бройля относительно интерпретации квантовой механики. // А. де Бройль. Соотношения неопределенностей Гейзенберга и вероятностная интерпретация волновой механики. – М.: Мир. – 1986. – с. 9–29.
30. *Льюис М.* История физики. – М.: Мир. – 1970. – 464 с.
31. *Мехра Дж.* Рождение квантовой механики. – УФН. – 1977. – т. 122. – вып. 4. – с. 719–744.

32. *Могилевский Д.И.* Эйнштейн и световые кванты: трудная дорога к открытию. – Вестник С-Пб ун-та. Физика и химия. – 2018. – т. 5(63). – вып. 2. – с. 138–148.
33. *Мур Р.* Нильс Бор – человек и ученый. – М.: Мир. – 1969. – 432 с.
34. *Пановский В., Филипп М.* Классическая электродинамика. – М.: Физматлит. – 1963. – 432 с.
35. *Паули В.* Физические очерки. – М.: Наука. – 1975. – 256 с.
36. *Планк М.* Избранные труды. – М.: Наука. – 1975. – 788 с.
37. *Полак А.С.* Людвиг Больцман. – М.: Наука. – 1987. – 208 с.
38. *Полак А.С.* Макс Планк и возникновение квантовой физики. // *Макс Планк. Избранные труды.* – М.: Наука. – 1975. – с. 685–734.
39. *Полак А.С.* Эрвин Шредингер и возникновение квантовой механики. // *Эрвин Шредингер. Избранные труды по квантовой механике.* – М.: Наука. – 1976. – с. 347–392.
40. *Пономарев А.И.* Под знаком кванта. – М.: Советская Россия. – 1984. – 352 с.
41. *Соколов А.А., Тернов П.М., Жуковский В.Ч.* Квантовая механика. – М.: Наука. – 1979. – 528 с.
42. *Соколов В.А.* К истории закона черного излучения (об исследованиях В.А. Михельсона). – УФН. – 1951. – т. 13. – вып. 2. – с. 275–283.
43. *Спаский Б.И.* История физики. Часть 2. – М.: Высшая школа. – 1977. – 312 с.
44. *Фок В.А.* Критика взглядов Бора на квантовую механику. – УФН. – 1951. – т. 45. – с. 3–14.
45. *Франкфурт У.И., Френк А.М.* Истоки теории излучения Эйнштейна. // *Эйнштейновский сборник. 1969–1970.* – М.: Наука. – 1970. – с. 270–300.
46. *Франкфурт У.И., Френк А.М.* У истоков квантовой теории. – М.: Наука. – 1975. – 168 с.
47. *Френкель Я.И.* На заре новой физики. – Л-д: Наука. – 1970. – 384 с.
48. *Хофманн Д.* Эрвин Шредингер. – М.: Мир. – 1987. – 94 с.
49. *Шпольский Э.В.* Атомная физика. В 2-х томах. – М.: Наука. – 1974.
50. *Шредингер Э.* Избранные труды по квантовой механике. – М.: Наука. – 1976. – 424 с.
51. *Шредингер Э.* Новые пути в физике. Статьи и речи. – М.: Наука. – 1971. – 428 с.
52. *Эйнштейн А.* Собрание научных трудов. Т. 3. Работы по кинетической теории, теории излучения и основам квантовой механики. – М.: Наука. – 1966. – 632 с.

53. Яноши А. Физические стороны проблемы волна-частица. // Вопросы причинности в квантовой механике. – М.: ИИЛ. – 1955. – с. 289–333
- Левич В.Г. Курс теоретической физики. Т. 1. – М.: Наука. – 1969. – 912 с.
54. Стрельченя В.М. Эффективная модификация уравнения Клейна – Гордона для частицы в потенциальном поле. – ДНА (Доклады независимых авторов). – Израиль. – 2020. – вып. 47. – с. 115–145.
55. Стрельченя В.М. Волна де Бройля и корпускулярно-волновой дуализм свободной скалярной частицы. – ДНА (Доклады независимых авторов). – Израиль. – 2020. – вып. 47. – с. 146–170.
56. Гамбош П. Статистическая теория атома и ее применения. – М.: ИИЛ. – 1951. – 398 с.
57. Голдстейн Г. Классическая механика. – М.: Физматгиз. – 1957. – 412 с.
58. Шелаев И.А. Введение в необратимую электродинамику. – Дубна. – 1999 г. – 288 с.

Серия: ФИЗИКА

Эткин В.А.

К теории единого поля

Аннотация

На основе закона сохранения энергии доказывается, что силовые поля порождены неравномерным распределением в пространстве материального носителя соответствующей формы энергии, а величина и знак силы определяется градиентом их плотности. Обосновано существование гравикинетической энергии как наиболее общей меры движения материи и найдены согласующиеся с концепцией близкодействия выражения законов Ньютона и Кулона, согласно которым между гравитационным и электромагнитным полями нет принципиальных различий в природе, знаке и величине сил. Сформулирован диалектический принцип «противодействия», утверждающий антисимметрию взаимного влияния разнородных сил и позволяющий получить максвеллоподобные уравнения процессов преобразования любых форм энергии. Сделан вывод о нематериальности силовых полей и несостоятельности деления материи на вещество и поле.

Содержание

1. Введение.
2. Развёрнутая форма закона сохранения энергии
3. Гравитационное поле и его гравикинетическая энергия
4. Электрокинетическое (магнитное) поле и его энергия
5. Принцип противодействия как отражение взаимосвязи силовых полей
6. Максвеллоподобные уравнения процессов энергопревращения
7. Единство природы силовых полей
8. Ретроспектива
9. Литература

1. Введение.

В классической физике прошлого и текущего столетий преобладает деление материи на вещество и поле. При этом под веществом понимается совокупность дискретных образований, обладающих массой покоя (атомы, молекулы, тела и т. д.), силовое же поле характеризуется как континуальная среда, имеющая нулевую массу покоя [1]. Между тем по мере развития квантово-механических представлений различие между веществом и полем постепенно стало исчезать: поля утратили свой непрерывный характер в связи с введением бозонов (частиц – носителей взаимодействия), а фермионы (частицы – носители материи) стали элементами соответствующих фундаментальных полей. Обнаружилась необходимость наделения массой также и бозонов. Вследствие такого расширения понятия поля деление материи на обладающую массой и «безмассовую» утратило свою эвристическую ценность. «Полевая» парадигма, сводящая всю физическую реальность к небольшому числу квантованных полей, стала главенствующей. Согласно «стандартной модели» строения вещества, каждому независимому параметру любой его частицы, удовлетворяющему закону сохранения, соответствует своё материальное поле, через которое осуществляется взаимодействие между ними. При этом утверждается, что поле обладает практически всеми атрибутами полноценной физической реальности, включая способность переносить энергию и импульс, кривизну, а в определенных условиях – обладать и эффективной массой.

Закономерен вопрос, каким образом строгое математическое определение понятия скалярного, векторного или тензорного поля как функции распределения каких-либо параметров в пространстве трансформировалось в философскую категорию *«разновидности материи»*? Как преобладающая часть материи Вселенной оказалась невещественной, а поле, напоминающее скорее рельеф местности, оказалось «бегущим», и «вращающимся» независимо от своего источника? Благодаря чему силовое поле из области пространства, в которой обнаруживаются какие-либо силы, стало обладателем и переносчиком энергии, и т. д., и т. п.? Чтобы получить нетривиальные ответы на эти вопросы, целесообразно начать их рассмотрение с позиций единственно надёжного источника – закона сохранения энергии, придав ему предварительно вид, справедливый для любых форм энергии (упорядоченных и неупорядоченных), любых систем (изолированных и неизолированных, простых и

сложных) и любых процессов (квазистатистических и нестатистических, релаксационных и направленных против равновесия).

2. Развёрнутая форма закона сохранения энергии

Казалось бы, вопрос о поле решается просто и строго на основе понятия энергии и законе её сохранения. Однако и в отношении этого понятия существует значительная неопределённость [2]. Известно, что термин «энергия» был введён в начале XIX Т. Юнгом как альтернатива антропоморфному понятию «живой силы» mv^2 Г. Лейбница. При этом под энергией понималась количественная мера движения, численно равная работе W , которая может быть совершена до полного исчезновения движения. Однако уже в середине XIX столетия не менее известный шотландский инженер-теоретик У. Ренкин ввёл «дополнительное» понятие «потенциальной энергии» $E^п$, определяемой взаимным расположением тяготеющих масс. Это потребовало введения ещё одного термина «кинетическая энергия» $E^к$ как её антипода (У.Томсон). Такое положение вполне устраивало физиков до тех пор, пока стало невозможным пренебрегать явлениями рассеяния энергии, связанными с превращением упорядоченных форм энергии в хаотическую (тепловую). В качестве меры последней основоположник термодинамики Р. Клаузиус предложил понятие «полной теплоты тела». Однако после ряда дискуссий предпочтение было отдано термину «внутренняя энергия» U , предложенному более авторитетным У. Томсоном.

Не будет преувеличением сказать, что именно введение понятия потенциальной энергии $E^п$, не связанной с движением, а затем и внутренней энергии U , не измеряемой величиной работы, явилось первопричиной того, что до сих пор «мы не можем сказать об энергии ничего сверх того, что существует нечто, остающееся неизменным» [3]. После доказательства Р. Клаузиусом «теоремы о вириале», согласно которой потенциальная энергия приобрела отрицательное значение, и в особенности после обнаружения неисчерпаемых запасов энергии...у пустоты (физического вакуума), выяснилось, что «физике сегодняшнего дня неизвестно, что такое энергия» [4].

В этих условиях имеет смысл вернуться к изначальному пониманию энергии как количественной меры всех форм движения (скрытого и явного) и перейти к рассмотрению изолированных систем, для которых и были сформулированы все известные законы сохранения. Такой подход не исключает, разумеется, возможности

рассмотрения отдельных макроскопических частей таких систем в качестве подсистем, для которых справедлива форма закона сохранения энергии, предложенная Н. Умовым (1873) [5]:

$$dU/dt + \oint j_n d\mathbf{f} = 0, \quad (1)$$

где j_n , Вт м⁻² – плотность потока через векторный элемент $d\mathbf{f}$ замкнутой поверхности неподвижной системы неизменного объёма V в направлении внешней нормали \mathbf{n} (рис. 1).

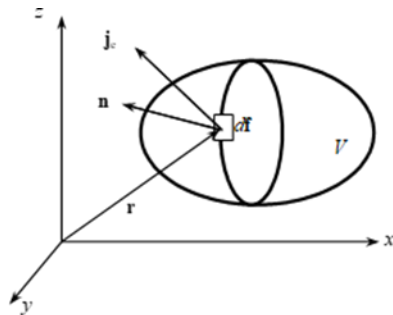


Рис. 1. Поток энергии
через границы системы.

Согласно заложенной в это уравнение концепции близкодействия, энергия U не просто исчезает в одних точках пространства и возникает в других, а переносится энергоносителями Θ_i (массой M , k -ми веществами в количестве N_k молей, их зарядами q_k , энтропией S_k , импульсами \mathbf{P}_k и т. д.) через границы системы. Такая форма закона сохранения энергии учитывает кинетику реальных процессов, не делая при этом никаких предположений относительно механизма переноса энергии и внутренней структуры системы, т. е. считая её сплошной средой.

Учтём теперь, что поток j_n складывается из потоков j_{ni} энергии i -го рода U_i , каждый из которых в свою очередь выражается произведением потока энергоносителя j_i на его потенциал ψ_i (удельную энергию), т. е. $j_{ni} = \psi_i j_i = \psi_i \varrho_i v_i$, где v_i – скорость переноса i -го энергоносителя через неподвижные границы системы, $\varrho_i = d\Theta_i/dV$ – его плотность. Тогда

$$j_n = \sum_i j_{ni} = \sum_i \psi_i j_i, \quad (2)$$

Воспользовавшись теоремой Гаусса-Остроградского, выражение (1) можно преобразовать к виду $dU/dt + \int \nabla \cdot j_n dV = 0$. Разложение $\nabla \cdot (\psi_i j_i)$ на независимые составляющие $\sum_i \psi_i \nabla \cdot j_i + \sum_i j_i \cdot \nabla \psi_i$ приводит закон сохранения энергии к виду:

$$dU/dt + \sum_i \int \psi_i \nabla \cdot j_i dV + \sum_i \int j_i \cdot \nabla \psi_i dV = 0, \quad (3)$$

Если вынести за знак интеграла некоторое среднее значение Ψ_i потенциала ψ_i и среднее значение $\mathbf{X}_i \equiv \bar{\nabla} \psi_i$ градиента потенциала $\nabla \psi_i$, уравнение (3) можно выразить через параметры системы в целом, как это принято в классической термодинамике:

$$dU/dt + \Sigma_i \Psi_i J_i + \Sigma_i \mathbf{X}_i \mathbf{J}_i = 0, \text{ (Вт)} \quad (4)$$

где $J_i = \int \nabla \cdot \mathbf{j}_i dV = \oint \mathbf{j}_i \cdot d\mathbf{f}$ – скалярный поток (расход) энергоносителя через границы системы; $\mathbf{J}_i = \int Q_i \mathbf{v}_i dV = \Theta_i \bar{\mathbf{v}}_i$ – внутренний «поток смещения» i -го энергоносителя в системе как целом (его внутренний импульс).

Более детальную картину происходящих в неоднородных системах процессов можно получить, разложив скорость \mathbf{v}_i на независимые поступательную \mathbf{w}_i и вращательную $\mathbf{u} = \hat{\mathbf{r}}_i \times \boldsymbol{\omega}_i$ составляющие

$$\mathbf{v}_i = \mathbf{w}_i + \hat{\mathbf{r}}_i \times \boldsymbol{\omega}_i, \quad (5)$$

где $\boldsymbol{\omega}_i$ – угловая скорость вращения единичного объёма системы; $\hat{\mathbf{r}}_i$ – мгновенный радиус вращения единицы объёма системы.

В таком случае величина произведения $\mathbf{X}_i \cdot \mathbf{J}_i$ характеризует секундную работу, производимую силами $\mathbf{F}_i = \Theta_i \mathbf{X}_i$ и их моментами $\mathbf{M}_i = \hat{\mathbf{r}}_i \times \mathbf{F}_i$, а закон сохранения энергии принимает более общий вид:

$$dU/dt + \Sigma_i \Psi_i J_i + \Sigma_i \mathbf{F}_i \cdot \mathbf{w}_i + \Sigma_i \mathbf{M}_i \cdot \boldsymbol{\omega}_i = 0. \quad (6)$$

Как видим, неоднородность системы ($\nabla \psi_i \neq 0$) приводит к появлению у изолированной системы ($dU/dt = 0$) наряду с хаотическим (в том числе колебательным) движением упорядоченного (наблюдаемого) движения. Это выражается в появлении потоков энергоносителя \mathbf{j}_i и в смещении центра величины Θ_i в пространстве со скоростью $\bar{\mathbf{v}}_i$. При этом энергообмен такой системы с окружающей средой осуществляется двумя способами, соответствующими трём его суммам. Первая характеризует *перенос* энергии через границы системы энергоносителями Θ_i без изменения её формы [6]. Вторая и третья суммы (6) связаны с *перемещением* и *переориентацией* энергоносителя Θ_i , т. е. с работой W_i как количественной мерой превращения энергии i -й формы $U_i = \int \psi_i Q_i dV$ в какую-либо j -ю форму U_j . При этом силам \mathbf{X}_i и потокам \mathbf{J}_i в термодинамике необратимых процессов (ТНП) [7] придаётся однозначный смысл среднего градиента соответствующего потенциала $\mathbf{X}_i = \nabla \psi_i$ и импульса поступательного и вращательного движения i -го энергоносителя $\mathbf{J}_i = \Theta_i \bar{\mathbf{v}}_i$. В однородных системах, где

$J_i = \oint j_i d\mathbf{f} = -d\Theta_i/dt$, $\Psi_i = \psi_i$; $\mathbf{X}_i = 0$, выражение (6) переходит в объединённое уравнение 1-го и 2-го законов классической термодинамики поливариантных систем в форме обобщённого соотношения Гиббса [8]:

$$dU \equiv \sum_i \psi_i d\Theta_i. \quad (7)$$

Это означает, что первая сумма (6) характеризует равновесную часть энергообмена, а его 2-я и 3-я суммы выделяют его неравновесную часть, связанную с превращением упорядоченной (работоспособной) части энергии U_i в неупорядоченную в процессах релаксации системы (при $dU = 0$). Иными словами, появление у системы в процессе её эволюции новых свойств (новых степеней свободы Θ_i) неразрывно связано с совершением над ней работы против равновесия, а их исчезновение обусловлено последующей релаксацией системы.

К закону сохранения энергии в форме (6) можно прийти и более коротким аксиоматическим путём, если положить в его основу теорему о числе степеней свободы произвольной системы [6]. Согласно этой теореме, *число аргументов энергии U как функции состояния системы равно числу независимых процессов, протекающих в ней*. Эта теорема обосновывает факт наличия у каждой формы внутренней энергии U_i независимого энергоносителя Θ_i как экстенсивной меры движения i -го рода. В равновесном состоянии эти энергоносители равномерно распределены по её объёму V . Однако в неоднородном состоянии положение их центра \mathbf{R}_i смещается от его изначального положения, совпадающего с центром занимаемого системой объёма, на некоторую величину $\Delta \mathbf{r}_i = \mathbf{w}_i dt$, а в более общем случае происходит и переориентация (поворот) этого вектора на пространственный угол $d\varphi_i = \boldsymbol{\omega}_i \cdot dt$. В таком случае в системе возникают «моменты распределения» энергоносителей $\mathbf{Z}_i = \Theta_i \Delta \mathbf{R}_i$ с плечом $\Delta \mathbf{R}_i$, производные по времени от которых определяют потоки $\mathbf{J}_i = d\mathbf{Z}_i/dt$. Тогда энергия системы как функция её состояния приобретает вид $U = \sum_i U_i(\Theta_i, \mathbf{R}_i, \varphi_i)$, что позволяет придать уравнению (6) характер усиленного равенства (тождества):

$$dU_i \equiv \Psi_i d\Theta_i - \mathbf{F}_i \cdot d\mathbf{R}_i - \mathbf{M}_i \cdot d\boldsymbol{\varphi}_i. \quad (8)$$

как следствия совместного определения параметров Θ_i , \mathbf{R}_i , φ_i и производных $\Psi \equiv \partial U_i / \partial \Theta_i$; $\mathbf{F}_i \equiv \partial U_i / \partial \mathbf{R}_i$; $\mathbf{M}_i \equiv \partial U_i / \partial \boldsymbol{\varphi}$. Продиктованное уравнением (1) единое правило знаков для величин Ψ_i , \mathbf{F}_i и \mathbf{M}_i отличается от принятого в термодинамике и ряде других дисциплин, где подведённая к системе теплота и совершаемая ею внешняя работа считаются положительными. [6]. При таком подходе

становится особенно очевидным, что термодинамические силы \mathbf{X}_i , найденные в условиях постоянства всех других переменных, в том числе Θ_i , представляют собой удельную величину силы \mathbf{F}_i в её общезначимом понимании и имеют смысл напряжённости соответствующего силового поля $\mathbf{X}_i = \Theta_i^{-1}(\partial U/\partial \mathbf{R}_i) = \mathbf{F}_i/\Theta_i$. Отсюда следует также, что ввиду равенства $d\mathbf{R}_i$ перемещению $d\mathbf{r}$ в декартовой системе координат, а также аддитивности энергий ($U = \sum_i U_i$), любая сила $\mathbf{F}_i \equiv (\partial U_i/\partial \mathbf{r}) = \nabla U_i$, т. е. *представляет собой градиент соответствующей формы энергии*. При этом становится ясным, что *любые силовые поля порождены неоднородным распределением в пространстве энергоносителей Θ_i , а не их наличием или кривизной пространства*.

Характерно, что при таком подходе (системном и феноменологическом) уравнения (6) и (7) не превращаются в неравенства, несмотря на явный учёт в них нестатичности (необратимости) рассматриваемых процессов. Это решает важнейшую «проблему термодинамических неравенств», которая до сих пор препятствует приложению термодинамики к реальным (протекающим с конечной скоростью) процессам. Немаловажно и то, что тождество (6) даёт наиболее полное и общее определение понятия энергии и её аргументов, что исключает их вольную трактовку. Это и открывает возможность обсуждения проблем поля с единых позиций закона сохранения энергии.

3. Гравитационное поле и его гравикинетическая энергия

Применим теперь закон сохранения энергии в форме тождества (8) к «скрытой» (ненаблюдаемой) материи Вселенной, составляющей по современным данным не менее 95% её массы и обладающей единственным известным свойством – отличной от нуля плотностью ϱ . Эта часть материи не участвует в электромагнитном излучении, а её структура неизвестна. Последнее вынуждает рассматривать её как сплошную среду, обладающую единственной (гравитационной) формой энергии. Эту энергию до настоящего времени относят к потенциальной, т. е. зависящей исключительно от расположения (конфигурации) взаимодействующих тел или их частей. Плотность этой материи, которую мы будем называть для краткости *первичной*, колеблется от $\sim 10^{-28}$ в областях Вселенной, свободной от «барионного» (структурированного) вещества, до $\sim 10^{18}$ г см⁻³ в звёздах типа белых карликов и меняется со временем, т. е. $\varrho = \varrho(\mathbf{r}, t)$, где \mathbf{r}, t – радиус-вектор \mathbf{r} и время. Следовательно, полное изменение плотности ϱ во времени

включает себя локальную $(\partial \rho / \partial t)_{\mathbf{r}}$ и конвективную $(\mathbf{v} \nabla) \rho$ составляющие:

$$d\rho/dt = (\partial \rho / \partial t)_{\mathbf{r}} + (\mathbf{v} \nabla) \rho, \quad (9)$$

В стационарных условиях $(d\rho/dt = 0)$ правая часть (9) представляет собой уравнение незатухающей волны, что становится особенно очевидным при его представлении в виде

$$(\partial \rho / \partial \mathbf{r}) + \mathbf{v}^1 (\partial \rho / \partial t) = 0. \quad (10)$$

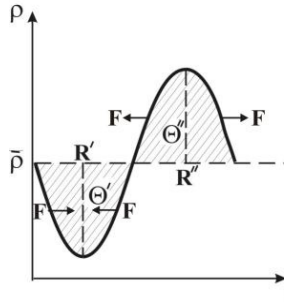


Рис.2. Волнообразование в первичной материи

Это свидетельствует о том, что в первичной материи неизбежно возникают не только процессы конвективного переноса массы, обусловленные, в частности её уплотнением (образованием «черных дыр»), конденсацией в них первичной материи с образованием барионного (наблюдаемого) вещества и выбросом «джетов», перетеканием того и другого с одной звезды на другую (аккрецией) и т. д., но и локальные колебания их плотности. Последнее сопровождается образованием стоячих волн, иллюстрируемых рисунком 2. Из него следует, что любая волна произвольной экстенсивной величины Θ (в данном случае массы первичной материи M со средней плотностью $\bar{\rho}$) образована переносом некоторого её количества Θ' из положения с радиус-вектором \mathbf{R}' в положение \mathbf{R}'' , т. е. смещением её центра на длину попуолны $\lambda/2$. Скорость этого смещения \mathbf{v} изменяется от нуля в пучности волны до максимума в её узлах. Поэтому процесс волнообразования в первичной материи неразрывно связан с преодолением сил инерции и с совершением работы $dW^* = \mathbf{F} \cdot d\mathbf{R} = \mathbf{v} \cdot d\mathbf{P}$ против ньютонoвских сил инерции $\mathbf{F} = d\mathbf{P}/dt$, где $\mathbf{P} = M\mathbf{v}$ – количество движения (импульс) массы первичной материи M , вовлечённой в колебательное движение:

$$\mathcal{E}^k = W^* = \int \mathbf{v} \cdot d\mathbf{P}. \quad (11)$$

Чтобы вычислить эту работу, учтём, что за период колебания τ , обратный его частоте ν , возвратно-поступательное смещение массы

M на расстояние ΔR осуществляется дважды. Потому модуль средней скорости её смещения \bar{v} равен скорости распространения колебаний в рассматриваемой среде c :

$$\bar{v} = 2|\Delta R|/\tau = \lambda\nu = c. \quad (12)$$

В таком случае кинетическую энергию \mathcal{E}^{ek} можно вычислить по выражению (8), принять эту величину одинаковой для колебаний любой частоты:

$$\mathcal{E}^{ek} = W^k = \int c dM c = M c^2. \quad (13)$$

Таким образом, полная энергия гравитационного поля равна $M c^2$ и по своей природе является *гравикинетической* энергией. Эта энергия легко превратима в любую другую её форму. За счёт неё и совершается работа в процессе структурирования «барионного» вещества Вселенной. Согласно тождеству (8), гравитационная сила F_g как производная $F_g \equiv \partial U_g / \partial R_m$ имеет смысл градиента гравитационной энергии, поскольку $dR_m = d\mathbf{r}$. Для системы единичного объёма эта энергия $U_g = \rho c^2$, а её градиент $F_g = \partial U_g / \partial \mathbf{r} = c^2 \nabla \rho$ определяет напряжённость гравитационного поля, равную:

$$\mathbf{X}_g = -c^2 \nabla \rho. \quad (14)$$

Этот закон гравитации был найден нами ранее [7] в виде $\mathbf{g} = c^2 \nabla \rho / \rho$ для величины ускорения $\mathbf{g} = \mathbf{X}_g / \rho$ и назван *бинарным* законом гравитации. Такое название продиктовано тем, что сила \mathbf{X}_g имеет различный знак в зависимости от знака градиента плотности $\nabla \rho$ в данной области пространства. Из него следует существование в гравитационном поле сил как тяготения, так и отталкивания, что делает излишним привлечение понятия «темной» энергии. Бинарный закон (12) выражает ускорение через параметры поля в той же точке пространства и потому представляет собой *близкодействующий вариант закона Ньютона*. Он незаменим там, где невозможно выделить «полеобразующие» и «пробные» тела.

В отличие от закона Ньютона, выражение (14) предсказывает существование гравитационного равновесия, соответствующего условию равномерного распределения плотности в какой-либо её области ($\nabla \rho = 0$). Хотя это положение никоим образом не следовало из закона Ньютона, бинарный закон гравитации не противоречит ему [7]. Последнее становится более очевидным, если признать отсутствие в природе «пустоты» и наличие в пространстве между тяготеющими массами среды с отличной от нуля плотностью ρ . Если её плотность станет такой же, как и у упомянутых небесных тел, силы тяготения окажутся равными нулю. Это и объясняет «слабость» ньютоновских сил гравитации. Наличие этой среды, называвшейся

ранее эфиром, и обуславливает процесс её «конденсации», сопровождающий образования всех форм структурированного вещества Вселенной (протонов, нейтронов, электронов, атомов, молекул, их соединений, газов, пыле-газовых облаков, малых и больших небесных тел, звёзд и галактик, и т.д.). Все эти структурные составляющие материи Вселенной отличаются своими спектральными характеристиками, что и делает конденсированную материю наблюдаемой.

Закон гравитации (12) допускает существование «сильной» гравитации, близкой к ядерным силам. В частности, для ядер атома водорода, плотность которых составляет $3,2 \cdot 10^{18} \text{ кг м}^{-3}$ при радиусе $R \approx 5 \cdot 10^{-16} \text{ м}$, сила тяготения составляет $X_g \approx 0,5 \cdot 10^{48} \text{ Н м}^{-3}$, что делает весьма вероятной чисто гравитационную природу ядерных сил и в любом случае сближает эти понятия.

4. Электрокинетическое (магнитное) поле и его энергия

Из закона сохранения энергии (6) непосредственно следует, что в отношении знака сил гравитационное поле ничем не отличается от электрического, описываемого законом Кулона (1785). Этот закон также можно выразить в полевой форме, следуя концепции близкодействия, если учесть, что согласно (6) в системе единичного объёма электрическая сила $F_e = q_e X_e$ пропорциональна плотности заряда q_e независимо от его знака. Поскольку же любая (в том числе электрическая F_e) сила выражается через градиент энергии $U_e = \int q_e \varphi dV$, то мы непосредственно приходим к выражению напряжённости электрического поля $X_e = E$ в виде [10]:

$$E = -\varphi \nabla q_e. \quad (15)$$

Такая форма закона Кулона совершенно аналогична биполярному закону гравитации (14) и также незаменима для сплошных сред, где нельзя выделить ни «пробных», ни «полеобразующих» зарядов. От уравнения Пуассона $\nabla^2 \varphi = -q_e/\epsilon_0$ оно отличается тем, что представляет поле E непосредственно в функции его источника q_e и не требует применения довольно громоздких математических операций. В то же время оно дополняет закон Кулона, обнаруживая существование электростатического равновесия, удовлетворяющего условию $\nabla q_e = 0$, а также наличие сил притяжения или отталкивания у зарядов q_e одного и того же знака. При этом каждой i -й степени свободы исследуемой системы согласно (6) и (8) соответствует три независимых процесса, соответствующих трём их суммам. Если носителем энергии является скалярная

величина заряда q , то этими процессами являются ввод энергоносителя в систему, его перераспределение по системе с возникновением вектора смещения $d\mathbf{R}_e = \mathbf{w}_e dt$, а в более общем случае и переориентация этого вектора в пространстве (повороте его на угол $d\varphi_e$). При этом совершается три вида работ: работа ввода заряда q в область пространства с потенциалом φ

$$dW_e' = \varphi dq, \quad (16)$$

работа его перераспределения по системе

$$dW_e'' = \mathbf{X}_e \cdot d\mathbf{Z}_e = -q d\varphi \quad (17)$$

и работа переориентации (вращения) заряда

$$dW_e''' = -q \mathbf{X}_e \times \hat{\mathbf{r}}_i d\varphi_e = -\mathbf{M}_e \cdot d\varphi_e \quad (18)$$

Для материалов типа постоянных магнитов упорядоченное движение зарядов с некоторой средней скоростью \mathbf{v}_e является «врождённым» свойством, изначально присущим его состоянию. Такие материалы обладают дополнительно так называемой магнитной энергией, носителем которой Θ_m становится импульс заряда $\mathbf{J}_e = q\mathbf{v}_e$ (электрический ток). Тогда и потенциал $\psi_m = (\partial U / \partial \mathbf{J}_e)_q$, определяемый в соответствии с (6) частной производной от кинетической энергии заряда $U_e = qv_e^2/2$ по его импульсу $q\mathbf{v}_e$, приобретёт векторный характер и с модулем, равным скорости заряда v_e :

$$\psi_m \equiv (\partial U / \partial \mathbf{J}_e)_q = \mathbf{v}_e \quad (19)$$

Этот потенциал в соответствии с выражением (5) раскладывается на поступательную \mathbf{w}_e и вращательную $\mathbf{u}_e = \hat{\mathbf{r}}_i \times \boldsymbol{\omega}_e$ составляющие, которым соответствуют импульсы поступательного $\mathbf{J}_e' = q\mathbf{w}_e$ и вращательного $\mathbf{J}_e'' = q(\hat{\mathbf{r}}_i \times \boldsymbol{\omega}_e)$ движения заряда. Таким образом, существует в принципе не один, а два векторных магнитных потенциала \mathbf{w}_e и \mathbf{u}_e , причём несложно показать, что именно второй связан функционально с введённым Ампером потенциалом \mathbf{A} , ротор которого принимается за напряжённость магнитного поля $\mathbf{B} = \text{rot } \mathbf{A}$ [11]. Тогда и напряжённость магнитного поля \mathbf{X}_m как пространственная производная от потенциала \mathbf{v}_e , выражается её вектор-градиентом

$$\mathbf{X}_m = \text{Grad } \mathbf{v}_e \equiv \nabla \mathbf{v}_e, \quad (20)$$

т. е. становится тензором 2-го ранга с размерностью магнитной индукции (В с м²). Этот тензор можно разложить на след $X_m = \nabla \cdot \mathbf{v}_e$ представляющий собой скаляр со смыслом дивергентной составляющей магнитного поля (силой Николаева [12]), симметрическую (безвихревую) часть тензора $(\nabla \mathbf{v}_e)^s$, имеющую смысл вектора напряжённости продольного магнитного поля \mathbf{H} , и

антисимметрическую (вихревую) составляющую $(\nabla \mathbf{v}_e)^a$, имеющую смысл вектора магнитной индукции \mathbf{B} . Характерно, что на безвихревой характер магнитного поля \mathbf{H} указывал и Ландау, считая, что его «следовало бы искать в виде $\mathbf{H} = -\nabla\psi$, ввиду равенства нулю $\text{rot}\mathbf{H}$ » [13].

В таком случае и момент распределения тока \mathbf{Z}_M следует определять как векторное произведение \mathbf{J}_e и $\Delta\mathbf{R}_M$, т. е. $\mathbf{Z}_M = \mathbf{J}_e \times \Delta\mathbf{R}_M$. При этом магнитный поток $J_M = d\mathbf{Z}_M/dt$ также раскладывается на поступательную $J_M' = \mathbf{J}_e \times \mathbf{w}_e$ (нормальную по отношению к току \mathbf{J}_e) и вращательную $J_M'' = \mathbf{J}_e \times (\hat{\mathbf{r}}_i \times \boldsymbol{\omega}_e)$ составляющую. Соответственно и мощность (секундная работа, совершаемая магнитным полем), включает в себя две составляющие. Одна из них совершается силой \mathbf{H} , выразится в соответствии с (6) соотношением:

$$dW_M''/dt = \mathbf{X}_M \cdot d\mathbf{Z}_M/dt = \mathbf{H} \cdot \mathbf{J}, \quad (21)$$

где J_M — поток «магнитного смещения», выражающийся в перераспределении плотности электрического тока \mathbf{I} по объёму токнесущей системы. Эта работа совершается электромагнитными подъёмниками или постоянными магнитами при их взаимодействии. Другая составляющая работы магнитного поля

$$dW_e'''/dt = \mathbf{B} \cdot q\mathbf{v}_e \times \mathbf{u} = q(\mathbf{v}_e \times \mathbf{B}) \cdot \hat{\mathbf{r}}_e \times \boldsymbol{\omega}_e = \mathbf{M}_e \cdot \boldsymbol{\omega}_e, \quad (22)$$

совершается крутящими моментами $\mathbf{M}_e = \mathbf{F}_L \times \hat{\mathbf{r}}_i$, образуемыми силами Лоренца $\mathbf{F}_L = q(\mathbf{v}_e \times \mathbf{B})$, при вращении контура с током. Как видим, сила Лоренца появляется в этом выражении (22) естественным путем как следствие наличия вращательной составляющей скорости заряда \mathbf{v}_e , не нуждаясь ни в её постулировании, ни в привлечении релятивистских представлений. При этом работа совершается не силами Лоренца, нормальными к току, а их моментом, что и объясняет ошибочность заключения о том, что магнитные силы не совершают работу [13].

Таким образом, модулю скорости заряда \mathbf{v}_e и его компонентам \mathbf{w}_e и \mathbf{u}_e соответствуют три независимые составляющие магнитного поля X_M , \mathbf{H} и \mathbf{B} , первая из которых в настоящее время вообще не рассматривается, а две другие считаются взаимозаменяемыми и связанными соотношением пропорциональности $\mathbf{B} = \mu_0 \mathbf{H}$. Аналогичным образом может быть разделена на поступательную и вращательную составляющую и гравитационная энергия. В таком случае их подобие становится особенно очевидным. Более того, если придерживаться концепции электростатической энергии как следствия неизменности положения зарядов в их колебательном движении, то стирается различие и между электрической и

магнитной энергией, поскольку их материальный носитель – движущийся заряд – оказывается единым. Это единство относится и к гравитационной энергии, если её носителем считать ту же среду в начальный период её структуризации. Тогда их отличие проявляется лишь в том, что структурированная материя излучает селективно, в то время как излучение всепроникающей скрытой материи является фоновым (неотличимым).

5. Принцип противодействия как отражение взаимосвязи силовых полей

Из закона сохранения энергии в форме (4) следует равенство нулю её 2-й суммы в изолированных системах ($dU/dt = 0, J_i = 0$):

$$\sum_i \mathbf{X}_i \cdot \mathbf{J}_i = 0. \quad (23)$$

Отсюда следует возникновение взаимосвязи между движущимися силами \mathbf{X}_i и потоками \mathbf{J}_i процессов взаимопревращения энергии, протекающих одновременно в одних и тех же областях пространства. В частности, в процессе превращения любой i -й формы энергии U_i в j -ю U_j указанную взаимосвязь можно выразить соотношением:

$$\mathbf{J}_i / \mathbf{X}_j = -\mathbf{J}_j / \mathbf{X}_i. \quad (24)$$

Согласно этому соотношению, обобщённая скорость какого-либо i -го процесса (поток \mathbf{J}_i) ослабляется под влиянием «чужеродной» силы \mathbf{X}_j в той же мере, в какой увеличивается скорость другого процесса (поток \mathbf{J}_j). Это соотношение отражает диалектический закон «единства и борьбы противоположностей» и может служить его математическим выражением. В частности, при работе обычного сварочного трансформатора увеличение напряжения \mathbf{X}_j в сварочной цепи (вторичной обмотке) ведёт к уменьшению тока в первичной цепи, а его уменьшение с приближением к режиму «короткого замыкания», наоборот, ведёт к увеличению тока в ней. Такой характер взаимодействия двух разнородных потоков является следствием всеобщего закона сохранения и превращения энергии, что придаёт соотношениям (24) статус «принципа противодействия» процессов взаимной индукции силовых полей. Если заменить отношение $\mathbf{J}_i / \mathbf{X}_j$ коэффициентом L_{ij} , а отношение $\mathbf{J}_j / \mathbf{X}_i$ – коэффициентом L_{ji} , то мы придём к известным «условиям антисимметрии» Казимира $L_{ij} = -L_{ji}$, которые явились результатом обобщения известных «соотношений взаимности» Л. Онзагера $L_{ij} = L_{ji}$ на случай принадлежности сил \mathbf{X}_i и \mathbf{X}_j к разным категориям чётности [7]. Будущий лауреат нобелевской премии Л. Онзагер получил эти соотношения, исходя из соображений статистико-механического характера в предположении

линейности законов затухания флуктуаций вблизи состояния равновесия и постоянства при этом коэффициентов L_{ij} [14]. В ТНП они играют ключевую роль, позволяя сократить число подлежащих экспериментальному определению коэффициентов L_{ij} от n при чисто феноменологическом описании до $n(n+1)/2$. То обстоятельство, что в энергодинамике соотношения Онзагера – Казимира следуют из закона сохранения энергии, делает их не зависимыми от близости системы к равновесию и линейности законов релаксации, что придаёт им большую общность и расширяет область их применения на обратимые процессы.

Вместе с тем «принцип противодействия» (24), как и антисимметричные соотношения Казимира $L_{ij} = -L_{ji}$, принципиально отличаются от соотношений взаимности Онзагера, которые предсказывают взаимное усиление процессов релаксации в результате «коллективного действия» разнородных потоков. Соотношения (22) утверждают обратное и свидетельствуют об ошибочности концепции «синергетизма» [15].

6. Максвеллоподобные уравнения процессов энергопревращения

Можно показать, что «принцип противодействия» является тем недостающим звеном, которое позволяет вывести уравнения Максвелла из закона (6) и первичных принципов энергодинамики [16]. Действительно, согласно этом принципу, в процессе превращения электрической энергии в магнитную поток «вторичного» энергоносителя J_j («поток магнитного сцепления» Фарадея $J_m = d\mathbf{B}/dt$) изменяется количественно под влиянием «чужеродной силы» \mathbf{X}_i (электрического поля \mathbf{E}), так же, как поток «первичного» энергоносителя J_i (например, электрический ток $J_e = d\mathbf{D}/dt$) под влиянием «чужеродной» силы \mathbf{X}_j (магнитного поля \mathbf{H}). Отсюда непосредственно следует закон индукции Фарадея:

$$L_{ij}\mathbf{E} = -d\mathbf{B}/dt. \quad (25)$$

Это выражение отличается от соответствующего уравнения Максвелла

$$\nabla \times \mathbf{E} = -\partial \mathbf{B} / \partial t. \quad (26)$$

тем, что не предполагает наличия у электрического поля $\mathbf{E} = -\nabla\varphi$ вихревой составляющей, и не исключает возможности возникновения «конвективной» составляющей $(\mathbf{v}_m \cdot \nabla)\mathbf{B}$ потока магнитного смещения в выражении

$$d\mathbf{B}/dt = (\partial \mathbf{B} / \partial t)_r + (\mathbf{v}_m \cdot \nabla)\mathbf{B}. \quad (27)$$

Эта конвективная составляющая обусловлена движением проводника с неоднородным распределением тока по его сечению (обусловленным, например, скин-эффектом) и присутствует даже в стационарном поле, когда «самонамагничивание» отсутствует и $(\partial \mathbf{B} / \partial t)_{\mathbf{r}} = 0$.

Аналогичным образом из (24) следует соотношение

$$L_{ij} \mathbf{H} = d\mathbf{D} / dt, \quad (28)$$

которое отличается от второго уравнения Максвелла

$$\nabla \times \mathbf{H} = \mathbf{J}_e + \partial \mathbf{D} / \partial t \quad (29)$$

тем, что не исключает наличия у магнитного поля упомянутой выше невихревой составляющей \mathbf{H} и учитывает наряду с током смещения Максвелла $\partial \mathbf{D} / \partial t$ в конвективной составляющей $(\mathbf{v}_e \cdot \nabla) \mathbf{D}$ не только движение заряда относительно проводника (ток проводимости \mathbf{J}_e), но и движение самого тела (эффекты Роуланда, Рентгена, Эйхенвальда, Вильсона и т.п.). Этим же объясняется, почему в униполярных двигателях Фарадея эдс возникает там, где «поток» $\partial \mathbf{B} / \partial t$ не меняется, и не возникает там, где этот поток изменяется [4]. Таким образом, уравнения (25) и (28) наряду с их предельной простотой охватывают более широкий круг явлений, нежели уравнения Максвелла, что делает их альтернативными им. Последнее приобретает важное значение при поиске максвеллоподобных уравнений гравитации.

Первую попытку в этом направлении предпринял ещё О. Хэвисайд [17], предложивший аналогичные уравнения Максвелла для явлений гравиелектромагнетизма. В последующем аналогичный подход с некоторыми вариациями был предложен в [18, 19]. Для этого пришлось, естественно, постулировать существование электромагнетизма, гравимагнетизма и гравиелектромагнетизма, а также справедливость уравнений Максвелла для относительно слабых полей и небольших скоростей, чего можно было ожидать лишь на значительном удалении от крупных тяготеющих масс. Кроме того, пришлось пренебречь принципиальным отличием гравитационного поля от электрического и магнитного полей, которым свойственно как притяжение, так и отталкивание, и допустить существование непотенциальной составляющей гравитационной силы \mathbf{F}_g , подобной магнитной составляющей силы Лоренца. Наконец, в соответствии с СТО и ОТО пришлось признать тензорную природу гравитации, обусловленной кривизной пространства, и повсеместное равенство скорости распространения гравитации c_g скорости света c независимо от плотности космической среды.

Между тем тензорная природа гравитации в ОТО исключает возможность её взаимодействия с электромагнетизмом. Это вытекает из универсального принципа симметрии Кюри [20] в его приложении к стационарным необратимым процессам. Согласно ему, взаимодействовать могут потоки J_i и силы X_i только одного и того же или чётного тензорного ранга, что подтверждает и принцип противодействия.

Принцип противодействия (24) свободен от этих постулатов и имеет ту же степень общности, что и закон сохранения энергии (1). Поэтому он применим к любым формам энергии. Это делает «максвеллоподобные» уравнений (25) и (28) применимыми без каких-либо ограничений к любым формам энергии, в том числе гравитационной. Согласно этому принципу, напряжённость электрического E или магнитного поля H нашей планеты изменяется при изменении напряжённости окружающего гравитационного поля X_g , когда солнечная система перемещается в область пространства Вселенной с иным градиентом плотности космической среды или её плотности. Это обстоятельство проливает новый свет на происхождение стихийных бедствий типа ураганов, смерчей, торнадо, цунами и т. п., подтверждая влияние на эти явления космофизических факторов [21]. Из этого же соотношения следует принципиальная возможность ослабления или преодоления сил тяготения за счёт создания противоположного электрического поля $E = -\nabla\varphi$, как это делается, например, в летательных аппаратах типа «лифтёра» Т. Брауна или «летающих тарелок» Дж. Сёрла [22]. Благодаря этому вопрос о единстве силовых полей приобретает важное практическое значение.

7. Единство природы силовых полей

Как показано выше, природа любых силовых полей едина и состоит в неравномерном распределении энергоносителя в пространстве. Это единство становится особенно очевидным, если признать общность происхождения всех форм вещества путем фазового перехода (конденсации) скрытой массы Вселенной, которую после изгнания эфира из физики именуют «физическим вакуумом», «тёмной», «небарионной» материей, «тёмной энергией», «квинтэссенцией» и т. п. Различие образовавшихся таким путём k -х веществ возникает в процессе их структуризации, придающей их излучению селективный (индивидуальный) характер.

При таком подходе к процессу конденсации неструктурированной фазы материи Вселенной становится ясным,

что причиной возникновения электрического E и магнитного H поля является неоднородность распределения плотности конденсированной материи на всех уровнях мироздания. Это означает, что для возникновения у барионной материи собственного электростатического поля E не требуется существования неких невесть откуда взявшихся частиц с врождённым отрицательным или положительным знаком «заряда» (электронов и позитронов): достаточно факта конденсации скрытой массы с образованием вокруг ядра атома сферической оболочки наподобие «электронного облака», расположенного на удалении от ядра, кратном длине волны (где силы притяжения или отталкивания отсутствуют). Такая модель атома (со множеством сферических оболочек вокруг ядра) показана на рис.3. Согласно новейшим экспериментам, электроны рассеиваются на атомах именно так, как будто они состоят из концентрических зон (поясов) упругости, отстоящих друг от друга на расстоянии, кратном длине волны де Бройля [23].



Рис.3. Сферическая модель атома

Поскольку плотность конденсированного вещества на внешней и внутренней поверхности такого облака меньше, чем в его центре, градиент плотности вещества на них имеет противоположный знак, что и обуславливает наличие у него знака противоположного знака, как это показано на рис.2. Это означает, что у сил одной и той же гравитационной природы при конденсации скрытой материи появляются «заряды» противоположного знака. Мерой такого «заряда» q является количество сконденсировавшейся в облаке материи, что гарантирует постоянство их отношения массы к заряду не только для облака в целом, но и для любой его элементарной области части. «облака». Упорядоченное вращение

этих оболочек порождает такое свойство заряда, как его спин, и объясняет возникновение постоянного магнетизма. Иные свойства приобретает при конденсации ядро атома, приобретающее форму солитона, т. е. уединённой структурно устойчивой стоячей волны возвышения, имеющей вид сферы с максимумом плотности в её центре. При удалении от этого центра знак силы притяжения повсюду одинаков, что и обуславливает непрекращающуюся аккрецию скрытой материи на его поверхность и трансмутацию ядер в течение всего периода их жизни. Восприятие такой (волновой) модели атома облегчается с переходом на волновую концепцию строения материи, на которой настаивал нобелевский лауреат астрофизик Джинс. Он писал: «в мире существуют волны и только волны: замкнутые волны, которые мы называем материей, и незамкнутые волны, которые мы называем светом» [24]. Такая концепция строения вещества объясняет устойчивость атома не тончайшим балансом центробежных и гравитационных сил или позитронов с электронами, а концентрацией конденсированной материи в зоне пучности волны, где силы притяжения и отталкивания обращаются согласно рис.2 в нуль [25]. Это проливает новый свет на происхождение и физический смысл понятия «заряд» и освобождает от необходимости изучения и объяснения специфических свойств сотен открытых «виртуальных» субатомных частиц и их антиподов, сам факт существования которых свидетельствует о крахе идеи «атомизма» (конечной делимости материи).

В то же время принцип противодействия (22) вскрывает несостоятельность представления об электромагнитном поле (ЭМП) как об особой форме материи, состоящей из заряженных частиц. Он недвусмысленно указывает на возникновение взаимосвязи между двумя формами энергии, которые в статике считаются независимыми. Эта взаимосвязь появляется лишь в процессе их взаимопревращения, и проявляется в возможности представления потока электромагнитной энергии в форме вектора Пойнтинга $\mathbf{P} = \mathbf{E} \times \mathbf{H}$ аналогично потоку энергии \mathbf{j}_ω в уравнении Н. Умова (1). Между тем такая аналогия является только кажущейся, поскольку в соответствии с (24) потоки носителей электрической \mathbf{J}_e и магнитной \mathbf{J}_m энергии (заряды и их импульсы) оказываются направленными встречно.

Новый взгляд на происхождение носителей гравитационной и электрической энергии самым непосредственным образом затрагивает вопрос о существовании четырёх видов фундаментальных взаимодействий. То обстоятельство, что гравитационные и электрические силы согласно бинарным законам

Ньютона (14) и Кулона (15) могут не уступать ядерным силам, лишает смысла деление взаимодействий на «сильные» и «слабые»: любое из них может стать и тем, и другим в зависимости от конкретных условий.

Это относится и к природе сил, которая, как выясняется, может быть единой для структурных образований разного рода. Существует, таким образом, единое поле материи, характеризующееся распределением её плотности и порождающее при его неоднородности силы одной и той же природы, которые лишь именуются нами по-разному в зависимости от названия энергоносителя.

Немаловажное значение приобретает в этой связи вопрос о классификации энергии. Энергия как количественная мера движения может быть *неупорядоченной* или *упорядоченной* в зависимости от того, является ли её материальный носитель скалярной ($M_k v_k$) или векторной ($M_k \mathbf{v}_k$) величиной, а само движение – хаотическим или направленным.

Далее, любое колебательное движение может стать упорядоченным, если длительность наблюдения сопоставима или меньше периода колебаний. Поэтому термодинамическое представление о тепловой энергии как хаотической является справедливым лишь по отношению к квазистатическим (бесконечно медленным) процессам. Однако в микромире, где масштабы длительности изучаемых процессов сопоставимы с периодом скрытых колебаний, а длительность пребывания объекта исследования в пучности волны с нулевой скоростью исчезающе мало, понятия гравистатической или электростатической энергии утрачивают смысл, превращаясь в антипод энергии - *анергию* [6]. Если с этих же позиций подходить и к вопросу о делении материи на вещество и поле, то станет преобладающим понимание силового поля как меры напряженного состояния среды, заполняющей пространство, и целесообразность её деления на наблюдаемую (структурированную) и ненаблюдаемую (неструктурированную) часть.

8. Ретроспектива

Представление о поле и его силовых линиях как о физической реальности впервые появилось в трудах Майкла Фарадея [26]. Ему же принадлежит идея изучения взаимопревращений электричества и магнетизма как различных форм энергии. По этому поводу он пишет: «Я уже давно придерживался мнения, что различные формы и силы материи настолько близки и родственны, что могут превращаться

друг в друга. Это твёрдое убеждение побудило меня произвести много изысканий с целью открыть связь между светом и электричеством. Однако результаты оказались отрицательными» [26].

Если бы Максвелл и его последователи по достоинству оценили это заключение выдающегося экспериментатора, они не стали бы интерпретировать обнаруженный Г. Герцем факт передачи энергии от токнесущей системы к приёмнику как явление переноса электромагнитных колебаний неким воображаемым полем, а как результат превращения этой энергии в колебательную форму, свойственную эфиру, с последующим частичным восстановлением исходной формы в приёмнике излучений. Это понял лишь Н. Тесла, воспроизведя опыты Герца в более близком к оптическому диапазоне частот [27]. Однако ему не удалось переубедить Герца и других своих современников. Результатом явилось представление об электромагнитном поле как субстанции, обладающей отсутствующими у электронейтрального эфира электромагнитными свойствами.

Убеждённость в материальности электромагнитного поля оказалось столь глубокой, что её не смогло поколебать ни невозможность распространения волн в «физическом вакууме», заменившем эфир, ни отсутствие электрических и магнитных свойств у фотонов как квантов лучистой энергии. Напротив, концепция бозонов (частиц – переносчиков взаимодействия) распространилась и на гравитационное поле, хотя его кванты (гравитоны) экспериментально не обнаружены до сих пор.

Ситуация практически не изменилась и после того, как ОТО потребовалось вернуть понятие эфира в физику. Запоздалое признание А.Эйнштейна в том, что согласно его убеждению поле – отнюдь не вид материи, а её свойство, «ибо поле не обладает совокупностью свойств, присущих материи, а является средством взаимодействия материальных систем» [28] уже не смогло ничего исправить. Нежелание признать существование эфира обернулось введением теперь уже нескольких ещё более неопределённых понятий типа «скрытой массы», «физического вакуума», «тёмной», «небарионной» материи, «тёмной энергии», «квинтэссенции» и т. п. В результате стала доминировать концепция, согласно которой поле и материя существуют независимо друг от друга. Поскольку же наука исследует только материальные объекты, из сферы её интересов «выпали» 95% материи Вселенной, а в отношении оставшейся части воцарился полный разброд «теорий мироздания». Не пора ли одуматься?

Литература

1. Философский словарь. Изд. 4-е. -М.: Политиздат, 1981; Mario Gliozzi. Storia della fisica, V2. Toronto, 1965. С.43.
2. Эткин В.А. Устранение неопределённости понятия энергии //Проблемы науки, 7 (43), 2019. 6-15; Etkin VA. Eliminating the uncertainty of the concept of energy. // International Journal of Energy and Power Engineering. 8(3). 2019. 35-44.doi: 10.11648/j.ijep.20190803.
3. Пуанкаре А. О науке. – М.: «Наука», 1983.
4. Фейнман Р. , Лейтон Р., Сэндс М.. Фейнмановские лекции по физике. Т. 5. – М.: Мир, 1976.
5. Умов Н.А. Избранные сочинения. М. А., 1950.
6. Эткин В.А. Энергодинамика (синтез теорий переноса и преобразования энергии). СПб., «Наука», 2008.
7. Etkin VA. Energodynamic theory of gravitation. // Aeronautics and Aerospace Open Access Journal, 2019;3(1):40–44. DOI: 10.15406/aaaj.2019.03.00079
8. Де Гроот С.. Мазур П. Неравновесная термодинамика, М.: «Мир», 1964.
9. Базаров И.П. Термодинамика. Изд. 4-е. М.,1991.
10. Etkin V.A. Modified Coulomb law. // World Scientific News, 87 (2017) 163-174.
11. Etkin V. A. Correction of Electrodynamics in the Question of the Magnetic Field Work. //Journal of Applied Physics, 9(5). 2017. 71-75 DOI: 10.9790/4861-0905037175
12. Николаев Г.В. Непротиворечивая электродинамика. Теория, эксперименты, парадоксы. ТПИУ, 1997.
13. Ландау Л., Лифшиц Е. Теоретическая физика. Т.8.Электродинамика сплошных сред. М.,1982.
14. Onsager L. Reciprocal relations in irreversible processes.//Phys. Rev., 237(14). 1931.405-426; 238(12). 1931.2265-2279.
15. Хакен Г. Синергетика. М.: Мир, 1980.
16. Эткин В.А. Энергодинамический вывод уравнений Максвелла.// Доклады независимых авторов. 2013. – Вып. 23.- С. 165-168; Etkin V.A. Thermodynamic Derivation of Maxwell's Electrodynamic Equations. //Global Journal of Physics, 3(1).2015). 1-8.
17. О. Heaviside, Electromagnetic Theory.- London, 1894. pp. 455-465.

18. Williams, R. K. Gravitomagnetic field and Penrose scattering processes. // *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1045(2005). 232-245.
19. Федосин С.Г. Физика и философия подобия от преонов до метagalactic. - Пермь, 1999.
20. Кюри П.. О симметрии в физических явлениях: симметрия электрического и магнитного полей // Пьер Кюри. Избранные труды, М., 1966. с. 95—113.
21. Шноль С. Э. Космофизические факторы в случайных процессах. — Stockholm (Швеция): Svenska fysikarkivat, 2009.
22. Фролов А.В. Новые источники энергии: 9-е изд. Тула: Изд-во ТулГУ, 2017.
23. Демьянов В.В. Эксперименты, поставленные с целью выявления принципиальных отличий дифракции и интерференции волн и электронов. arXiv:1002.3880v1 (2010).
24. Jeans J.H. *The New Background of Science*. — London, 1933
25. Etkin V.A. On Wave Nature of Matter. // *World Scientific News* **69**, 220-235 (2017).
26. Фарадей М. Экспериментальные исследования по электричеству, т.1–3.М., 1947–1959.
27. Тесла Н. Лекции. Статьи. – М., Tesla Print.- 2003. - 386 с.
28. Эйнштейн А. Об эфире. 1924 г. Собрание научных трудов. М.: Наука. 1966. Т. 2. С. 160.

Серия: ФИЛОСОФИЯ

Каплунов В.А.

Что такое философия (классическая)? И что такое философия XXI века (информационная)?

Аннотация

Предлагаемая вниманию читателей статья родилась как ответ на реплику о бесполезности всякого философствования и всякой философии. В первой части этой статьи акцентируется внимание на некоторые ключевые, по мнению автора, понятия, которым в классической философии не уделяют должного внимания. Это понятие о «треугольнике Фреге»: *«имя – значение – смысл»*.

За «информацию к размышлению» была принята статья в Философском Энциклопедическом Словаре (М. ИНФРА-М. 2003.) «ФИЛОСОФИЯ».

Через эти основные понятия классическая философия перетекает в *информационную философию*, понятийным каркасом которой является формула *информационной энтропии*, «изобретенная» Клодом Шенноном в 1948 году для нужд теории связи; а наглядным пособием для понимания общей концепции является график взаимозависимости величин, входящих в формулу Шеннона.

Сама концепция «информационного подхода» в сжатом виде может быть обозначена так: *«единство энтропии/негэнтропии – основа альтернативного миропонимания (информационный подход)»*. Значение и смысл этой эссенции, надеюсь, станет ясным после прочтения самой статьи.

Через эти основные понятия классическая философия перетекает в *информационную философию*, понятийным каркасом которой является формула *информационной энтропии*, «изобретенная» Клодом Шенноном в 1948 году для нужд теории связи; а наглядным пособием для понимания общей концепции является график взаимозависимости величин, входящих в формулу Шеннона.

Сама концепция «информационного подхода» в сжатом виде может быть обозначена так: *«единство энтропии/негэнтропии – основа*

альтернативного миропонимания (информационный подход)». Значение и смысл этой эссенции, надеюсь, станет ясным после прочтения самой статьи.

Философия, как известно, это любовь к мудрости. Любовь как процесс, а мудрость как результат.

Пользуясь логическим инструментом философии — «треугольником Фреге», можно нарисовать схему: ИМЯ — «философия» → ЗНАЧЕНИЕ → СМЫСЛ. Словесным описанием этой схемы будет и *значение*, и *смысл* философии, выраженный в самом общем виде так:

ФИЛОСОФИЯ это единство познания и его результат как обнаружение человеком значения мировых событий и поиск их смысла в пространстве и времени, раздвигающихся разумом от «здесь/теперь» до размеров философской бесконечности.

ЗНАЧЕНИЕ философии понимается в этой концепции как *разность информационных потенциалов между ожидаемой управляемостью философских построений и реальностью, которая этими построениями описывается*; значение имеет вид *страдания*, которое испытывает человек при попытке приобщиться к пониманию философии. Поэтому значения, которые каждый человек может придавать философии, бывает самыми разными в зависимости от понимания им места философии в его сознании. «То от нее ожидают чрезвычайных откровений, то позволяют равнодушно игнорировать ее как беспредметное мышление. На философию то взирают с робостью, видя в ней значительные усилия необыкновенных людей, то вообще третируют как бесполезные раздумья о чем-то призрачном. Философию то считают таким занятием, которое под силу всякому и в принципе должно быть простым и понятным, то изображают ее настолько трудной, что само занятие ею представляется безнадежным. То, что выступает под названием «философия», в действительности являет собой пример подобных противоречивых суждений» [1].

Что мы здесь для себя должны выбрать — из этой цитаты — чтобы значение понятия наполнить смыслом?

Наверное, вот это: «Мы должны считать философию *таким занятием, которое под силу всякому и в принципе должно быть простым и понятным*». И для этого нам надо будет обратиться к «информационному подходу» в философии [2].

Таким путем мы сможем познать *смысл* философии.

СМЫСЛ с точки зрения «информационного подхода» понятия, явления, вещи *есть сумма событий, совершающихся в некотором системном*

пространстве/времени, в результате чего некоторое начальное состояние этого пространства изменяется до некоторого конечного или промежуточного ожидаемого состояния; при этом чем больше оказывается величина вероятности приближения результата реализации модели смысла к действительности, тем меньшее значение придается явлению, понятию, вещи.

Например, такая конструкция классической философии как «диалектическое отрицание» воспринимается сначала через свое значение – через чувство восприятия постоянного движения во всяких отношениях всех вещей; через чувство постоянного изменения таких вещей, которые должны были бы одновременно с изменением иметь какой-то постоянный статус как точку отсчета для обнаружения изменения – «всё в конце концов разрушается? – или нет?». Психологически это чувство тревожной неопределенности. Однако оно может быть выражено логически формулой Шеннона для информационной энтропии, в которой размерность пространства и времени событий, как в онтологии, так и в гносеологии, может иметь неопределенный текущий размер, от состояния «здесь/теперь», то есть от личных отношений с близкими людьми или от ближайших природных или социальных отношений до проекции их на мировые размерности («нет правды на Земле, но нет ее и выше!»).

$$H = - \sum_{i=1}^n p_i \log p_i$$

В таких размерностях *вероятность* наблюдения какого-то события или *вероятность* управления каким-то событием в проекции на бесконечность размывается до состояния *возможности/невозможности*, то есть до почти нулевой вероятности в силу того факта, что и онтологически, то есть в действительности, и гносеологически, то есть в сознании человека, событий так много, что даже просто наблюдение за ними, а тем более управление ими оказывается чисто созерцательным – невероятным для действия в пределах бесконечности пространства и времени. (Как говорят физики: «в вакууме ничего нет, но всегда что-то происходит»). В сознании человека, попытавшегося осмыслить такое состояние внешней среды, возникает страдательной ощущение *значения* этой тайны.

Эту энтропию бесконечных размерностей можно обозначать с большой буквы – Энтропия. В философии она именуется как «ничто», а в науке как «физический вакуум». Энтропия («ничто») есть

жизненная среда для каких-то устойчивых образований; и в философии такое зарождение *бытия* называется «нечто», а в науке – это физика «микро- и макро-мира». Поскольку формула жизнелюбившей Энтропии имеет знак «минус», постольку зародившееся «нечто» (*бытие*) получает в «информационном подходе» название «неэнтропия» – *отрицающее энтропию*.

Эти устойчивые образования, возникшие из энтропии, то есть неэнтропия может быть описана точно такой же формулой Шеннона, но имеющей знак «плюс». Неэнтропия в информационной сфере исследования явлений (в гносеологии) может быть названа «*количеством информации*».

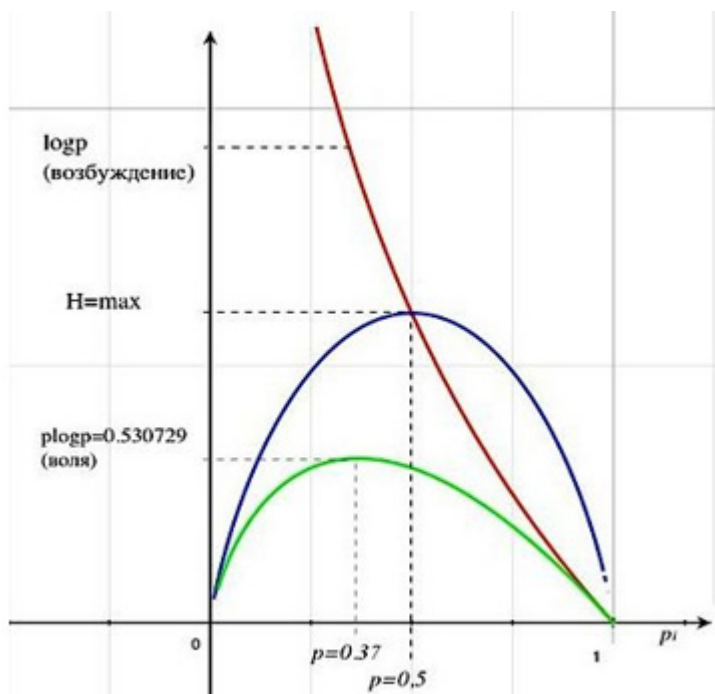
$I = \sum_{i=1}^n p_i \log(p_i)$ Сумма неэнтропийных событий, которые в своей массе и составляя какое-то устойчивое образование, уже можно назвать «вещью». Эти события отобраны, извлечены из той суммы невероятных событий – из «ничто», -- которая была рассмотрена нами как внешняя энтропия; и эта сумма событий, выбранных из «ничто», является уже строго определенной и в пространстве, и во времени вещи как сумма «вектор-элементов» с индивидуальными характеристиками «пространство/время».

Как только вещь сформировалась и начался процесс ее становления, тут же начался и процесс ее постоянного изменения в сторону утраты функций или в сторону самостоятельности ее элементов (вплоть до разрушения самой вещи). Таким образом, сначала имеется тот вид «диалектического отрицания», который приводит к возникновению вещи из внешней энтропии и ее становлению путем отрицания всех других возможностей, кроме тех, которые стали использоваться для строительства и функционирования вещи – из энтропии возможности выстроилась неэнтропия действительности с высокими значениями вероятностей событий жизнедеятельности. Но одновременно начинается «отрицание отрицания» – действует стремление к саморазрушению вещи, которое компенсируется в середине жизни саморемонтом.

Так обнаруживается *смысл* философского выражения «диалектическое отрицание». Этот смысл, как видим, заключается в получении *знания* о сумме и виде событий становления вещи и получении знания о сумме и виде событий разрушения вещи. Если в энтропии жизни мы только ощущаем жизнь в ее двувекторном значении «жизнь/смерть», то в конкретном явлении жизни мы ищем и находим знания о том, как вещь (жизнь) зарождается, как она становится и как она умирает, то есть ищется смысл явления. А это

уже та область деятельности, которая называется наукой. И тут философия уступает науке свое место.

Если мы посмотрим на график взаимодействия величин, входящих в формулу К. Шеннона, которая является понятийным каркасом всей концепции «информационного подхода в философии», то мы увидим, что величина множителя $\log p_i$ может наблюдаться «не существенной» (близкой к нулю) тогда, когда используется смысл уже познанных жизненнополагающих вещей как в быту, так и в науке или активно реализуется процесс жизнедеятельности в рамках устоявшихся отношений. А это значит, что момент, когда «позволяют равнодушно игнорировать ее [философию] как беспредметное мышление» наступает тогда, когда человеческий опыт имеет дело с хорошо управляемыми процессами и полностью удовлетворен кажущимся отсутствием проблем в этой области деятельности, то есть тогда, когда вероятность p_i реализации модели управления близка к единице.



(Величина $\log p_i$ определяет силу страдания человека в зависимости от величины вероятности реализации ожидания понятности философии, от p_i , поэтому она (величина) растет, когда

философское положение непонятно, то есть обладает большим потенциалом значения, и уменьшается тогда, когда философское положение может быть наполнено смыслом).

При относительно комфортном состоянии понятности управленческих моделей жизни в консервативной части общества выхода мысли за пределы «здесь-теперь» в иное, продленное, воображаемое время и в иное пространственное состояние, когда бы устойчивость управляемости жизненных событий подверглась сомнению, не происходит. Следовательно, не рождается в этой группе людей и возбуждения, ощущения значимости нерешенной проблемности, то есть не рождается потребности в философии.

Другой вариант равнодушия к философии мы не рассматриваем, так как он обнаруживает себя на другом конце единства энтропии/негэнтропии – на конце информационной энтропии с нулевой вероятностью управляемости событий, – и полностью оккупирован верой ($\log p_i \rightarrow \max$), рождающей религиозные представления об управляемости мира внешней силой.

Вместе с тем ожидание от философии «чрезвычайных откровений» может приводить и приводит к ошибочным человеческим действиям, когда кажется, что философия -- ее возможные смысловые выводы – могут послужить средством проектирования социальной организации. Так философия марксизма-ленинизма, базирующаяся на диалектике Гегеля, привела ее основателей к ошибочному, как оказалось, выводу о том, что развитие общества происходит «по спирали», на последнем витке которой общество, начав свое существование с предельно энтропированной формы системы управления – с первобытно-общинного строя, – проходит стадию предельного негэнтропирования (империализм) и заканчивает свое развитие также в предельно энтропированном состоянии системы управления социумом – на «стадии коммунизма». Марксисты-ленинцы советского образца и их последователи в разных странах, «перевернув Гегеля с головы на ноги» – с идеализма на материализм, -- решили построить в своих странах такие системы управления социумом, в которых каждый элемент системы – в пределе каждый человек – захочет и сможет управлять всей общественной системой, для реализации своих социальных потребностей. Предполагалось, что этим самым будут устранены противоречия между двумя основными участниками социальных антагонистических взаимодействий – между классами буржуа и пролетариата (остальные участники социальных взаимодействий марксистами во внимание не принимались).

Практика такого строительства, начавшаяся в России в октябре 1917 года с *эгалитарной* революции, продолжалась 74 года и закончилась разрушением государства социализма и, следовательно, поражением идей марксизма. В 1991 году в СССР произошла *элитарная* революция.

По ходу строительства коммунизма в России-СССР с 1917 и до начала «перестройки» «архитекторы» пустили «в расход» значительное количество «строительного материала», уничтожив прямо и через лишения миллионные массы введенного в заблуждение ложной идеей народа. Соревнование с альтернативным социальным строем – с капитализмом -- было проиграно по всем социальным показателям.

Несмотря на поражение марксистско-ленинской идеологии в практике ее реализации, рецидивы этой идеи продолжают себя проявлять в философском дискурсе современной России (М.В. Попов). Это не может не вызывать недоумение: если социум, который был выстроен по определенному проекту, разрушился, то может быть дефективен сам проект и его философия?!

В самом деле: кроме диалектики Гегеля (который к тому же предостерегал от использования философии в социальном проектировании) в философском наследии есть еще и диалектика Аристотеля. А Аристотель, как известно (см., например, А.Ф. Лосев. «История античной эстетики. Аристотель и поздняя классика»), очень большое значение придавал понятию «середины» в становлении природных сущностей. Он утверждал: «Все нуждается в противовесе, чтобы достичь меры и середины, ибо в этом заключается сущность и правильное соотношение, между тем как ни одна из крайностей в отдельности не имеет их» [3].

«Крайностью» одного вида во всеобщем мировоззрении выступает идея предельной специализации элементов социума, развиваемая Платоном. В его идеальном государстве в силу природного неравенства людей выделяются три типа людских добродетелей, которые и обеспечивают существование государства: крестьяне и ремесленники; воины и чиновники; и, наконец, правители. Эти касты специализированы и изолированы от смешения, то есть как мы говорим, «предельно негэнтропированы». При феодализме и абсолютизме выделяются элиты силовой власти; при капитализме и империализме начинают выделяться элиты промышленного и финансового капиталов. В любом случае элита представляет собой узел накопления негэнтропии различной мощности независимо от вида этой мощности: «сила», энергия»,

«информация (знания)». Между элитой и народными массами возникает *разность информационных потенциалов* как разница в представлениях людей о «хорошей жизни» элиты и действительностью униженного существования народа. По мере того, как история человечества накапливает опыт неэффективности существования стран с сильной социальной дифференциацией, образованной процессом негэнтропирования, этот опыт приводит к возникновению более эффективных систем управления -- к либерально-демократическим, в которых негэнтропирование «снимается» (по Гегелю) энтропированием.

Такие системы управления как бы «ищут» (и находят) ту середину», о которой говорил Аристотель. И эта «середина», отходя от идеи крайнего негэнтропирования социального элемента – от предельной значимости специализации силы (при феодализме и абсолютизма) и энергии (при капитализме), -- также отдаляется от другой крайности – от крайности идеи предельного энтропирования социального элемента – от предельной универсализации человека в обществе, о которой повествуют марксисты в социальном теоретическом прогнозировании.

Из этого можно заключить, что наблюдения за природными (а социальные процессы не могут быть в противоречии с природой) процессами привели Аристотеля к выводу о том, что стремление к серединному положению от начала и от конца вещей есть всеобщий природный принцип: «природа избегает экстремальных состояний». Опираясь на этот, открытый Аристотелем принцип, современное критическое теоретическое сознание может предположить, что вывод марксистов о предельном энтропировании социума, когда «государство отмирает», а «кухарка сможет управлять «снятым» (по Гегелю) государством, скорее всего, не верен, так как противоречит природе становления социума.

Управление в социуме строится на основании принципа социальной справедливости. При этом принцип социальной справедливости имеет двойственную природу. Условно можно выделить принцип признания неравенства людей по результатам их деятельности– принцип *элитарной* справедливости; и принцип признания права людей на равные условия в общем пространстве их социальной деятельности – принцип *эгалитарной* справедливости.

Историческая практика становления социумов показала, что если управление социумом строится только на каком-то одном принципе социальной справедливости – на вертикальном (справедливость неравенства) или горизонтальном (справедливость

равенства), – то в результате возникают социальные напряжения, приводящие к революциям – эгалитарным в первом случае и элитарным во втором. И только гармоничная «середина» соблюдения обоих принципов приводит социумы к устойчивому развитию.

Но продолжим о философии.

Почему-то считается, что практика жизни и наука не имеют никакого отношения к философии, хотя на самом деле и практика жизни и наука являются «снятой», говоря словами Гегеля, частью все той же философии, которая свою любовь к мудрости в свое забытое теперь время посвятила пониманию самых простых на первый взгляд вещей. Уже в тот момент, когда человек, поедая различные дары природы, дал им название «пища» – был совершен акт философствования. А уж когда имя «пища» было снабжено *значением*, а затем и *смыслом*, то совершилось полноценное философское *событие*, которое на протяжении тысячелетий будет служить каркасным элементом всего философского дискурса. Пользоваться этим элементом понимания будут с давних времен, но осмыслить саму конструкцию этого элемента и дать ему имя «треугольник Фреге» случится не очень давно (Фреге Готлоб род. 8 нояб. 1848, Висмар – ум. 26 июля 1925, Йена).

По определению информационное пространство философии как целое состоит из огромного множества частных, локальных «пространств/времен» --*событий*, – которые бесчисленными связями между собой сплетены в целую систему понимания «Хаос/Космос». И эта система представляет собой сумму событий вида «значение/смысл» с общими показателями пространства и времени системы, определяемыми как стремление к *философской бесконечности*. И тогда каждая индивидуальная система-элемент входящая в метасистему Хаос/Космос заявляет о себе в этом общем информационном пространстве своим *значением*, своим $\log p_i$, то есть своей проблемностью, а не своим *смыслом* – оформленным пространством существования p_i , величина вероятности чего располагается в диапазоне от 0,5 до 1. Вот это множество событий с незавершенными смыслами, множество их значений и принадлежит собственно философии. А та часть систем-элементов с решенной своей проблемностью, вероятность существования которых находится в пределах от 0,5 до 1, «выкристаллизовывается», «отрицается», «выпадает в осадок» из общего проблемного (значащего) пространства философии, но никуда из него не уходит, а остается в нем с малыми (при $p_i = 0,5$) или исчезнувшими (при $p_i = 1$) своими *значениями* ($\log p_i = 0$), но со *смыслами*, составляющими

плотную массу научного и технического знания, лежащую на дне философского сосуда. Поэтому, когда любопытствующий ум опирается в своем исследовании на устойчивый, как ему кажется, беспроблемный субстрат жизни, где и материя жизни, и теория о ней – наука – кажутся ему удовлетворительно управляемыми, то вполне закономерно такой ум не испытывает потребности в философствовании, а позволяет равнодушно игнорировать философию как беспредметное мышление. В результате такого рефлексирования получается то, о чем нам говорит Ф.Э.С.: «Для человека, верящего в науку, наихудшим является то, что философия совершенно не имеет всеобщезначимых результатов – того, что можно познать и чем благодаря этому можно обладать. В то время как науки получили в своих областях определенные обязательные и общепризнанные знания, философия не достигла ничего, несмотря на тысячелетние усилия. Нельзя отрицать того, что в философии нет единодушия, присущего сфере окончательно познанного. То, что с необходимостью признается каждым человеком, становится в силу этого научным познанием и уже не является философией, а относится к особой области знания».

Со смыслом этого словарного фрагмента нельзя полностью согласиться, во-первых, потому, что не всякий ум абсолютно доверяет *необходимости окончательно познанного* научного знания (см. «критический рационализм» К. Поппера) и, во-вторых, потому что не всякий рефлексирующий ум способен прочно удерживать в своем тезаурусе совершенно определенные достижения философской мысли, которые могли бы вызвать интерференцию с научным знанием, и что является источником эвристической силы на протяжении тысячелетий.

Кроме того, не всякая наука может характеризоваться даже удовлетворительной предсказательностью. Так называемые «гуманитарные» науки весьма приблизительно соответствуют критерию научности в способности к предсказаниям, годным для социального проектирования. И там, где наука «топчется» в диапазоне величины вероятности реализации причинной модели от близкой к нулю до 0,5, такая наука всегда на грани либо веры, либо науки, то есть где-то плавает в пространстве философии, которая, как любящая мать и веру не может игнорировать.

Как правило, когда науке *доверяют*, то есть когда по преимуществу пользуются ее признанными смыслами, игнорируя значения «мелких» научных проблем, то имеют в виду прежде всего классическую физику, которая до конца XIX века достигла почти

абсолютного совершенства. Околонаучные публицисты говорили: дайте ученым координаты начального движения мира, и они определят всю историю его развития. Но затем разразился научный кризис: вся силовая часть физики была поколеблена до основания – выяснилось, что прочность силового основания физики, использующего строгий детерминизм, оказалась эфемерной: в основе силовых законов физики оказывается заключена неопределенность квантовых, вероятностных событий микроуровня. И куда тогда обратился, возбужденный страданием, рефлексирующий ум?

Он обратился к философии, к тем понятийным схемам, которые там давно существовали. Каковы эти схемы?

Это представление о том, что все целое состоит из мельчайших частиц, и их существованием определяется существование целого (Демокрит);

это представление о том, что в мире все находится в движении – нет ничего неподвижного (Гераклит);

представление о всего «двух формах чистого созерцания – *пространство и время*» (Кант);

затем, развитие гераклитовского движения в категорию действующей причины;

и дальше, например, у Аристотеля в его диалектике Ума из четырех единств противоположностей: «мыслящего и мыслимого, действующего и создаваемого, жизни и эйдоса, удовольствия и умозрения» [4] – можно обнаружить единство *удовольствия и умозрения*, которое дальше по времени у Локка выражается в понятия *ощущение* и *рефлексия* [5], которые рассматривают движение как результат чувствования и размышления;

сюда же примыкает Шопенгауэр с его понятием *воли*;

прочно постулировался дуализм живого мира – «душа и тело», а также уже ранее выделялась, хотя и неявно, информационная часть этого дуализма *монада* в «монадологии» Лейбница.

Продолжил *информационную парадигму* в философии панлогизм Гегеля, который к тому же заявил почти в современной форме о *единстве энтропии/неэнтропии* в выражении «*что действительно, то разумно, а что разумно, то действительно*». В этом выражении мы имеем *единство информационной модели вещи* – это то, что «разумно», -- и *существования вещи* – это то, что «действительно», -- которое диалектически оправдывается только тогда как *единство энтропии/неэнтропии*, когда существование вещи – ее бытие -- не противоречит разумности этого бытия, то есть следует совершенной

информационной модели этого бытия. А разумность, еще у Платона это *идея*, и это синоним справедливости. Об этом скажем чуть позже.

Фридьоф Капра попытался объяснить выводы современной физики, обратившись к философии буддизма в своей книге «Дао физики».

Таким образом, потрясенные катастрофой классической физики, ученые не оказались совершенно философски безоружными, в информационной пустоте. Философия «подстелила им соломку» мягкого пространства своих понятий. Бертран Рассел и Карл Поппер обосновали в дальнейшем критический подход к человеческим ожиданиям найти «истину» – строго и навсегда установленную причинную зависимость в первооснове мира. Раздел классической физики «статика» как прочная неподвижность удовлетворилась статистической устойчивостью непрерывного движения. Силовая часть динамики вынуждена была перейти к энергетическим представлениям -- формула $F = ma$ в фундаментальном основании физики заменяется формулой $E = mc^2$. Термодинамика впервые вводит в математический аппарат науки понятие *вероятность*. Изменение энергии в термодинамической системе в классической физике связывают с *разнообразием* скоростей движения микрочастиц газа, скорость которых отличается друг от друга на величину *дельта v*, а в квантовой механике состояние системы связывают с вероятностью состояния элементов системы «*возбужден-невозбужден*», и называют это для обоих случаев *энтропией* – $S = k \log W$. В этом определении физика уже прямо влияет на философию, рождая в ее понятийном аппарате *имя* одной из возможных тенденций течения мировых процессов – тенденцию *энтропирования* – стремление к репликации однородных систем, стремление к равенству, то есть к снятию индивидуальных различий, стремлению к разрушению неустойчивых систем, стремление к деградации энергии. Соответственно философия «подсказывает» физикам *имя* противоположного жизненного процесса – процесса *негэнтропирования*, где частица *нег* означает, что развитие мощности жизни происходит путем отрицания распада и использования продуктов распада для создания более стабильных систем. А информационные категории *энтропирования* и *негэнтропирования* имеют очевидную понятийную связь с классическими философскими категориями *креационизма* и *эволюционизма*.

Релятивистская физика предложила философии еще одну важную категорию – это «*пространство-время*» Минковского в эйнштейновском понятии *события* (Ereignisse) [6]. Эта категория

приводит к пониманию важности индивидуальных процессов на уровне элементов, действующих в составе какой-то относительно целой системы, размеры пространства и времени которой иные, вплоть до бесконечности.

Тейяр де Шарден сообщает о том, что возможно все энергетические процессы имеют психическую природу, а сама энергия двувекторна — *тангенциальна* и *радиальна*, что корреспондируется с категориями «информационного подхода» *энтропирования* и *неэнтропирования*. Как видим, налицо взаимовлияние науки и философии — их взаимное обогащение.

В 1948 году лауреат нобелевской премии по экономике Василий Леонтьев заявляет о понятийном кризисе в науке из-за огромной множественности индивидуальных языков, которые собственно науку как таковую и организуют, и выражает надежду, что может быть будет создана *единая формула* для сведения смыслов (и значений) разных наук к единому пониманию [7]. И в это же время (1948) Клод Шеннон для теории информации придумывает формулу очень похожую на ту, которая описывает энтропию термодинамической системы. Так появляется в науке формула вида:

$$H = - \sum_{i=1}^n p_i \log p_i$$

и соответствующее ей имя «*информационная энтропия*».

Но родившись в науке *информационная теория связи*, «информационная энтропия» не смогла в свое время стать фундаментальным основанием философии.

Лорен Р. Грэхэм, в своей книге «Естествознание, философия и науки о человеческом поведении в Советском Союзе», писал:

«Некоторые ученые считали возможные применения этого совпадения огромными. ...Уивер комментировал: «Встречая понятие энтропии в теории связи, человек имеет право волноваться, подозревая, что он обладает чем-то основополагающим и важным». Луи де Бройль считал вывод о глубокой аналогии между энтропией и информацией «самой важной и привлекательной из идей, выдвинутых кибернетикой».

Если будет доказано, что связь между негэнтропией и информацией — это больше, чем функциональное сходство или, более того, идентичность, то конструкция общей теории материи, согласно которой все сложные системы — неорганические и органические, включая человека, -- могут быть математически описаны, становится, по меньшей мере, возможной» [8].

Лорен Р. Грэхэм достаточно подробно описывает драматизм дискуссий о кибернетике в СССР. Раскрывая содержание книги советского математика А. Д. Урсула «Природа информации», он отмечает, что Урсул «полагал, что существовали достаточные основания для перевода понятия информации из научно-технической области в область общих философских категорий». Однако стать доминирующими понятиями в философии информационным представлениям не удалось. В заключение главы, посвященной кибернетике, Лорен Р. Грэхэм написал: «Отсутствие в кибернетике ярких теоретических прорывов уменьшило убедительность ее интеллектуальной схемы как объяснения всех динамических процессов. ...Изначальное рвение могло быть возобновлено будущими разработками в теории, но никто, естественно, не мог предсказать таких событий» [8].

Таким образом, академическая философия, несмотря на признание важности информации во всех жизненных процессах, не отреклась от примата «материи» и не признала информацию фундаментальной сущностью, когда бы понятие информационной «энтропии-негэнтропии» могло стать краеугольным камнем всего философского дискурса.

Обратимся снова к Ф. Э. С.:

«В противоположность наукам философскому мышлению не присуще, не свойственно прогрессивное развитие. Конечно, мы ушли дальше, чем древнегреческий врач Гиппократ. Но едва ли мы можем сказать, что мы ушли дальше Платона. Мы ушли вперед только в том, что касается материала научного познания, использованного им. В самом же философствовании мы, быть может, только еще вновь приближаемся к нему».

И еще раз необходимо возразить на высказывание об отсутствии прогресса в философии. Он несомненно есть, и об этом уже говорилось выше, хотя и медленный, что объясняется самим размером того пространства и того времени, в пределах которых философская мысль перемещается для установления всех возможных связей между всеми взаимодействующими системами, и размеры эти – стремление к философской бесконечности.

Но самой главной причиной непонимания прогресса философии является *неузнаваемость инструментария*, которое этот прогресс могло бы обозначить. Неузнаваемость того, что настойчиво ищется как необходимое новое, и что уже существует как искомое, но мимо чего проходят. Неузнаваемость фундаментальности информации в ее двуединстве – *информационная энтропия/негэнтропия*.

Например, уже у Платона это двуединство обнаруживается во «взаимоотношении идей и вещей». Как писал А.Ф. Лосев в «Истории античной эстетики», Платон недостаточно определенно выражал идеалистический [читай «информационный»] характер учения о вещах. А вот ... «Аристотель создал свое учение о *четырёх принципах*, учение, которое и на самом деле в гораздо более ясной форме идеалистически [читай «информационно»] обосновывает теорию вещей, чем-то было у Платона» [9]. (С 590)... «Аристотель в своем учении о формах просто продолжает платоновское учение об идеях, применяя общий термин «эйдос» и к перво двигателю, в котором все его эйдосы противопоставлены вещам и резко отделены от них, и применяя его также к каждой отдельной вещи, где якобы эта идея, или, как обычно искаженно переводится, «форма», находится в самой же вещи. Итак, согласно основному учению Аристотеля, всякая вещь есть и материя и форма, или, вернее, обладает и материей, и определенной идеей, без которой она была бы бессмысленна. Идея здесь целиком воплощена в материи, а материя здесь целиком оформлена и осмысленна идеей» [10].

Очевидно, что это положение Аристотеля целиком предвосхищает современное положение философии «информационного подхода» о единстве энтропии/негэнтропии в любой вещи, где в качестве энтропии выступает информационная модель, проект вещи, а в качестве негэнтропии материальное воплощение этого проекта.

Точно также и другие два принципа, предложенные Аристотелем в его теории вещи, согласуются с положениями философии «информационного подхода». Это, во-первых, принцип внутренней причинности возникновения вещи, становления вещи и уничтожения вещи как *разность информационных потенциалов* между идеальной моделью вещи и действительным состоянием вещи; и, во-вторых, цель вещи как мотив ее существования.

Ф. Э. С., который содержит только что приведенное определение философии, был издан в 1990 году, но уже 16.10. в 1998 году в независимом бостонском альманахе Лебедь была напечатана статья автора этих строк «Единство энтропии-негэнтропии – основа альтернативного миропонимания (информационный подход)» [11]. В этой статье уже достаточно полно было изложено предложение считать основным понятием философии понятие *энтропии-негэнтропии* в их единстве. И это предложение, в случае принятия его к обсуждению среди философского сообщества, могло бы резко

обозначить прогресс философии как средства наиболее общего понимания всех жизненных процессов.

Такое предложение в философское сообщество поступало и раньше, например, тогда, когда Н. Бердяев в 1923 году, размышляя о «смерти культуры», ввел термин *«социальная энтропия»*. Надо правда заметить, что, дав *имя* информационному явлению, – это вершина треугольника Фреге – и показав негативное *значение* этого имени как характеристики процесса разрушения, – это одна боковая связь треугольника – Бердяев не завершил треугольник разработкой *смысла* – второй стороны треугольника Фреге. В результате философский тезаурус наполнился еще одним *значением* информационного события с неопределенным *смыслом*, что в общем-то и являлось до настоящего времени основным содержанием философии, особенно философии идеалистического направления.

А вот уже в следующих моих статьях в альманахе Лебедь и в моей книге, размещенной в интернете в 2008 году «Социум как единство социальной энтропии/негэнтропии. Информационный подход в философии», *смысл* философской концепции информационного подхода был разработан достаточно полно, чтобы вся концепция могла быть принята и к обсуждению и, возможно, к принятию в качестве нового инструмента философии.

Прогресс философии. Философия XXI века.

Как обычно разрешается кризис переполнения проблемами неуправляемости какой-либо системы? – Созданием более высокого уровня управления в соответствии с гегелевской триадой («тезис – антитезис – синтез»), который принимает за основу принципов управления небольшое число наиболее важных причинно-следственных связей с новыми определениями.

Поэтому результатом синтеза исследования проблем философии в виде тезиса – *потребность в управлении* – и антитезиса – *неуправляемость* – должно стать переключение всего информационного массива философии с так называемого «философского» языка на информационный язык с использованием понятий *«возможность/вероятность управления событиями»*.

Язык управления событиями это язык, который устоявшиеся понятия характеризующие какие-то цельности, – например, *вещь, явление* – рассматривает как *сумму событий* управления квантами действия, которые в своем системном единстве и делают вещь собственно вещью, а явление своей явленностью. Эти события могут иметь для человеческого разума два состояния: а) не поддающиеся

управлению человеческим разумом сейчас в силу их непонятности (Зло или *энтропия*); б) как процессы, поддающиеся управлению (Добро или *негэнтропия*) в пределах тех пространств и времен, которые разум посчитает для себя удовлетворительными.

О философском определении «диалектическое отрицание» и о понимании этого определения как о единстве энтропии/негэнтропии было написано выше. Теперь можно рассмотреть, например, понятие «справедливость» как оно трактуется в Философском Энциклопедическом Словаре (Ф. Э. С.):

«СПРАВЕДЛИВОСТЬ – у Платона добродетель правильного отношения к др. людям, сумма всех добродетелей вообще. В современной этике ценностей справедливость является предварительным условием осуществления остальных ценностей (*см. Этика*) и состоит в том, чтобы быть справедливым по отношению к чужой личности как таковой, уважать ее и не вторгаться в сферу ее свободы, чтобы сохранить ее свободу действий и не препятствовать созданию культурных ценностей».

Вот этот текст написан на обычном философском языке. Думаю, что всякий человек, кто прочтет это определение, не сможет сказать, что ему ясно, что такое справедливость и как надо поступать в тех или иных обстоятельствах, связанных, например, с «отношениями к другим людям» как «правильного» или «неправильного». Тем более сложным будет определение отношений между государствами как справедливых или несправедливых в случаях, когда эти отношения приходят к состоянию конфликта. Как правило, оценка обществом конфликтной ситуации производится в виде двуполярного мнения – справедливо-несправедливо, а правильность оценки производится исторически, то есть дальнейшим развитием событий из пространства конфликта в состояние измененной информационной мощности для обоих участников конфликта – кто в дальнейшем развивался, а кто утратил свою мощность. Обращаясь к гегелевской формуле, можно сказать, что справедливость устанавливается исторически в виде такой *действительности*, которая оказалась *разумной*. Но это слишком долгий исторический ход событий, чтобы разум мог хладнокровно наблюдать как из множества мнений о степенях справедливости тех или иных коллизий, вплоть до противоположностей, будет развиваться следующие шаги событий в направлении их справедливого или наоборот несправедливого состояний.

Возможен ли другой путь определения доопытного состояния отношений как справедливых или несправедливых? Разумеется,

возможен, и более того он очень широко используется в межчеловеческих отношениях, когда общество принимает для себя цивилизационные механизмы их регулирования. Этот способ именуется *договором* между субъектами отношений, в котором предусматривается *эквивалентность обмена информацией, энергией, вещами между субъектами отношений при условии равного знания (или равного незнания) субъектов отношений о стоимостях той информации, той энергии и вещей, которыми субъекты отношений обмениваются*. Именно договор деформирует пространство событий между субъектами отношений из состояния равновозможности управляемости (Добро-Зло) в состояние по-преимуществу управляемое (Добро) в пределах действия пространства/времени договора.

Механизмы права учитывают возможность изменений в содержании стоимостей, которыми обмениваются субъекты социальных отношений, а также появление нового, ранее неизвестного *знания* о содержании стоимостей, что безусловно может нарушать принцип справедливости обмена. Однако произвольный односторонний отказ одной стороны договора от исполнения обязательств считается недопустимым. Справедливым будет своевременное сообщение партнеру по договору о тех изменениях о содержании стоимостей, а также сообщение о новом знании о содержании стоимостей, которые стали явно нарушать принцип справедливости. Право устанавливает некоторую временную паузу между сообщением о необходимости изменения (или прекращения) договора и совместным изменением содержания договора или его прекращением. Это требование механизма права тоже относится к понятию справедливости, и его неисполнение может рождать возбуждение неприязни, когда договор произвольно прерывается в одностороннем порядке, даже в тех случаях, когда разрыв отношений, что называется -- «назрел».

Классическая философия не считает для себя нужным изменять принцип укрупненного подхода к вещам и явлениям. Поэтому она оперирует в своем интеллектуальном действии *значениями* понятий, а не их смыслом. Она передает необходимость поиска смысла, то есть необходимость детализации сути вещей и явлений науке. В частности, важнейшая философская (со времен Платона) категория *справедливость*, передана для детализации науке о праве – юриспруденции – чисто социальной науке без всякого напутствия ей помнить о том, что принцип справедливости является основным при действии механизма эволюции материи. Материальные вещи существуют для нас в таком виде, в каком мы их видим, потому что

они сформировались на основе соблюдения принципа справедливости. Тот факт, что всех видов химических элементов всего около ста, говорит о том, что дальнейшее усложнение их структуры сверх такой, которая является устойчивой в наших условиях, приводит к нарушению принципа справедливости. Поэтому природа изобрела другой способ наращивания сложности – через комбинирование сочетаний атомов в молекулы.

«Информационный подход» в философии старается выявить механизмы, действующие внутри «вещей в себе». Поэтому «информационный подход» сам старается определить, что такое справедливость, не как категория права, а как философская категория.

СПРАВЕДЛИВОСТЬ в «информационном подходе» понимается двойственно. Во-первых как *значение*, как чувство, которое возникает у субъекта в субъект-объектных отношениях; как приближительная величина множителя $\log p_i$, располагающаяся на кривой *возбуждения* (см. график) в зависимости от величины вероятности реализации тех моделей отношений, которые были приняты как эквивалентные, и, во-вторых, как *смысл* – как «эквивалентность обмена стоимостями в субъект-объектных отношениях при условии равного знания (незнания) о содержании стоимостей во время действия договора об обмене». Это определение может быть всегда развернуто в *сумму событий* обмена стоимостями между субъектами всяких, а не только социальных отношений, и между субъектом и объектом социальных отношений, когда объектом в социальных отношениях может выступать государство или природа. Здесь трудностью в определении выступает понятие *эквивалентности* сделок, но эта трудность преодолевается через *согласие* договаривающихся сторон на признание взаимной компенсации тех функций, на которые одна из сторон оказывается неспособной «органически». Например, некоторые члены общества органически не способны защитить себя силой от внешней агрессии (дети, некоторые женщины, инвалиды, старики), тогда общество право на силовую защиту от агрессии делегирует государству в лице его официальных специально обученных профессионалов. И тогда, когда возникает необходимость обращения гражданина за услугами защиты со стороны государства, такой обмен совершается при условии равного знания о содержании стоимости сделки и о лицах, участвующих в ней. То же можно сказать и о сделках, совершаемых в природной среде, когда, например, соединяются в «кирпичик» органики углерод и водород. Сама жизнь в природе показывает нам как происходят справедливые сделки, когда соединяются для продолжения рода

мужские и женские организмы. Можно и в природе, также как и в социуме наблюдать случаи нарушения принципа справедливости и природа накапливает в себе разность информационных потенциалов о неэквивалентном обмене человека с природной средой; и эта разность в конце концов, достигнув предела терпения, производит резкие изменения в содержании договора об обмене: например, когда мусор вываливается без переработки на мусорные полигоны, природа отказывает человеку в предоставлении здоровых условий существования.

Итак, надо признать, что понятие *справедливости* есть чисто информационное философское понятие, охватывающее действием своего информационного поля не только отношения между людьми, но и отношения между «чисто» природными системами (например, явление радиоактивности есть следствие нарушения принципа справедливости на атомном и субатомном уровнях).

Пойдем дальше. Возьмем, например, текст из Ф Э С:

«ФИЛОСОФИЯ ЭКОНОМИКИ – рассмотрение экономики с философской точки зрения, в особенности исследование ценностей экономического фактора в связи с культурой вообще, а также связей между всеобщими мировоззренческими принципами и экономическими теориями какой-либо эпохи».

Начнем с вопроса о том, что такое «философская точка зрения»?

Философская точка зрения, как я понимаю, – и думаю, что так и *должна* пониматься, – это точка зрения, находящаяся где-то в середине информационного пространства между прошлым и будущим рассмотрения какой-то информационной цельности, имеющей определенную функцию – сумму специфических событий – и структуру специфичных связей. При этом границы информационного пространства исследования должны быть максимальной размерности как в пространстве, так и во времени – это обычная размерность философского информационного пространства, которая в случаях некоторой условной специализации ограничивается размерами этой специализации. Например, философия экономики ограничивается информационным пространством деятельности человека в земных условиях с затрагиванием размерности ближнего космоса (для глобальной экономики – пространство всех стран).

Для экономики, как для явления, *функцией* исследуемой социальной цельности в классическом представлении может быть принята характеристики, например, *богатства* или *бедности* с

возможным уточнением как *динамика ВВП*. Однако, этот экономический показатель является односторонней характеристикой, показывающей динамику сравниваемых в движении социальных систем лишь по напряжению *значений* результата экономической деятельности. *Смысл* же экономической деятельности, стоящий за этим общим показателем, оказывается скрытым.

«Информационный подход» должен рассматривать экономику вообще как *сумму событий производства* вещей, энергии и информации в качестве *товара*, далее *сумма событий обмена* товара с его потребителем и, наконец, — *сумма событий движения денег*, — и как самодвижение денег с образованием чисто финансового капитала, и как движение денег в развитие производительного (производства информации, энергии, вещей) капитала — цикл непрерывный.

При таком подходе собственно философия экономики обычно оперирует *значениями* динамики экономик разных стран или разных временных периодов одной и той же страны. Но эти значения всегда могут быть «сняты» переходом к *смыслу* — к детализации суммы событий, послуживших основанием для формирования напряжения *значения* общего показателя.

Философская точка зрения будет находится в месте, где сходятся сведения о том, как функционировала экономика как на самых крайних пространственных границах — Китай, Египет, Англия и т. д. — так и в самые давние времена, и до наших дней. То есть философ-экономист по необходимости должен иметь представление о том, как в ином, далеком пространстве совершались *сделки* в прошлом, и как они совершаются *здесь-теперь*, ибо *сделка* — это элементарное экономическое событие, динамическая сумма которых и представляет собой функцию экономики. Философ должен иметь представление и о содержании таких — исторических или современных сделок — что производилось в качестве товара и обменивалось где-то и когда-то, и что производится и обменивается здесь и сейчас.

Структура специфичных связей цельности *экономика* будет представлять собой *структуру рынка* — места, где совершается сделка, которая также должна исследоваться философом экономики с учетом истории этой структуры. При этом сделка может совершаться не обязательно в специализированном пространстве, а, например, в семье между членами семьи. Тем не менее, где бы сделка ни совершалась, она есть функция рынка и принадлежность структуры рынка как *элемент*.

Например, «Великий Шелковый путь», караванные тропы, морские пути и дальше -- гавани, склады, торговые ряды, жилища людей – прошлые структуры рынка должны интересовать философа от экономики, и он должен иметь сведения о современной структуре рынка – биржи, банки и т. д., о степени их защищенности и свободе проникновения «нитей» структуры в иные страны.

Также философ должен видеть характер сделок по способам управления их совершения: совершение сделки может управляться силой (отношения «раб – господин»); передачей (обменом) социальной энергии – денег; и управление социальной информацией с помощью понятия *закона* в негэнтропии управления или «долга» в энтропии управления (семейные и неформальные способы человеческой коммуникации).

Философ-экономист должен видеть, как сочетания различных способов управления совершением сделок формируют информационное пространство совершения сделок по балансу в нем свободы/необходимости для того, чтобы иметь представление о том, что является для экономики важным в процессе исторического развития и как познанная потребность в организации экономики реализуется в современности. (Что оказывается ценным для «матери-истории»: свобода рынка, необходимость его тотального регулирования или некоторая «аристотелевская» середина?).

Идем дальше по словарю. «Исследование ценностей экономического фактора в связи с культурой вообще».

Эта задача, на мой взгляд сводится к исследованию моральных ценностей *честности* и *справедливости*, которые способствуют устойчивости экономических процессов. Переходя на язык управления, можно сказать: честность и справедливость, будучи информационными полями, сильно способствуют путем интерференции повышению *величины вероятности* совершения сделки, и рожают такую немаловажную ценность, как *уверенность* (см., например, Дж. Мейнард Кейнс. «Общая теория занятости, процента и денег»), что безусловно сказывается на экономике в целом, так как уверенность стимулирует увеличение суммы сделок.

Важно остановится на исследовании самого понятия *культура*, так как в данном словарном тексте наблюдается явная неполнота – в нем отсутствует упоминание о *цивилизации*.

Дадим информационное определение культуры.

КУЛЬТУРА с точки зрения «информационного подхода» *есть множество способов управления человека человеком и внешней средой,*

управляемость которых определяется величиной вероятности совершения управляемого события в пределах от 0 до 0,5.

Как это понимать? Возьмем две крайние точки проверки управляемости культурного события – с нулевой вероятностью и с вероятностью 0,5. Допустим, что в составе культуры какого-то социума есть такой способ управления снабжения водой, как молитва, возносимая к богу о даровании дождя. Такой способ управления внешней средой будет *чисто культурный*, так как он наполнен *значением* – чувством веры – при отсутствии всякого *смысла* (при вероятности совершения события p_i около нуля значение $\log p_i$ события максимально). Это и есть классическое определение культуры, как пространства *значений* событий с неясным или непроясняемым *смыслом*. Но могут быть рассмотрены способы орошения полей, которые используют, например, пересыхающие колодцы, пересыхающие пруды, мелеющие реки и др. – будем считать, что это тоже культурные способы управления внешней средой, а не цивилизационные, так как вероятность управляемости такими событиями хотя и отлична от нуля, все-таки не превышает величину 0,5.

Теперь дадим информационное определение цивилизации.

ЦИВИЛИЗАЦИЯ с точки зрения «информационного подхода» *есть множество способов управления человека человеком и внешней средой, управляемость которых определяется величиной вероятности совершения управляемого события в пределах от 0,5 до единицы.* И цивилизация в экономике оказывается не только не менее важной для философского исследования связей экономического фактора, но наоборот, делает эти исследования особенно актуальными в современных условиях (см., например, Дж. Сорос. «Кризис мирового капитализма. Открытое общество в опасности»). Если культура экономики показывает нам важность чувства доверия среди участников экономических отношений, то цивилизация, мы видим, не дает возможности отклониться какой-то стороне сделки от исполнения своего обязательства не по соображениям морали, а по соображению немедленного наступления санкций за неисполнение обязательств. И, таким образом, если моральные ценности культуры экономики формируют всего лишь готовность участников экономических отношений поступать честно и справедливо, то цивилизационные механизмы права императивно заставляют поступать только в соответствии с договором, который составляется так, чтобы ценности культуры рынка – честность и справедливость -- были обеспечены.

Теперь о связях теорий экономики с всеобщими мировоззренческими принципами.

Если отвлечься от множества теоретических конструкций, которые создаются в ответ на наличие в историческом пространстве различных социумов с различными устройствами политического, экономического и идеологического управления в качестве их описания, и постараться выделить некую фундаментальную сущность, которой следует и природа, конструируя себя, то обнаруживается два мировоззренческих принципа, которые обозначены П. Тейяр де Шарденом :

«Мы допустим, что по существу всякая энергия имеет психическую природу, но оговоримся в каждом элементе-частице эта фундаментальная энергия делится на две составляющие: *тангенциальную*, которая связывает данный элемент со всеми другими элементами того же порядка (то есть той же сложности и сосредоточенности), и *радиальную* энергию, которая влечет его в направлении все более сложного и внутренне сосредоточенного состояния.

При данном первоначальном состоянии, допуская, что частица располагает в нем некоторой свободной тангенциальной энергией, ясно, что эта частица способна до определенной степени увеличить свою внутреннюю сложность путем ассоциации с соседними частицами. В результате (поскольку ее сосредоточенность автоматически возрастает) она соответственно увеличит свою радиальную энергию, которая в свою очередь может обратно воздействовать в виде новой комбинации в тангенциальной области. И так далее.» [12].

Подобную дуальность показывает читателю Ф. Фукуяма в книге «Конец истории». Она представляет собой мотивацию человеческих поступков в борьбе за признание. Одну мотивацию, соответствующую радиальной энергии Тейяра де Шардена, Фукуяма (позаимствовав термин у Платона) называет «мегалотимия», другую, соответствующую тейяровской тангенциальной энергии, он называет «изотимия».

Подыскивая в словаре политологии схожие по смыслу термины, мы находим два слова: «элитаризм» и «эгалитаризм».

Теперь, наверное, уже нужно переходить к фундаментальности философии, поместив в это основание информационный термин. Итак, в основании мира вообще и, соответственно в его понимание мы помещаем понятие *Энтропия/Негэнтропия* в их неразрывном единстве.

Дальше мы введем причину всякого движения вообще: это *разность информационных потенциалов*, которая всегда образуется в информационных центрах всех систем, которые в согласии с Тейяром де Шарденом обладают психической природой. Эта разность информационных потенциалов образуется в информационных центрах всех систем между *моделью* ожидаемого состояния внешней среды и ее *действительным* состоянием, с которым система-субъект вступает во взаимодействие. Разность информационных потенциалов интегральна, то есть она образуется двояким образом: во-времени – путем оценки радиальной энергии динамики какой-то системы и в пространстве – путем оценки тангенциальной динамики энергии смежных систем в сравнении с исходной системой.

Введя в теоретический аппарат понятия *энтропию* и *негэнтропию*, мы получаем возможность обобщенного описания всех и всяких систем в виде энтропии или негэнтропии, когда специальные научные факты и теории, а также бытовые отношения рассматриваются с точки зрения допущения их *возможности* как случайности или *вероятности* совпадения моделей управления событиями с реальностью – вероятностью управляемости. Индивидуальность рассмотрения обеспечивается тем, что в формулу энтропии или негэнтропии вводятся «натуральные» события и натуральные модели. Например, описывая «богатство» какой-то культуры (энтропию), надо будет вводить под знак «суммы» событий в качестве *i*-того события то, что в действительности существует в социуме, — если это молебн о ниспослании дождя, то именно так это событие и вводится в формулу культуры, а если это дворец с пубохранилищем, то так он и должен вводится в формулу. Важным показателем в таких случаях является *величина вероятности* совершения культурного события, которая в культуре может быть очень низкой в случаях редких событий – и, это именно то, что и делает использование понятия *энтропия* в анализе всех, а не только социальных, процессов особенно эвристичным, когда рассматривается *возможность* перехода энтропии культуры в негэнтропию цивилизации.

Цивилизационное наполнение социума (его негэнтропия) будет характеризоваться высокой вероятностью обнаружения события управления чем-то (кем-то) в пространстве социума. Например, такой признак как «центральное водоснабжение» будет обнаружен с вероятностями от 0,5 до близкой к единице в случае если мы имеем дело с цивилизацией; или теплый туалет с унитазом,

покажет при наполнении формулы негэнтропии цивилизации, что вероятность обнаружения в стране теплых туалетов будет выше чем 0,5, а, например, вероятность обнаружения айфона у жителя страны будет приближаться к единице.

Эвристический смысл операций с энтропиями, а не с реальными вещами и теориями заключается в том, что в понимании явлений используется не укрупненный подход, не рассматривается явление «в целом», а становится важным наблюдать, как динамика явления зависит от *вероятностей реализации моделей* их внутренней микроструктуры; важно знать, что вот здесь и сейчас применение отработанной модели действия в элементе системы непременно приведет к ожидаемому результату, а если результат будет обратный, то это приведет к эмоциональному возбуждению «разочарованной» системы ($\log p_i$) в целом. Например, для того, чтобы в экономике какого-то социума, использующего энергетический способ управления сделками (деньги), сделка совершилась с высокой вероятностью, очевидно условие: участник сделки, выступающий на стороне покупателя, должен иметь необходимую сумму денег. Тогда связь успешной работы рынка с ценностью *устойчивость* (работы рынка) выражается в подсчете необходимого количества денег в пространстве рынка для целей обмена.

Надо сказать, что в теории рынка до всякого «информационного подхода» уже существовала формула, выражающая условие устойчивой работы рынка. Эта формула – $PQ = Mv$ – «уравнение обмена» [13]. Но эта формула в отличие от формулы Шеннона не содержит множителя «эмоциональности» (у Шеннона это $\log p_i$). Безэмоциональность уравнения обмена лишает формулу способности выделения *значения* факта недостатка денег в пространстве рынка аналогично чувству жажды в организме.

Что касается прослеживания связей экономики с культурой, то она заключается в том, что вслед за изменением культурных ценностей, понимаемых, например, как перенос заботы общества о старых и слабых с семейного уровня на государственный, экономика подстраивается к этому процессу гуманизации общества, выделяя средства на обеспечение достойного существования стариков, инвалидов и детей. Так гуманистические ценности обеспечиваются соответствующим перераспределением денег, когда государство этим озабочено.

Так как успешная работа рынка обеспечивается не только и не столько культурой, то очень важно, чтобы экономика дополнялась цивилизационным механизмом хорошо работающей правовой

системы. А если при обращении в суды за защитой экономических прав, суд «опрокидывается», то вероятность числа отказов работы судебной системы покажет рост отрицательной негэнтропии управления экономикой. Поскольку считается, что точкой бифуркации перехода энтропии в негэнтропию является величина вероятности управляемости событием 0,37, то отказ судебной системы с вероятностью около 0,37 будет свидетельствовать о правовом, а, возможно, и о политическом кризисе социума.

Всеобщий мировоззренческий принцип о двойственном векторе развития систем — *негэнтропирование/энтропирование* — показывает, что социум может развиваться *радиально* в направлении образования мощных централизованно управляемых систем — империй, авторитарных стран, монополистов в экономике, мощных центров профессиональных знаний (университетов). А может развиваться *тангенциально*, то есть путем распада империй на множество самостоятельных стран, впитавших в себя достижения тех империй, от которых эти страны «отпочковались»; путем «размывания» авторитарного управления страной до демократизма; путем принятия в обществе антимонопольного законодательства и поддержки предпринимательства малых форм; путем создания учебных заведений, специализирующихся на распространении прагматических знаний.

Соответственно экономики стран, движущихся в своем развитии под влиянием радиальных или тангенциальных сил, отличаются принципами управления: для авторитарных стран, — для стран достигших высокого напряжения негэнтропирования -- характерен принцип централизованного управления, а для демократических стран — для стран сумевших «снять» высокое напряжение монополистов до безопасной величины разности информационных потенциалов между множеством субъектов рынка, -- характерен относительно свободный рынок с социальным регулированием и институциональное политическое управление через посредство информационной негэнтропии, через посредство законов.

О типах механизмов управления.

Еще одно замечание, касающееся содержания «информационного подхода» в философии.

Информационный подход выделяет три вида, три типа механизмов управления: *силовой, энергетический, информационный*. Поэтому, исследуя различные социальные системы на предмет их

управляемости, необходимо это всегда иметь в виду, особенно при рассмотрении управляемости системы со смешением способов управления.

Развитые цивилизованные социальные системы содержат в своих средствах управления по преимуществу *информационные* типы управления, которые в просторечии называются *знаниями*, и это можно описать как *информационную энтропию* управления. Но диалектической парой этой энтропии в социальный регулятор встраивается *информационная неэнтропия* – *социальная энергия* в виде денег. Капитализм означает строй, в котором доминирующим типом управления является *социальная энергия*, «квантованная» в виде денежных единиц, а знания как информационная энтропия обеспечивают высокое качество этой социальной энергии одинаковой мощности для всех социальных слоев.

Мем -- «демократии между собой не воюют» -- говорит о том, что силовые способы управления в системах с достаточным развитием знания и основанные на перетоках социальной энергии – на движении денег, – становятся маргинальными, подчиненными, а где-то даже мешающими, разрушающими энергетические экономические связи силовым вмешательством в случае, если силовые органы управления начинают доминировать в системе управления социумом, «раздуваясь» от действия положительной обратной связи самоусиления, когда отрицательная обратная связь утрачивает свое стабилизирующее значение.

В заключение еще раз представляем формулу Шеннона и дополнительно показываем, что она необходимым и достаточным образом описывает мир с ожидаемой полнотой

$$H = - \sum_{i=1}^n p_i \log p_i$$

Формула может описывать системы самого разного размера; необходимо лишь ставить коэффициент размерности, например, «Вселенная» или «семья из трех человек».

Формула содержит характеристику *пространства* – P_i , соответствующего размерности исследуемой системы.

Формула содержит характеристику *времени* -- $\log p_i$ или *возбуждения* (что одно и то же), связанные с изменением данного пространства.

Формула содержит *смысл и значение события* – $p_i \log p_i$.

Чтобы стало ясным, почему множитель P_i в формуле Шеннона может пониматься одновременно как *пространство* и как *смысл*,

необходимо дать определение понятия *смысл* так, как оно понимается в «информационном подходе»; из этого определения должно быть ясно, что величина вероятности не может относиться ни к чему иному кроме как к пространству, которое изменяется от некоторого начального состояния до некоторого конечного или промежуточного в ходе становления смысла.

Напомним, что *смысл* понятия, явления, вещи есть сумма событий, совершающихся в некотором системном пространстве/времени, в результате чего некоторое начальное состояние этого *пространства* изменяется до некоторого конечного или промежуточного *ожидаемого* состояния; при этом чем больше оказывается величина вероятности приближения результата реализации модели смысла к действительности, тем меньшее *значение* придается явлению, понятию, вещи.

Например, *смыслам* понятия в философии экзистенциализма «космическое мироощущение» (см. ниже цитату из Бердяева) могло бы стать последовательное показывание информационных актов, происходящих в сознании человека от состояния социальной актуализации синоминутных интересов до состояния реализации этих интересов в пространстве космоса до состояния «преодоления социально-политического провинциализма». Понятно, что до последовательного изображения числа шагов на пути к «преодолению социально-политического провинциализма» смысла в той бердяевской фразе нет, а есть лишь одно *значение*, то есть описание чувства сопричастности с космосом без выявленного смысла.

Или ближе к жизни – смысл такого явления как «сборка автомобиля на сборочной позиции» – будет последовательная череда событий соединения деталей автомобиля из начального состояния пространства на конвейере -- «пустое» – в конечное состояние пространства на конвейере – «готовый автомобиль»; если процесс сборки автомобиля протекает без проблем, то *значение* этого явления «срабатывается» каждым следующим успешным событием сборки до состояния «рутина» – $\log p_i = 0$.

Точно также происходит формирование смысла/значения, например, понятия «таблица умножения» в информационном центре (в разуме) ученика на уроке арифметики в школе. Поначалу неопределенное *информационное пространство* у ученика – «таблица умножения» – через сумму событий повторения и запоминания переходит из «пустого множества» в строго определенное множество; при этом по мере того, как запоминание комбинаций цифр

становится достоверным ($P_i = 1$), значение «знания» таблицы умножения становится равным нулю ($\log p_i = 0$).

В связи с понятием смысла как изменяющегося пространства можно вспомнить слова И. Канта о том, что есть всего две формы чувственного созерцания, и одна из них *пространство* (другая *время*)— других форм нет; поэтому вероятность всегда относится только к пространству, чем всегда завершается смысл. Таким образом и *пространство*, и *смысл* всегда оцениваются величиной вероятности (P_i) их соответствия информационной модели. (Отсюда вытекает алогичность выражения «путешествие во времени»; путешествовать во времени нельзя — это абсурд; путешествовать можно только в пространстве).

Философская категория «время» в «информационном подходе», рассматривающем формулу Шеннона в качестве понятийного основания, соответствует понятию «значение», обозначаемом символом $\log p_i$. Напомним, что *значение* с точки зрения «информационного подхода» определяется как *ощущение разности информационных потенциалов между ожидаемой управляемостью философских построений и реальностью, которая этими построениями описывается*, и имеет вид *страдания*, которое испытывает человек при попытке приобщиться к пониманию философии.

Тогда диалектическая связь *значения* состояния пространства ($\log p_i$) со *смыслом* состояния пространства (P_i), подлежащим управлению выражается в том, что понятие, явление, вещь становятся *актуализированными* — подлежащими активному изменению в направлении соответствия действительности той модели управления, которая применяется для успешного управления понятием, явлением, вещью. В этом случае *время* — $\log p_i$ — и определяет (тавтологически) тот период времени, который затрачивается системой на сумму событий управления проблемным понятием, явлением, вещью. Таким образом, можно сказать, что *время* проблемного понятия, явления, вещи исчезает вместе с решением их проблемы управляемости, когда $\log p_i$ становится равным нулю.

Какие направления в философии отвечают критериям значения и смысла?

Если обратиться к собственно философии и попытаться выявить, что в философии отвечает критериям *значения*, а что критериям *смысла*, как то ожидается в соответствии с формулой Фреге, то можно сказать, что философское направление *экзистенциализм* полностью отвечает критерию *значения* понятия.

Читая тексты философов-экзистенциалистов, ощущаешь накал чувства самовыражения философа от смутного проникновения их чувство-мыслия во всеобщую связь событий и явлений, и обнаружение в этой всеобщей связи проблемности несовершенства мира, но не видно в этих текстах проекта последовательных шагов мысли к состоянию конечного снижения накала мирового несовершенства, шагов мысли долженствующих приводить к всеобщей гармонии. Экзистенциализм либо отдает право установления гармонии богу, либо оставляет решение вопроса об установлении гармонии самосовершенствованию без видимого актора, что в любом случае должно пониматься как креационизм на основе предзаданной модели.

Например.

«Все социальные учения XIX века лишены того сознания, что человек – космическое существо, а не обыватель поверхностной общности на поверхности земли, что он находится в общении с миром глубины и с миром высоты. Человек – не муравей и человеческая общность – не муравейник. Идеал окончательно устроенного муравейника рушится безвозвратно. Но более глубокое сознание возможно лишь на религиозной почве. Мировая катастрофа должна способствовать религиозному углублению жизни.

Тот духовный поворот, который я характеризую как переход от социологического мироощущения к мироощущению космическому, будет иметь и чисто политические последствия, и выражения. Будет преодолен социально-политический провинциализм. Перед социальным и политическим сознанием станет мировая ширь, проблема овладения и управления всей поверхностью земного шара, проблема сближения Востока и Запада, встреч всех типов и культур, объединения человечества через борьбу, взаимодействие и общение всех рас. Жизненная постановка всех этих проблем делает политику более космической менее замкнутой, напоминает о космической шире самого исторического процесса» [14]

Критериям *смысла* в философии, пожалуй, отвечает *критический рационализм* (Карл Поппер), истоки которого можно обнаружить и раньше (Аристотель, «Два трактата о правлении» Джона Локка и др.). Критический рационализм условием достижения гармонии, то есть приемлемой разности информационных потенциалов между субъектами взаимоотношений, считает эволюцию этих отношений, когда приемлемая разность информационных потенциалов между

субъектами взаимоотношений устанавливается путем проб, ошибок и их исправления. В этом случае актором эволюции являются сами взаимодействующие системы, самостоятельно решающие проблемы межсубъектных отношений путем совершенствования моделей этих отношений, и принимающие эти модели в качестве определяющих и саму действительность. *Смысл* эволюции может быть прослежен как историческая последовательность шагов по совершенствованию моделей отношений, которые постоянно усложняясь приводят к тому состоянию, которое Гегель охарактеризовал как «разумное», то есть «действительное», как цивилизацию («что действительно, то разумно, а что разумно, то действительно»).

Заключение

Повторив определение философии, данное в начале статьи:

«ФИЛОСОФИЯ это единство познания и его результат как обнаружение человеком значения мировых событий и поиск их смысла в пространстве и времени размерами в философскую бесконечность», – можно уже конкретизировать способ, которым достигается цель познания, которая в свою очередь задается природной человеческой любознательностью. Этот способ заключается в применении формулы Шеннона, которая в «информационном подходе» получает философскую интерпретацию путем простой операции придания информационному пространству познания размерностей философской бесконечности.

Известно, что психический механизм человека, может иметь правополушарную асимметрию. Для такого ума философское восприятие является органическим как «вчувствование». Для такого ума, – если понимать ум как единство «чувство/мыслия», -- философия становится *значимой* в своей иррациональности от своевременно полученного доступа к философскому дискурсу. Такая философия ограничивается своим значением и не тяготеет к поиску смысла.

Но есть умы с левополушарной асимметрией. Для таких умов восприятие в виде «вчувствования» иррациональной философии, -- которая и есть собственно философия, если иметь в виду пространственно-временные границы процесса познания, – оказывается невозможным по «техническим причинам». Но для таких умов формула Шеннона открывает возможность познания философских построений через операции с вероятностями событий, которые могут иметь начало в повседневной жизни. Проекция этих

событий на бесконечное пространство космоса («человек космическое существо») и бесконечное время его существования поможет выстроить логические цепи, конец которых хоть и будет также иррациональным, но сама возможность процесса построения логических цепей как конструирование *смысла* уже должна будет удовлетворить и левополушарный ум.

На «пол-дороги» к поиску «истины», то есть на «пол-дороги» к поиску причинно-следственных связей человека (или его квантовых микрооснований?) с глубинами космоса -- «человек существо космическое» и в этой ветви философии – критический рационализм помогает становлению науки на ее субатомном, квантовомеханическом уровне, чего от иррациональной философии ожидать трудно.

Более подробное изложение «информационного подхода» в философии читатель может найти в моей книге «Социум как единство социальной энтропии/негэнтропии».

Литература

1. Философский энциклопедический словарь. М. «Инфра-М». 2003. С. 481.
2. Сайт negentropy.narod.ru
3. А.Ф. Лосев. История античной эстетики. Аристотель и поздняя классика». М. «Искусство». 1975. С. 230.
4. Там же. С. 52.
5. Джон Локк. Сочинения в трех томах. Т. 1. С. 154, 155.
6. Дж. Холтон. Тематический анализ Науки. М. «Прогресс». 1981. С. 79.
7. Леонтьев Василий. Экономические эссе. Теория, исследования, факты и политика. М. «Политиздат». 1990. С. 28.
8. Грэхэм Л.Р. Естествознание, философия и науки о человеческом поведении в Советском Союзе. М. «Политиздат». 1991. С., С. 179, 300.
9. А.Ф. Лосев. История античной эстетики. Аристотель и поздняя классика». М. «Искусство». 1975. С. 590.
10. Там же. С. 591.
11. Независимый бостонский альманах «Лебедь» 16 — 10 -1998 год.

12. Пьер Тейяр де Шарден. Феномен Человека. М. «Наука». 1987. С 61.
13. Клас Эклунд. Эффективная экономика. Шведская модель. М. «Экономика» 1991. С. 212.
14. Бердяев Н.А. Судьба России. – М. Издательство МГУ. 1999. С. 147.

Серия: ФИЗИКА

Шатов В.В.

Экспериментальная ядерная физика в реализации проекта «химическая» модель атома

Аннотация

В работе обосновывается необходимость и возможность постановки экспериментов, с привлечением ускорительных комплексов (или их отдельных систем), для проверки адекватности действующей модели атома.

Состав атома можно оценить, определяя заряды ядер изотопов химических элементов, ибо считается, что заряды ядер и атомные номера элементов должны соответствовать числу протонов в ядрах и электронов в атомах, вне ядер.

Из экспериментальной ядерной физики следует, что гипотезу автора, о природе многократно заряженных ионов, невозможно объяснить только фрагментацией кластеров.

Содержание

1. ВВЕДЕНИЕ
2. ОБЩАЯ ЧАСТЬ
 - 2.1 Обдирка ионов
 - 2.2 Ускорители ионов
 - 2.3 Сепараторы продуктов ядерных реакций
 - 2.4 Масс-спектрометры
 - 2.5 Фильтр Вина
 - 2.6 Идентификация продуктов ядерных реакций
 - 2.6 TOF-системы
3. ОБСУЖДЕНИЕ
 - 3.1. Критика автором его гипотезы
 - 3.2. Возможные влияния на эксперименты с голыми ядрами
 - 3.3 Что можно принять за МЗИ?

4. РАЗМЫШЛЕНИЯ ХИМИКА О ДЕЙСТВУЮЩЕЙ МОДЕЛИ АТОМА

- 4.1 Обоснование экспериментальной проверки
состава ядер и/или атомов.
- 4.2 Критика МАТ с точки зрения химии
- 4.3 Электрические силы, МАТ и химическая связь
- 4.4 Об электронном окружении в атомах
- 4.5 Ионизация
- 4.6 Ионы атомов не есть другие химические элементы
- 4.7 Роль атомного ядра в МАТ
- 4.8. Спектры и МАТ

5. ЯДЕРНО-ФИЗИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ ДЛЯ «ХИМИЧЕСКОЙ» МОДЕЛИ АТОМА

6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Литература

1. ВВЕДЕНИЕ

Без адекватной модели ядра (а сейчас в ходу сразу несколько ядерных моделей) невозможно создать истинную модель атома (далее МАТ), а без нее не определить природу химической связи.

В данной работе обсуждается необходимость и возможность привлечения экспериментальной ядерной физики для проверки МАТ.

Важнейшим доказательством состава атома (числа протонов в ядре и атомных электронов вне ядра) считается наличие многократно заряженных ионов (далее МЗИ), которые в ядерной и атомной физике являются как объектами, так и инструментами исследования. При этом в конденсированном состоянии вещества МЗИ себя не проявляют. Автором было показано отсутствие необходимости привлечения МЗИ в химию [1]. Также было доказано присутствие кластеров в любых источниках ионов, генерирующих МЗИ, а следовательно, дающих наложение фрагментарных ионов от кластеров на МЗИ при измерениях в масс-спектрометрии [2].

Для проверки гипотезы, представленной автором в работе [2] (и которой оказалась недостаточной для объяснения природы МЗИ), предлагалось выполнить эксперименты по «обдирке» голых ядер, чтобы определить вклады фрагментарных ионов от кластеров в сигналы МЗИ. Аналогичные эксперименты позволят установить состоятельность теорий ядра и/или атома относительно их составов. При изучении взаимодействия голых ядер с мишенями,

результаты «обдирки» ядер дадут ответ на соответствие зарядов ядер элементов числу протонов в изотопах. Либо выявятся возможные влияния на эксперименты, которые придется учитывать при работе с любыми ионами, а не только с голыми ядрами. Уровень техники, используемой в ядерной физике, позволяет осуществить постановку предлагаемых экспериментов-проверок, ибо на ускорительных комплексах работают с голыми ядрами изотопов водорода, гелия и множества других элементов, (см., например [3 – 6]). Так, в [3] отмечается, что при обдирке, за исключением Be и C, во всех материалах более чем 99% ионов стали полностью ободранными. Оказалось, что даже для самых тяжелых частиц, бомбардирующих мишени, имеет место только несколько зарядовых состояний при равновесных условиях. Степень изменения состава пучка после прохождения станции обдирки в [4] оценивается величиной не менее 80%, и пучок после обдирки имеет две зарядности: $Au^{79+} - \geq 80\%$, $Au^{78+} - < 20\%$.

Содержание приводимых в статье ссылок, почти все из которых можно найти в свободном доступе (в первую очередь на сайте Объединенного института ядерных исследований, ОИЯИ, г. Дубна) [7], дает представление о возможностях экспериментальной ядерной физики участвовать в реализации проекта «химическая модель атома». Исходя из поставленной задачи, экспериментаторы-ядерщики легко и изящно смогут ее решить и без детализации эксперимента автором идеи.

Цель статьи убедить профессионалов в необходимости постановки эксперимента по проверке действующей модели атома.

2. ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Для инициирования ядерных реакций ионным пучкам, сталкивающимся с мишенями, сообщается необходимая для этого энергия. Прежде чем ускорить ионы до требуемых энергий достигаются их высокие зарядовые состояния. Физика и техника получения МЗИ в источниках ионов подробно рассмотрена в работах [2, 8].

2.1 Обдирка ионов

Наиболее эффективным способом получения МЗИ и голых ядер является обдирка ионов на фольге или на газовых мишенях [3, 5, 9 – 16].

В работе [3] представлены экспериментальные и теоретические результаты по сечениям перезарядки и

распределения зарядовых состояний релятивистских тяжелых ионов, проникающих через вещество. Данные в [3] были взяты в the Lawrence Berkeley Laboratory's с ускорителя BEVALAC и от синхротрона тяжелых ионов SIS GSI в Дармштадте (для области энергий 80 – 1000 МэВ/нуклон). Использовались пучки ионов от Xe до U, падающие на твердые или газообразные мишени от Be до U. Были исследованы характеристики нескольких обдирочных материалов от Be до Au. За исключением Be и C, во всех материалах более, чем 99% ионов стали полностью ободранными. При этом получен поразительный результат, что даже для самых тяжелых частиц, бомбардирующих мишени, имеет место только несколько зарядовых состояний при равновесных условиях.

Пример обдирки на углеродной фольге ионов ^{40}Ar и ^{136}Xe , которые использовались для калибровки анализатора есть в [11]. Оптимальные условия обдирки (согласно выходу и разделению ионов) могут быть выведены как функция подходящих параметров энергии пучка, обдирающей среды и ее толщины [12]. Проходя фольгу ионы изменяют их заряды, в то время как их энергия практически не изменяется, что используется при инъекции тяжелых ионов в бустер нуклотрона [13]. Обзор экспериментальных данных по исследованию атомных процессов с изменением зарядового состояния ионных пучков при прохождении через газы и твердотельные мишени представлен в [14]. Обдирка с успехом используется и в ускорительной масс-спектрометрии [15]. В статье [16] приведена конструкция обдирателя и результаты экспериментов по обдирке ионов углерода в парах магния.

2.2 Ускорители ионов

Работа с МЗИ позволяет получать высокие энергии частиц, участвующих в ядерных реакциях. Этим пользуются в ядерной физике, ускоряя ионы в линейных ускорителях, нуклотронах, синхрофазатронах, коллайдерах и других комплексах. Подробнее с ускорительной техникой можно ознакомиться, например, на сайте института ОИЯИ [7]:

Предварительное ускорение частиц перед вводом их в синхрофазотрон может осуществляться инъекционным комплексом. Он включает в себя: различного рода источники (протонов, МЗИ, ядер), форинжектор – импульсный трансформатор с ускоряющей трубкой; линейный ускоритель протонов на энергию 20 МэВ – ЛУ-20 [17]. Возможность получения широкого набора релятивистских пучков ядер фактически

предопределяется параметрами ЛУ-20 [18]. Из-за уменьшения скорости ионов на выходе ЛУ-20, по сравнению с протонами, требуется осуществлять в синхрофазотроне режим кратного ускорения (на частоте в n раз большей частоты обращения частиц), а при работе с тяжелыми ионами следует улучшить вакуум в камере ускорителя. Способы инжекции тяжелых ионов, рассмотрены в [3, 19].

Обзор процессов, которые имеют место при ускорении тяжелых ионов до высоких энергий синхротронами и коллайдерами и которые в значительной мере определяют параметры ускорителя дан в [20]. С работой комплекса на базе циклотрона ДЦ-60 можно ознакомиться в работах [21 – 24]. ДЦ-60 позволяет работать с пучками ионов от С до Хе с энергиями от 0.34 до 1.77 МэВ/нуклон, а также проводить эксперименты на канале пучков ионов низких энергий из ЭЦР-источника ионов [21]. На комплексе ДЦ-60 выполнен ряд экспериментов с пучками заряженных частиц в широком диапазоне изменения A/Z и энергий [22]. Получены проектные параметры ускоренных и выведенных пучков ионов. При пуско-наладке были исследованы режимы ускорения ионов: N, Ar, Kr ($^{14}\text{N}^{2+}$, $^{40}\text{Ar}^{4+}$, $^{40}\text{Ar}^{5+}$, $^{40}\text{Ar}^{7+}$, $^{84}\text{Kr}^{12+}$) на 4-й и 6-й гармониках высокочастотного (ВЧ) ускоряющего напряжения во всем диапазоне вариации магнитного поля. Исследована банчировка пучка с помощью банчера и влияние интенсивности инжектируемого пучка на эффективность ускорения. Осуществлен вывод пучка из ускорителя с эффективностью более 60%. Вариация энергии ускоренных ионов циклотрона ДЦ-60 осуществляется путем изменения заряда иона или плавной вариацией энергии иона до $\pm 30\%$ от номинальной за счет изменения магнитного поля циклотрона.

Канал транспортировки и инжекции ионов в циклотрон в диапазоне изменения $A/Z = 6 - 12$ и кинетической энергии вплоть до 17 A/Z кэВ/нуклон описан в [23]. В работе [24] представлены результаты численного моделирования системы вывода пучка тяжелых ионов ($A/Z = 6 - 12$, $W = 0.35 - 1.77$ МэВ/нуклон) из циклотрона ДЦ-60. Выбраны параметры элементов системы вывода и диагностики. Экспериментальная эффективность вывода пучка ионов $^{14}\text{N}^{2+}$ и $^{84}\text{Kr}^{12+}$ в процессе физического пуска составляет 60 – 65% при интенсивности 1.5 – 2.5 мкА. Эксперименты показали хорошее совпадение расчетных и экспериментальных данных.

О работе ускорительного комплекса ИЦ-100 можно узнать из [25, 26]. На циклотроне ИЦ-100 получены интенсивные пучки

тяжелых ионов Ne, Ar, Fe, Kr, Xe, I, W с энергией ~ 1 МэВ/нуклон. Циклотрон предназначен для ускорения ионов от углерода $^{12}\text{C}^{2+}$ до аргона $^{40}\text{Ar}^{7+}$ с фиксированной энергией ~ 1.2 МэВ/нуклон при ускорении на 4-й гармонике ВЧ системы и ~ 0.6 МэВ/нуклон, при ускорении на 6-й гармонике высокой частоты. Диапазон ускоряемых ионов на циклотроне ИЦ-100 находится в пределах $A/Z = 5.5 - 5.8$, а частота ВЧ-генератора может варьироваться в пределах 19.8 – 20.6 МГц. Энергия ускоряемого пучка фиксирована и составляет 1 МэВ/нуклон. Проектные и реализованные параметры хорошо согласуются. Фазовый эксептанс циклотрона ИЦ-100 составляет 30 – 40° периода ВЧ, что соответствует 10%-му захвату в режим несгруппированного пучка. Система группирования, с использованием синусоидального банчера на первой гармонике ВЧ ускоряющей системы, позволяет увеличить плотность частиц в диапазоне фаз, ускоряемых в циклотроне, и тем самым увеличить эффективность захвата примерно в три раза.

В рамках проекта «Бетта» создан циклотронный комплекс, который в себя включает циклотрон тяжелых ионов ДЦ-110, производящий интенсивные пучки ускоренных ионов Ar, Kr и Xe с фиксированной энергией 2.5 МэВ/нуклон [27]. На циклотронном комплексе для промышленного производства трековых мембран [28] получены интенсивные пучки ускоренных ионов $^{40}\text{Ar}^{6+}$, $^{86}\text{Kr}^{13+}$ и $^{132}\text{Xe}^{20+}$ с энергией 2.5 МэВ/нуклон и интенсивностью 13, 14.5 и 10.5 мкА соответственно. Трансмиссия пучка от источника ионов до мишени получена около 3% для пучка без системы банчирования и около 10% с включенными банчерами (синусоидальным и линейным).

В работе [29] проанализирована возможность ускорения на циклотроне ЦИТРЕК ионов Kr с зарядностью ниже проектной, а именно Kr^{11+} и Kr^{12+} . Расчеты ускорения пучка ионов Ar в новой модели центра циклотрона показали соответствие экспериментальным данным, что гарантирует достоверность представленных ниже расчетов ускорения ионов криптона пониженной зарядности.

Итоги реализации проекта «НУКЛОТРОН-М» представлены в [30]. За 500 часов работы были опробованы разные источники ионов, такие как: дуоплазматрон, лазерный источник, Крион-2; ускорялись протоны, дейтроны, ядра лития, ионы C^{4+} , $^{124}\text{Xe}^{42+}$. Идентификация ионов на выходе из Крион-2 производилась TOF-методом. Разделение ионов отличное. В дальнейшем положение линий Kr использовалось для определения зарядовых состояний

ионов Хе, в спектре которого линии не разделяются. Для Хе отношение заряда к массе $q/A = 42/124 = 0.3387 \geq 1/3$, что удовлетворяет требованиям линейного ускорителя ЛУ-20. Для идентификации ускоренных на нуклотроне-М ионов Хе использована зависимость длины полного пробега ионов в веществе (потери на ионизацию и возбуждение атомов среды) от энергии во время ускорения ионов $^{124}\text{Xe}^{42+}$ [6].

Влияние столкновений ионов с молекулами остаточного газа можно оценить на примере работы [31]. Ускорение тяжелых ионов низких энергий описано в [32].

2.3 Сепараторы продуктов ядерных реакций

Сепарация и идентификация продуктов ядерных реакций осуществляется в специально создаваемых комплексах – сепараторах, например, таких как: ERNA [33], ВАСИЛИСА [34 – 36], фрагмент-сепаратор КОМБАС [37 – 39].

Моноизотопную сепарацию продуктов ядерных реакций невозможно обеспечить только магнитной жесткостью $B\rho$, поскольку магнитная жесткость сепаратора $B\rho$ является функцией нескольких параметров анализируемых частиц: $B\rho \sim P/Q = AV / (Z - n)$. Здесь B – магнитное поле сепаратора, а ρ – радиус центральной траектории сепарируемых частиц, а $Q = (Z - n)$ – зарядовое состояние иона, равное разности заряда ядра Z и числа оставшихся в ионе электронов n , V – скорость транспортируемых частиц.

Сепаратор ядер отдачи ERNA, рассмотренный в [33] состоит из фильтра скоростей Вина, момент-фильтра (анализирующего магнита), дополнительного фильтра Вина, ΔE -E-телескопа (ионизационной камеры), а также серии фокусирующих и диагностических элементов.

Кинематическая сепарация и анализ масс ядер отдачи рассмотрены в [34, 35]. В [35] приведен перечень кинематических сепараторов для пучков тяжелых ионов, работающих в разных научных центрах. Модернизированный сепаратор ВАСИЛИСА рассматривается в [36].

2.4 Масс-спектрометры

Масс-спектрометры в ядерной физике используются как самостоятельно, например в [40], так и входят в состав исследовательских комплексов [41].

В работе [41] описан масс-спектрометр MASHA, созданный для идентификации сверхтяжелых элементов. На нём были

измерены эффективность и быстроедействие в автономном режиме с использованием четырех калиброванных течей инертных газов. На пучке ^{40}Ar была протестирована горячая ловушка и ЭЦР-источник ионов. Проведены тестовые эксперименты с регистрацией в фокальной плоскости спектрометра альфа-радиоактивных изотопов Hg и Rn, синтезированных в реакциях полного слияния.

В обзорах [42, 43] рассмотрено диспергирование ионов и заряженных частиц в масс-анализаторах самых различных типов. Измерение атомных масс осуществляется с помощью таких методов, как: магнитный анализ и метод времени пролета в магнитном поле или вне его; анализ по времени пролета в изохронном магнитном поле накопительного кольца; газонаполненный масс-сепаратор; частотный метод масс-анализа в магнитном поле; диспергирование в электрическом поле; электрический анализ и метод времени пролета; масс-рефлектор; квадрупольный масс-спектрометр и др.

Массу исследуемого ядра можно измерить, используя ионные ловушки с точностью $\Delta M/M$ лучше, чем 10^{-4} . Основным принципом измерения массы является определение «циклотронной» частоты $\omega = Q/M \cdot B$ иона в ловушке, имеющего отношение заряда к массе Q/M и помещенного в магнитное поле [35]. Обычно ионные ловушки используются после установок типа ISOL, например: ISOLTRAP (ЦЕРН). На этой установке были измерены массы более, чем 100 ядер в области $70 \leq M \leq 150$ с точностью, превышающей $\Delta M/M \approx 10^{-6}$. Основным недостатком систем такого типа является малая эффективность, составляющая доли процента и меньше. В области тяжелых ядер эти установки не использовались.

Об ускорительной масс-спектрометрии с полностью ободанными ^{41}Ca и ^{53}Mn рассказано в [5].

Электростатический тандемный ускоритель с поворотом и селекцией ионов в высоковольтном терминале является основой ускорительного масс-спектрометра (УМС) Института ядерной физики СО РАН. Мишень на парах магния и времяпролетный телескоп с тонкими пленками для надежной идентификации ионов – особенность УМС ИЯФ. В работах [15, 44, 45] приведены результаты измерений концентраций радиоуглерода ^{14}C в тестовых образцах. Анализируемые ионы образуются в результате бомбардировки поверхности образца ионами Cs. Далее ионы углерода обдираются до зарядового числа 3+ на мишени из паров магния. Концентрация радиоактивного изотопа ^{14}C может составлять $10^{-12} - 10^{-14}$ в сравнении с основным изотопом. При столь низких концентрациях измерение содержания радиоактивного

изотопа производится в счетном режиме, т. е. считается каждый отдельный ион.

Результаты экспериментов с времяпролетным детектором для регистрации редких ионов на выходе УМС Института ядерной физики СО РАН представлены в [46]. Работа детектора основана на регистрации электронной эмиссии из тонких пленок с помощью микроканальных пластин. Благодаря малой толщине пленки ионы могут последовательно проходить несколько пленок — на этом основана времяпролетная система для идентификации изотопов.

Исследование ионного фона в УМС подробно рассмотрено в [47]. Для снижения фона использовалась перезарядная мишень на парах магния [16].

Спектры МЗИ в вакууме дают дискретные пики, соответствующие распределению зарядовых состояний, полученных после прохождения ионов через фольгу к магнитному анализатору. Тогда как при прохождении иона через область магнитного поля, заполненную газом, его траектория регулируется магнитным отклонением и атомными столкновениями с изменением его зарядового состояния при захвате или потере электронов. При подходящих условиях средние траектории изобарных ионов будут различны потому, что они имеют различные средние зарядовые состояния в газе, и физическое разделение станет возможным. Систематическое изучение этим методом проводилось в Argonne National Laboratory. Так в работе [48] описывается метод разделения изобар различных радиоизотопов на УМС. Газонаполненный магнит действует также, как эффективный сепаратор для ионов с различными массами, но равными отношениями массы к заряду, которые одновременно ускоряются в линейном ускорителе. Для ионов изобарических ядер (с теми же массовыми числами, но с разными атомными номерами) среднее зарядовое состояние в газе отличается, и соответствующие траектории в магнитном поле оказываются разделены.

Распределения по зарядовым состояниям ионов и измерения на масс-спектрометре MS-144 описывается в [49]. Там же даны ссылки на обзоры, в которых приводится информация по экспериментальным и теоретическим измерениям распределений зарядовых состояний и определению средних равновесных зарядовых состояний тяжелых ионов. Изучение легких ядер с избытком нейтронов на установке MS-144 также описывается в [50]. MS-144 построена на базе широкой области магнитного спектрографа, имеющего детектор в фокальной плоскости,

состоящий из четырехсекционной ионизационной камеры и двух позиционно-чувствительных пропорциональных счетчиков.

В статье [51] дан обзор успехов в детектировании и рутинных измерениях тяжелых элементов с помощью УМС. Упор сделан на измерение ионов низких энергий (≤ 15 МэВ) и высоких зарядовых чисел МЗИ, используя малый (≤ 3 МВ) ускоритель.

Комбинация масс-спектрометра с фильтром Вина для изучения экзотических ядер и вторичных радиоактивных пучков, полученных при взаимодействии тяжелых ионов с тонкими мишенями, рассмотрена в [52].

Фильтр скоростей Вина, примененный к ионам, ускоренным постоянной разностью потенциалов осуществляет сепарацию ионов по m/q в варианте масс-спектрографа [43].

2.5 Фильтр Вина

Принцип действия фильтра Вина, состоит в том, что ионы с зарядом Z_i и скоростью V_i , входящие в фильтр перпендикулярно электрическому и магнитному полям, могут пройти через него неотклоненными только при условии $Z_i V_i B = Z_i E$, где B – магнитная индукция, E – напряженность электрического поля. Отсюда получаем, что фильтр отбирает частицы со скоростью $V = E/B$. При этом зарядовое состояние частиц не играет роли. При специально подобранных условиях в анализаторе в совмещенных скрещенных или параллельных магнитном и электрических полях диспергирование производится только по скоростям частиц и не зависит ни от массы, ни от их заряда.

Фильтр Вина широко используется в ускорительных комплексах и совместно с УМС [15, 42, 52 – 54]. В сепараторе ядер отдачи ERNA были установлены два фильтра Вина [43].

2.6 Идентификация продуктов ядерных реакций

Особое значение имеют способы регистрации параметров частиц, образующихся в ядерных реакциях. Анализ показал, что набор параметров $B\rho$, ΔE , E_r и TOF является достаточным для однозначной интерпретации по массовым числам A и зарядам ядер Z продуктов ядерных реакций, включая их зарядовые состояния Q . ($B\rho$ – магнитная жесткость; B – магнитное поле; ρ – радиус центральной траектории частиц; TOF – время пролета). Для этого требуется многопараметровая система их регистрации. Например, детектирующая система фрагмент-сепаратора КОМБАС [38] формируется из каскада прострельных X - и Y -координатных

детекторов различной толщины, измеряющих ионизационные потери энергии частицами (ΔE), детектора поглощения остаточной энергии E_r высокой гранулярности и измерение времени пролета TOF.

$$\Delta E \sim (Z/V)^2, \Delta E + E_r \sim (A/V^2)/2 \text{ и } TOF \sim (1/V).$$

Такой вариант детектирующей системы в комбинации с магнитным анализом позволяет одновременно регистрировать весь спектр транспортируемых частиц: легких длиннопробежных продуктов (при этом занята вся толщина детекторов) и короткопробежных сильноионизирующих частиц с большими атомными номерами (используется только несколько передних ΔE -детекторов).

Сепараторы, в частности комплекс ERNA, оснащаются также и цилиндрическими ионизационными камерами ($\Delta E - E$ -телескопами) [43]. Сепаратор ядер отдачи ERNA, задействованный при изучении реакции захвата, $^{12}\text{C}(\alpha, \gamma)^{16}\text{O}$ ($E = 7.16 \text{ MeV}$), построен из последовательности устройств: фильтра скорости Вина, анализирующего магнита, второго фильтра Вина, $\Delta E - E$ -телескопа (ионизационной камеры), а также серии фокусирующих и анализирующих элементов. $\Delta E - E$ -телескоп состоит из цилиндрической камеры, заполненной (постоянно обновляемым) изобутаном при давлении 7 мбар.

В работе [55] представлена широкоапертурная установка на основе газонаполненных камер низкого давления ($P \approx 1 \text{ торр}$), детекторов для измерения низкоэнергетических ($Z \geq 1$ и $\beta\gamma \approx 0.02 - 0.1$) продуктов реакций в области углов, близких к 180° . Система детекторов установки МПК (координатная многопроволочная пропорциональная камера) позволяет: идентифицировать и измерять частицы от развала возбужденного ядра посредством одновременных (ΔE , TOF, E)-измерений, без существенных потерь энергии; измерить угол между продуктами развала; выделить корреляционную вилку *on-line* с временным разрешением $\sim 20 \text{ нс}$ (типичная величина для МПК), что минимизирует влияние случайных совпадений.

Установка, содержащая лавинные детекторы, координатную многопроволочную камеру и стриповый полупроводниковый детектор описана в [56]. Составной частью установки является лавинный беспроволочный детектор низкого давления для измерения удельных потерь энергии и времени пролета ионов в области $Z \geq 1$ и $E = 1 - 10 \text{ МэВ}$. Ионизационные потери зависят от энергии (скорости) частиц, массы и заряда иона. Энергетический разброс обусловлен в равной мере как угловым захватом рассеянных

частиц, так и ионизационными потерями энергии первичного пучка на мишени. Проходимость установки ионами мала.

Изготовление Si(Li) детекторов с высоким разрешением для регистрации длиннопробежных сильноионизирующих продуктов ядерных реакций рассмотрены в [57].

Измерение ядерного заряда осколков деления большой ионизационной камерой описано в [58]. На базе ионизационных камер БИК возможно также измерять ядерные заряды тяжелых ионов. БИК модуля ФОБОС позволяет определять заряд по пику Брега. Для этого тяжелые ионы должны иметь энергию более 1 МэВ/а.е.м. Для осколков деления пик Брега отсутствует. Поэтому была выбрана другая методика определения заряда по времени дрейфа трека, образованного фрагментом в газе камеры. Особенности поглощения энергии ионов веществом (пик Брега) рассмотрен, например, в [59].

Из результатов измерений, представленных в работе [60] следует, что комбинация фрагмент-сепаратора с детектирующей системой имеет высокую разрешающую способность и позволяет определять значения m , Z и q . В статье сравниваются характеристики фрагмент-сепаратора КОМБАС с ему подобными установками.

Описание детектирующей системы для изучения упругого рассеяния экзотических ядер представлено в [39]. Продукты, полученные в ядерных реакциях передачи и фрагментации $^{40}\text{Ar}(40 \text{ АМэВ}) + ^9\text{Be}$, детектировались в выходном ахроматическом фокусе фрагмент-сепаратора КОМБАС ($\Delta E - E_f$)-телескопом. Изотопный состав по A и Z ядер $^{27,28}\text{F}$, $^{28,30}\text{Ne}$ однозначно определяется по времени пролета TOF , измеряемому по стартовым сигналам из лавинного счетчика в дисперсионном фокусе и по стриповому сигналу прострельного кремневого детектора DI (ΔE толщиной 100 мкм), установленного перед мишенью в ахроматическом фокусе.

В качестве одного из примеров разнообразия способов регистрации в экспериментах с МЗИ можно взять работу [50], в которой описывается экспериментальная установка для исследования легких ядер близких к линии нейтронной стабильности. Она построена на базе широкой области магнитного спектрографа МС-144, имеющего детектор в фокальной плоскости, состоящий из четырехсекционной ионизационной камеры и двух позиционночувствительных пропорциональных счетчиков. Нейтроноизбыточные ядра исследуются при энергиях ниже 18 МэВ/нуклон. Калибровка установки по энергиям включает процедуру для определения зависимости между положением ионов

в фокальной плоскости и его кинетической энергией. Калибровка выполнялась α -частицами (в зарядовых состояниях 1+ и 2+) от ^{238}Pu – ^{244}Cm α -источника с хорошо известными энергиями, а также ионами в различных зарядовых состояниях ($^{20}\text{Ne}^{2+}$, $\text{Ar}^{4+,5+,6+}$ и B^{2+}).

Обзоры основных методов, применяемых для исследования ядерных реакций и продуктов реакций с тяжелыми ионами, при энергиях до ~ 10 МэВ/нуклон приводятся в [35, 54]. В [54] рассмотрены (ΔE , E , TOF)-методики, магнитный анализ, многопараметровые измерения. Дано описание методов сбора атомов отдачи и способов идентификации продуктов слияния. Проанализированы некоторые особенности работы полупроводниковых детекторов, фотометодов и твердотельных детекторов при регистрации тяжелых ионов. Полупроводниковые детекторы оказались чувствительными к легированию ионными пучками, они довольно быстро выходят из строя.

В работе [61] отмечается, что эффекты, искажающие форму аппаратного спектра, появляются за счет разброса углов падения и, следовательно, прохождения различных толщин входного окна при измерениях в условиях больших углов. Рассеяние α -частиц, на входном окне приводит как к потере энергии (сдвиг линий), так и к возрастанию непрерывного распределения в спектре (хвосты).

Для идентификации ускоренных на нуклотроне-М ионов Хе [62] была использована зависимость длины полного пробега ионов в веществе (потери на ионизацию и возбуждение атомов среды) от энергии во время ускорения ионов $^{124}\text{Xe}^{42+}$. Детектирующая система располагалась на выводе пучка и состояла из ΔE - и E -детекторов.

2.6 *TOF*-системы

Широко используемыми в экспериментальной ядерной физике являются времяпролетные (*TOF*)-системы, с помощью которых можно определять массы и скорости ионов. Они входят в состав различных устройств для (ΔE , TOF , E)-измерений с помощью (ΔE , TOF , E)-детекторов. [56]. Калибровка сепаратора ВАСИЛИСА спектра *TOF*-энергии по рассеянным МЗИ ^{40}Ar описана в [34]. На нуклотроне [63] идентификация ионов на выходе из источника ионов Крион-2 производилась *TOF*-методом.

В работах [15, 46] регистрация ионов в счетном режиме производилась времяпролетным детектором, состоящим из двух датчиков, регистрирующих момент пролета иона. В датчике расположена тонкая пленка, пролетая через которую, ионы вызывают эмиссию электронов. Далее измеряется время пролета

между датчиками, дискретность канала измерения времени пролета составляла 0.5 нс. Для учета вклада детектирующей пленки, используемой в детекторе при измерениях, на энергетический разброс пучка, другая пленка, выполненная по той же технологии, располагалась (на подвижном пробнике) на входе во времяпролетный датчик. При вводе дополнительной пленки среднее время пролета ионов увеличилось на 2.39 нс, что соответствует потере энергии ~ 60 кэВ [46].

Установка LISE 3 [52] обеспечивает разделение вторичных пучков повышенной интенсивности и изотопной чистоты. Идентификация по Z и A происходит посредством измерения потери энергии и времени пролета частицами (ΔE , TOF). Путь в 43 метра позволяет легко проводить измерения для тяжелых частиц.

В обзоре [43] рассмотрено диспергирование ионов и заряженных частиц в масс-анализаторах самых различных типов, в том числе, методами по времени пролета в магнитном поле или вне его.

Логическим продолжением метода времени пролета является метод определения массы заряженных частиц путем измерения частот их обращения в магнитном поле. Что при достаточно длинной многооборотной траектории может быть выполнено с большой точностью с помощью неразрушающего пучек анализа.

В модернизированном сепараторе ВАСИЛИСА [36] в качестве времяпролетного детектора (старт и стоп) применяется комбинация из двух широкоапертурных детекторов на основе прямоугольных микроканальных пластин. Тонкие ($30 - 40$ мкг/см²) формваровые или майлоровые пленки с напылением Au (~ 10 мкг/см²) используются в качестве эмиттеров вторичных электронов. Временное разрешение для времяпролетной системы ВАСИЛИСА составляет 0.7 нс, что соответствует величине порядка 1% для медленных ядер отдачи с энергиями 20 – 40 МэВ (скорость: 0.5 – 0.6 см/нс) и массовым числом более 200, образующихся в реакциях с ионами Ar и Ca (время пролета составляет 65 – 80 нс на базе 40 см).

У фрагмент-сепаратор КОМБАС [37-39] имеется система измерения времени пролета TOF двухкоординатными лавинными счетчиками. Это необходимо как для измерения энергии частиц в интервале импульсного захвата сепаратора, так и для оценки вкладов паразитных частиц, пролетающих сепаратор в виде ионов в различных зарядовых состояниях. Последние дают значительные вклады в выходы в основном в область нейтронно-избыточных ядер. База пролета второй секции фрагмент-сепаратора КОМБАС, в

которой отсутствует интенсивный пучок первичных частиц, может быть эффективно использована для времяпролетных измерений, которые необходимы для идентификации изотопов по массовому числу в спорных случаях.

Система детекторов установки, описанной в [55], позволяет идентифицировать и измерить частицы от развала возбужденного ядра посредством одновременных (ΔE , TOF , E)-измерений, без существенных потерь энергии. При этом возможности тонких газонаполненных детекторов низкого давления для (T , ΔE)-идентификации ионов в области низких энергий, $E < 1 - 10$ МэВ, имеют большое преимущество перед полупроводниковыми и сцинтилляционными детекторами

Выходы ионов отдачи He, Ne и Ar, произведенных в столкновениях с ионами N^{7+} (10 – 40 МэВ/нуклон), определены с помощью времяпролетной техники и описаны в [64]. Изохронный TOF -спектрометр описан в [65].

3. ОБСУЖДЕНИЕ

3.1 Критика автором его гипотезы

Беглый обзор экспериментальных возможностей ядерной физики, приведенный выше, дает представление о востребованности многократно заряженных ионов. Поэтому заявление автора об отсутствии особых успехов работы с МЗИ, сделанное им в исследовании [2], следует признать абсурдным.

В циклотронах, фазотронах, нуклоторонах, коллайдерах, линейных резонансных ускорителях и других комплексах разгоняются МЗИ, α -частицы, голые ядра. При этом, рассчитываются и учитываются скорости, времена прохождения ионами участков ускорителей. Длины трубок дрейфа ускорителей выбираются с учетом скоростей ионов, зависящих от электрического заряда ускоренных МЗИ. Соответствие расчетных скоростей ионов измеренным в ускорителях – за существование МЗИ.

Важным доказательством существования МЗИ является получение проектных параметров ускоренных и выведенных пучков ионов. На циклотроне ДЦ-60 [22 – 24] выполнен ряд экспериментов с пучками заряженных частиц в широком диапазоне изменений A/Z и энергий. Исследованы режимы ускорения ионов N, Ar, Kr ($^{14}N^{2+}$, $^{40}Ar^{4+}$, $^{40}Ar^{5+}$, $^{40}Ar^{7+}$, $^{84}Kr^{12+}$) на различных уровнях возбуждения основной обмотки магнита, а также частоты и гармоники ВЧ ускоряющего напряжения. Получены проектные

параметры ускоренных и выведенных пучков ионов. В работе [24] представлены результаты численного моделирования системы вывода пучка тяжелых ионов ($A/Z = 6 - 12$, $E = 0.35 - 1.77$ МэВ/нуклон) из циклотрона ДЦ-60. Выбраны параметры элементов системы вывода и диагностики. Вывод пучка в процессе физического пуска составил 60 – 65% при интенсивности 1.5 – 2.5 мкА. Показано хорошее совпадение расчетных и экспериментальных данных. Сравнение проектных и реализованных параметров на циклотроне ИЦ-100 показывает хорошее их совпадение [26, табл.1].

Существование антиядер также можно записать в актив экспериментирования с МЗИ. В [66, стр.126] ядра антигелия экспериментально выделялись по их заряду Z и скорости V , которая однозначно связана с массой M и импульсом p , задаваемым магнитным каналом. Заряд частицы определялся по степени ионизации и по интенсивности излучения Вавилова-Черенкова (оба эффекта пропорциональны Z^2), скорость определялась при помощи пороговых и дифференциальных черенковских счетчиков и по пролетному времени (с точностью измерения в несколько десятых долей наносекунды).

В работе [15] указывается, что концентрация радиоактивного изотопа может составлять $10^{-12} - 10^{-14}$ в сравнении с основным изотопом, и измерение содержания радиоактивного изотопа производится в счетном режиме, т. е. считается каждый отдельный ион. При таких содержаниях ^{14}C , как и из ничтожного количества продуктов ядерных реакций, вероятность образования кластеров (и образование из них фрагментарных ионов, дающих наложение на МЗИ) ничтожна!

В тоже время, вследствие малого числа событий, проявляется больше влияний на измерения. Например, в [32], указывается, что токи фрагментарных ионов, от распада пучка молекулярного иона N_2^+ , оказались примерно в 6 раз больше токов N^{2+} . В ускорительной масс-спектрометрии также имеют место наложения от фрагментов комплексных частиц: молекул, кластеров, на сигналы МЗИ [15]. Роль фрагментации кластеров при работе с МЗИ подробно рассмотрена в [2].

Некоторые из возможных помех, вкладов в измерения, влияющие на успешность использования МЗИ в ядерной физике представлены ниже.

3.1 Возможные влияния на эксперименты с голыми ядрами.

Потери частиц в ускорительных комплексах от источника ионов до мишеней или детекторов довольно-таки велики. Например, в [22] отмечено, что эффективность захвата несгруппированного пучка в режим ускорения составляет 5 – 6% при работе на 4-ой гармонике ВЧ и около 3 – 4% при ускорении на 6-й гармонике ВЧ. С включенным банчером коэффициент захвата пучка в режим ускорения улучшается в 2.5 – 3.7 раза в зависимости от тока пучка.

Фазовый эксептанс циклотрона ИЦ-100 составляет 30 – 40° периода ВЧ, что соответствует 10%-му захвату в режим несгруппированного пучка. Система группирования с использованием синусоидального банчера на первой гармонике высокочастотной ускоряющей системы позволяет увеличить плотность частиц в диапазоне фаз, ускоряемых в циклотроне, и тем самым увеличить эффективность захвата примерно в три раза [26].

В [28] получены интенсивные пучки ускоренных ионов $^{40}\text{Ar}^{6+}$, $^{86}\text{Kr}^{13+}$ и $^{132}\text{Xe}^{20+}$ с энергией 2.5 МэВ/нуклон и интенсивность 13, 14.5 и 10.5 мкА соответственно. Трансмиссия пучка от источника ионов до мишени получена около 3% для пучка без системы банчировки и около 10% с включенными банчерами (синусоидальным и линейным).

В [29] расчеты ускоренного пучка ионов Ar в новой модели центра циклотрона показали соответствие полученных результатов экспериментальным данным, что гарантирует достоверность представленных в работе расчетов ускорения ионов Kr пониженной зарядности. Частицы, попавшие в апертуру ускорителя (1.6 см – первый оборот, 2.4 см – все последующие обороты), составили 35 % от инжектируемых модельных ионов. Только часть этих частиц попадает в ускоряющий зазор в нужной фазе и, как следствие, вовлекается в процесс ускорения. В результате расчетная эффективность циклотрона ЦИТРЕК составила 5 %, что подтверждается экспериментальными данными: интенсивность пучка в линии инжекции, измеренная при помощи цилиндра Фарадея, и интенсивность пучка на радиусе 10 см, измеренная при помощи радиального пробника соответствует коэффициенту прохождения пучка около 5 %.

Основные потери тяжелых ионов в процессе ускорения вызваны взаимодействием с атомами остаточного газа, приводящим к изменению зарядового состава ионов. Для тяжелых ионов на

начальном участке ускорения превалирует процесс захвата электронов, а при высокой энергии – процесс обдирки. Так полное сечение потерь ионов $^{124}\text{Xe}^{42+}$ на азоте составляет $\sim 10^{-16}$ см² при энергии инжекции и снижается до нескольких единиц 10^{-19} см² при увеличении энергии до 1 ГэВ/нукл. При таком уровне сечений и при темпе роста поля 0.6 Тл/с можно рассчитывать на ускорение нескольких процентов от начальной интенсивности пучка при давлении остаточного газа не хуже, чем несколько нанотор. Однако даже при оптимистических оценках потерь ионов на разных этапах процесса ускорения ожидаемое количество ускоренных ионов не может превышать примерно 0.1 % от их количества на выходе из источника [63]. Через сутки после начала работы с Хе штатными датчиками в канале медленного вывода были зарегистрированы ионы на выходе ускорителя. Интенсивность выведенного пучка ионов Хе на выходном фланце ускорителя составляла несколько тысяч ионов за цикл. Следует отметить, что небольшая доля пучка попадала в канал медленного вывода в течение всего процесса ускорения.

В работе, посвященной автофазировке [67], отмечается, что потерянные в одном цикле ускорения ионы, время жизни которых превышало период модуляции, могли быть подхвачены в последующих циклах даже при отсутствии условий автофазировки.

Таким образом, неускоренные ионы не исчезают бесследно, они продолжают движение в ускорителях, иногда добираясь до детектора, или дают вторичные ионы, молекулы, кластеры, электроны. Последующее распыление осажденных, имплантированных частиц вызывает появление ионов (и фрагментов от распыленных кластеров), которые дадут вклады в ионные пучки. Выбитые частицы могут вступать в ион-молекулярные реакции.

Места наиболее интенсивного рассеяния пучков ионов, а следовательно, и появления вторичных частиц – это места пересечения траекторий ионов, где происходят их столкновения (устройства фокусировки, банчировки, поворота в магнитных и электрических полях, которых в ускорительных комплексах множество). Значительные вклады в усложнение состава пучков вносят деградеры и обдирочные мишени.

Все это затрудняет отделение фона и идентификацию МЗИ.

3.2. Что можно принять за МЗИ?

Фрагментация кластеров дает вклады в сигналы МЗИ [2], что приводит к необходимости усложнять анализирующие установки для учета наложений фрагментарных ионов на МЗИ. Например, в [32] приводятся результаты эксперимента с азотом. Пик иона N^{2+} имеет интенсивность 60 нА. Однако, это не истинная величина тока пучка N^{2+} . Измерению N^{2+} мешают ионы N^{1+} , от реакции распада пучка молекулярного иона N_2^+ . Истинное значение тока пучка N^{2+} было только 10 нА. Т. е. ионов N^{2+} было примерно в 6 раз меньше, чем фрагментарных ионов. В установке ([32, рис. 6]) использовалась пара электростатических дефлекторов для отделения ионов N^{2+} от дочерних ионов N^{1+} , фрагментов от молекулярных ионы N_2^+ . Подобная ситуация наблюдалась для измерения Ar^{4+} .

В качестве другого примера роли фрагментарных ионов можно привести работу [15], в которой отмечается, что при анализе образцов на ^{14}C , и использовании ионов в зарядовом состоянии $2+$, существует проблема фона лития. Ибо молекулярные ионы Li с массой 14 и проходят впускной канал и ускоряются к высоковольтному терминалу. В перезарядной мишени молекулы разрушаются. На каждый атомарный ион Li приходится половина энергии, и при перезарядке в ион с зарядом $1+$ дальнейшее движение в УМС эквивалентно движению ионов углерода массы 14 и в зарядовом состоянии $2+$. Такие фоновые ионы Li на выходе УМС имеют в два раза меньшую энергию, чем ионы углерода, однако они могут приходить парами, после развала молекул. Такой фон нельзя отделить измерением энергии частиц, можно отделить лишь по разным потерям энергии атомов Li и углерода в веществе.

Некоторый вклад в фон могут дать кристаллические пучки (за счет их последующего разрушения до регистрирующих устройств), образующиеся в накопителях заряженных частиц [68].

В работе [69] исследовалось рассеяние ядер 6Li на ^{12}C -мишени. Продукты реакций анализировались магнитным спектрометром МС-144, для их идентификации использовался детектор (газонаполненная ионизационная камера), расположенный в фокальной плоскости спектрометра. На рисунке (см. [69, рис.3]) приводится спектр рассеянного 6Li на ^{12}C при энергии 63 МэВ, измеренный под углом 27° . Пики в спектре при энергиях 56.3 и 52.0 МэВ соответствуют упругому рассеянию 6Li на ^{12}C и неупругому рассеянию с возбуждением состояния 2^+ (4.44 МэВ) в ядрах мишени ^{12}C . Пик с энергией 58.0 МэВ соответствует рассеянию на примесях кислорода в мишени, т. е. в реакции $^{16}O(^6Li, ^6Li)^{16}O$ ядра 6Li и ^{16}O в

выходном канале находятся в основном состоянии. Найдено, что сечения рассеяния ${}^6\text{Li}$ и ${}^6\text{He}$ на углеродной фольге (упругое и неупругое – с возбуждением состояния ядра ${}^{12}\text{C}$ мишени) имеют периодическую зависимость от энергии ионов. Если не учитывать упругое и неупругое рассеяния на мишенях, то частицы, пришедшие на детектор, можно трактовать как МЗИ.

Возможные вклады от углового распределения сечений рассеяния в сигналы МЗИ при взаимодействии ионов или ядер с мишенями можно представить на примере работы [70], в которой показано, что угловое распределение дифференциального сечения упругого рассеяния α -частиц зависит от их энергии (рис. 1) и материала мишени (рис. 2).

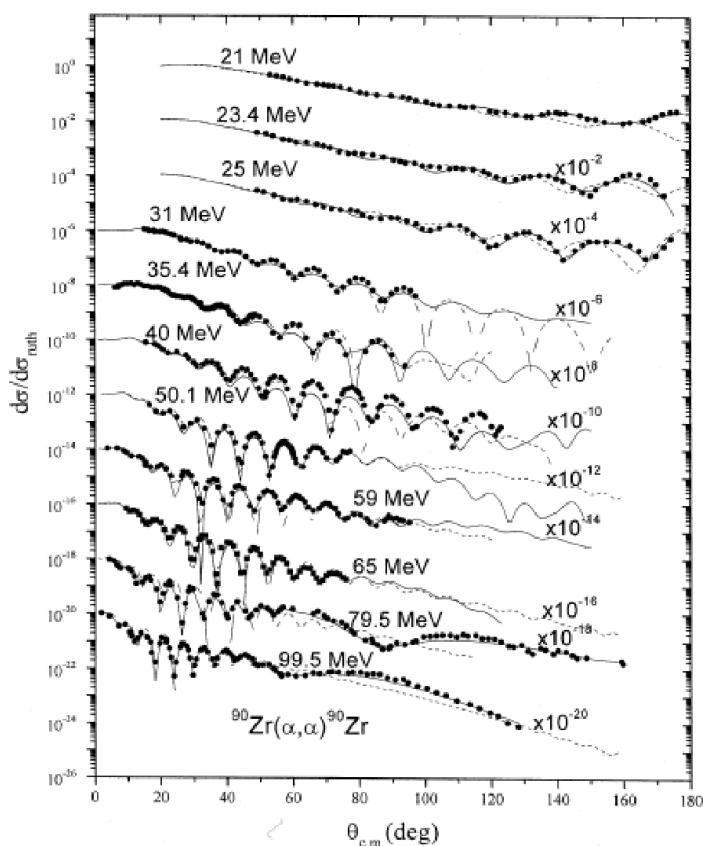


Рис. 1. Угловое распределение дифференциального сечения упругого рассеяния при разных энергиях α -частиц на ${}^{90}\text{Zr}$ (взято из [70, рис. 1]).

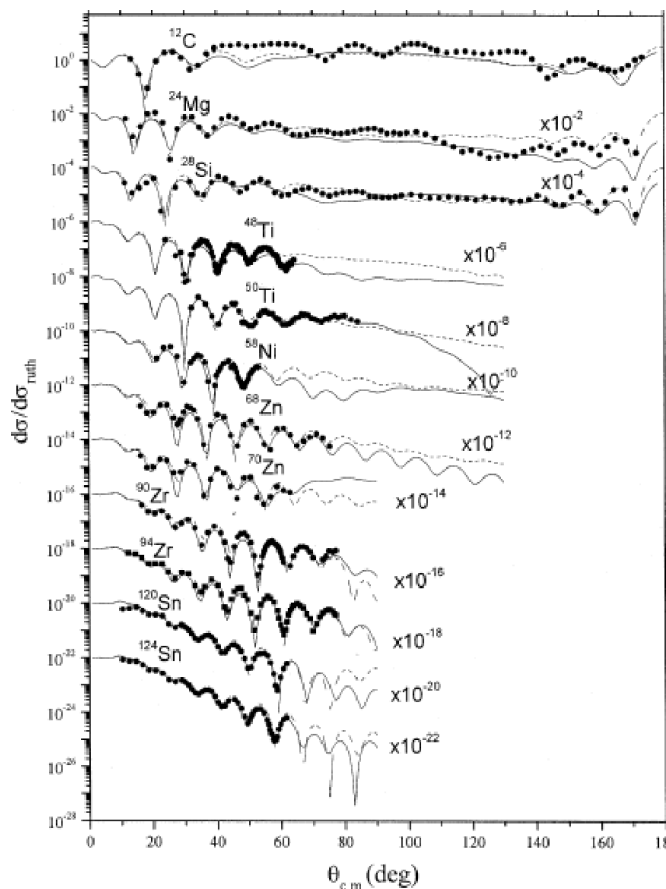


Рис. 2. Угловое распределение дифференциального сечения упругого рассеяния α -частиц с энергией α -частиц ~ 50 МэВ на ядрах $A = 12 - 124$ (взято из [70, рис. 5]).

В [54] отмечается сильное рассеяние ионов на пленке детектора даже толщиной в 1,7 мкм. Угловое распределение дифференциального сечения упругого рассеяния α -частиц, как и других ионов, скажется на регистрации МЗИ, т. к. сигналы будут проявляться в больших и меньших степенях при разных углах рассеяния. Что может быть воспринято за разные зарядовые состояния ионов.

При входе ионов в магнитное поле под разными углами, в случае метода по времени пролета в магнитном поле [43], когда вся дистанция ионов проходит по полю, возникает различие длин траекторий заряженных частиц, обусловленное разницей радиусов кривизны траекторий в магнитном поле для осевых траекторий

неосновных и основных частиц. Относительное различие длин траекторий в аксиально-симметричном магнитном поле приводит к различию их времен пролета. Это может быть существенным при входе частиц в магнитное поле после рассеяния ионов на коллиматорных щелях, деградерах, обдирочных мишенях. Тем более, что имеет место распределение интенсивностей ионов по углам упруго- и неупругорассеянных ионов при прохождении ионами преград. Исходя из возможных вкладов от углового распределения сечений рассеяния в сигналы МЗИ, при идентификации ионов следует учитывать разные времена пролета частиц, входящих в магнитные поля под разными углами. Траектории движения ионов с разными углами выхода в прибор можно рассмотреть на примере времяпролетного изохронного спектрометра [65].

Следует также отметить возможность изменения углов рассеяния ионов в результате структурирования мишеней под действием ионных пучков, образования в мишенях треков. (Трековые мембраны производят с помощью МЗИ, полученных на ускорителях).

Роль образования каналов, треков, структурирования мишеней в направлении движения пучка ионов, можно оценить, работая с калиброванными трековыми мембранами или, сравнивая поведение рассеянных ионов в самом начале обдирки и после длительного использования фольги. Учитывая, что, при значениях энергии ионов порядка 1 МэВ перезарядные фольги быстро разрушаются.

На возможную роль треков в фольге указывает тот факт, что число прошедших ионов зависит от направления движения в кристалле. У значительной доли протонов, движущихся вдоль кристаллографических осей, кроме снижения ионизационных потерь (следовательно, резко возрастают пробеги ионов), сильно уменьшается выход характеристического рентгеновского излучения, испускаемого атомами монокристалла в результате выбивания частицей электронов [71].

«Эффект теней» следует учитывать для продуктов ядерных реакций при облучении мишеней, т. к. для частиц, вылетающих из узлов решетки, направления вдоль кристаллографических осей и плоскостей являются закрытыми. Поэтому, если узлы монокристалла в результате ядерных процессов (α -распад, упругое и неупругое рассеяние протонов) станут излучателями частиц, то в

направлениях осей и плоскостей должны наблюдаться своеобразные тени [71].

Для газовых мишеней, которыми часто являются ультразвуковые струи, могут оказать влияние кластеры, присутствующие в потоке газа, потому что взаимодействие ионов с комплексными частицами: их рассеяние, «преломление» и потери энергии, зависят от размеров и других характеристик кластеров.

Исходя из малой эффективности транспортировки пучков МЗИ в ускорительных комплексах от источников ионов до мишеней (без банчировки: 3 – 5%; вплоть до 0.1%) возникает (наивный) вопрос: попробовали ли ускорять однозарядные ионы до больших энергий, или, исходя из действующей МАТ, сразу перешли к ускорению МЗИ?

4. РАЗМЫШЛЕНИЯ ХИМИКА О ДЕЙСТВУЮЩЕЙ МОДЕЛИ АТОМА

4.1 Обоснование экспериментальной проверки состава ядер и/или атомов.

Планирование и постановка дорогостоящих, времязатратных экспериментов предполагает ясное понимание зачем они нужны. Размышления об адекватности действующей модели атома – это обоснование необходимости ревизии МАТ. Понятно, что не все из высказанных ниже претензий к действующей модели атома окажутся оправданными.

Отсутствие ясности в природе таких понятий, как: эфир (или физический вакуум), электричество, магнетизм, гравитация, элементарный электрический заряд, свет, атомные спектры, химическая связь и др., осложняет генерацию адекватных моделей и теорий.

Неудовлетворенность автора (химика) моделью атома, предложенной физиками (и математиками), привела его к выполнению серии исследований, ибо природа химической связи обязана базироваться на МАТ.

Роль параметров атомов: массы [72], размера [73], формы, структуры и других характеристик, влияющих на химические взаимодействия и химическую связь, не полностью определена в МАТ.

В ряде случаев не учитываются макроскопические (внеатомные) факторы. Атомная спектроскопия – экспериментальная база действующей МАТ – только способ систематизации спектральных линий – мнемоническое правило,

которое не объясняет природу спектров. При этом за атомные спектры иногда принимаются излучения кластеров [74]. Эффект Зеемана (как и эффект Штарка, но в электрическом поле) объясняется без учета чрезвычайного изменения условий испускания/поглощения в магнитном поле [75].

Если следовать логике закона Мозли, то экранирование электронов в атоме другими электронами, выражаемое нецелочисленной константой экранирования, должно приводить к нецелочисленным зарядам ионов после ионизации атома [76]. Либо константу экранирования в законе Мозли следует интерпретировать иначе.

К прямому измерению элементарного электрического заряда в опытах Миликена имеется множество вопросов [77].

Дискретность электрических зарядов в химии не подтверждается практикой; привлекать МЗИ в химию не требуется [1].

В масс-спектрометрии за сигналы МЗИ могут быть приняты фрагментарные ионы от кластеров [2].

Оперирование с МЗИ в ядерной физике – один из немногих фактов, поддерживающий состав атома в действующей МАТ.

С размышлениями, сомнениями ученых (в том числе и основателей физики микромира), касающихся МАТ и науки XX века, можно ознакомиться, например, на сайте А.А. Шалыпина [78].

4.2 Критика МАТ с точки зрения химии

История действующей модели атома насчитывает более века. Нильс Бор (и после него) при построении МАТ, описывая расположение электронов в атомных оболочках, опирался именно на идеи химического взаимодействия за счет электрических сил между внешними «валентными» электронами. Один из множества примеров критики МАТ Бора приводится в [79]. «На основе общепринятого сейчас квантовомеханического описания можно перечислить следующие недостатки планетарного атома Бора: электрон не движется по планетарной траектории; предположение о том, что значения импульсов являются кратными некоторому числу, оказалось неверным; используемый для одноэлектронного атома водорода критерий импульса не пригоден для объяснения наблюдаемых уровней энергии любого атома с двумя или более электронами; модель не позволяет понять природу химической связи; модель не может дать логичного объяснения того, почему происходит квантование и почему электрон на орбите не излучает,

как этого требует электродинамика; оба эти свойства были введены без основания или объяснения [79, стр.22]... Эрвин Шредингер нашел связь между стационарными состояниями Бора и наличием у электрона волновых свойств по де Бройлю [79, стр.23]... Линейчатый спектр атома водорода показывает, что уравнение движения электрона в атоме должно быть уравнением волнового типа с граничными условиями, определяющими возможные значения энергии. Это смелое решение и было рождением квантовой механики [79, стр.29] ... Без каких-либо модификаций квантовая механика в состоянии объяснить энергетические уровни многоэлектронных атомов. Еще важнее то, что полученные с ее помощью данные количественно согласуются с известными свойствами молекул. Вычисленные энергии длин связей, частот молекулярных колебаний и уровней энергий согласуются с экспериментом настолько, насколько это возможно, если учесть введенные в расчет приближения и погрешности эксперимента. Квантовая механика в состоянии объяснить всю химию»...

«Отличие квантовомеханического атома от планетарной модели [79, стр.44]... Понять квантовомеханическую картину несколько сложнее. В этом случае электрон даже не фигурирует в явном виде; вместо него речь идет о распределении вероятностей. Траектория электрона здесь вообще не обсуждается, она потерялась в математике, когда мы модифицировали член с кинетической энергией, чтобы превратить закон сохранения энергии в уравнение волнового типа. Электрон, по-видимому, движется, но траектория электрона в модели отсутствует! Вероятностное описание совпадает со многими разнообразными наблюдениями. Чем принцип Паули лучше модели Бора? Химические свойства элементов, которые систематизированы в периодической таблице, определяются расположением орбиталей по энергиям [79, стр.67]»...

Математика квантовомеханического описания не затрагивает основ действующей модели атома, согласно которым число протонов ядра равно числу электронов в атоме элемента. А принцип Паули напоминает схоластический спор о том, сколько ангелов (или же чертей) может находиться на кончике иглы.

О свойствах атомов судят по косвенным данным: испускание/поглощение света; поведение под действием внешних агентов: электронов, фотонов, электрических и магнитных полей; по образованию химических связей и т. д. При этом атомы в природе – очень большая редкость. Все частицы при нормальных

условиях, кроме инертных газов (да и в них имеются кластеры), находятся в связанном состоянии.

На основании обширного экспериментального материала изменилось отношение к ряду научных положений, фактов, которые привлекались для обоснования МАТ, а теперь получили новые интерпретации. Например, валентность (на что опирался Н. Бор и другие) – это сейчас только стехиометрическая валентность или формальная характеристика – степень окисления [1]. В противоположность тому, что считалось ранее, электроны в молекулах и кристаллах не передаются от атома к атому (если только смещаются). Коль скоро нет реальной передачи электронов от атома к атому в молекулах, то и гипотеза об электронном насыщении до числа электронов в оболочках инертных газов неадекватна реалиям.

Структурный анализ дает не плотность вероятности нахождения электронов, а самих атомов. Находясь в постоянном движении, атомы чаще проходят центральную часть занимаемого ими объема, что и дает на рентгено-, нейтронограммах ядро атома [73].

Достаточно ли для МАТ, для объяснения свойств атомов, только состава атома: числа протонов в ядре и электронов в атоме? Или более важны: структура, распределение составных частей ядра и его электронного покрытия, форма, размер, масса, внутренние движения частиц в ядре и атоме? Если четко разграничить вклады в химическую связь от разных параметров атомов: массы [72], размера [73], формы, состава, структуры, что тогда останется у электронов для химической связи? Насколько электроны ответственны за химическую связь?

Проводилась ли непосредственно химическая идентификация разных экзотических изотопов одного элемента, например: ${}^6\text{He}$, ${}^8\text{He}$?

4.3 Электрические силы, МАТ и химическая связь

Успехи в изучении электричества, проработанность этой области знания теоретически и экспериментально, привели к выбору электрических сил ответственными за химическую связь. Но природа электрических сил неизвестна. До каких расстояний работают законы электростатики, электродинамики? Работают ли они в ядре и за его пределами также, как и в макром мире?

Если нейтральные атомы соединяются в молекулы, тогда зачем привлекать электрические заряды к объяснению природы химической связи?

Почему отрицательно заряженная оболочка атома не отталкивает, а наоборот, проникает в одноименно заряженную оболочку другого атома? Либо она не заряжена, либо действуют дополнительные или совсем другие силы, отвечающие за химическую связь.

Откуда берется сродство к электрону? Если имеется остаточный заряд на удержание электрона, то этот атом должен взаимодействовать с электрическими и магнитными полями. Впрочем, если разноименные электрические заряды не притягиваются на атомном уровне, а именно: электроны не нейтрализуются с МЗИ при электронном охлаждении пучков ионов, при ускорении ионов электронами, тогда почему одноименные электрические заряды обязаны отталкиваться?

При такой МАТ, почему ядра не «пожирают» ближайшие к ним электроны? Ядро должно притягивать, а наружные электроны – подталкивать к ядру. Движение внутренних атомных электронов подобно перемещению заряженных частиц в конденсаторе: ядро – это его «положительная обкладка», внешние электронные орбитали – это «отрицательная обкладка»; плюс к этому – магнитные эффекты от движений внешних и внутренних электронов.

Заряд иона локализован или размазан равномерно по всей атомной частице? Электрические взаимодействия одного электрона с ядром у изотопов водорода должны сильно(?) различаться, ибо составы (структуры, формы, размеры) ядер протона, дейтрона и тритона – разные. Изотопные сдвиги линий в спектрах атомов водорода хорошо объясняются атомными массами. (Знать бы еще природу массы нуклонов). Достаточно ли сверхтонкого расщепления спектральных линий изотопов, приписываемого магнитному и/или электрическому квадрупольному моментам ядра, для объяснения разных параметров ядер изотопов водорода?

Почему объекты с разными составами, структурами, формами, размерами, такими как: элементарные частицы и античастицы, положительные и отрицательные ионы, кластеры, капельки масла, имеют одинаковые (или кратные элементарному электрическому) заряды?

Если электрические силы ответстны за химическую связь, то очень просто заставить атомы и молекулы взаимодействовать. Создать разноименные ионы и привести их в контакт.

Если поправка α в атомной спектроскопии, в законе Мозли [76] интерпретируется как постоянная экранирования электронов электронами, тогда с какой стати заряды ядер обязаны быть целыми, равными атомным номерам элементов? Считается, что нейтрон состоит из заряженных частиц: электрона и протона. Какова «диэлектрическая проницаемость» нейтрона? Почему не допускается экранирование нуклонов нуклонами в ядрах? В случае разных составов и структур у ядер разных элементов эффекты экранирования заряда (и эффективные заряды) должны различаться.

Если постоянная экранирования не является целым числом, то и заряд атомного остова после удаления электрона не может быть целочисленным. Но тогда и заряды ионов не должны быть целочисленными.

4.4 Об электронном окружении в атомах

Почему именно так, а не иначе, электроны располагаются в атомах разных элементов, на разных оболочках? Без знания, как именно происходит акт испускания света, объяснить электронные построения в атомах элементов, опираясь только на атомные спектры, невозможно.

Если говорится о неизбежном падении электрона на ядро, то почему не происходит падения планет на Солнце? Разные силы? Или планеты не излучают гравитационные волны?

Говорится, что электрон должен упасть на ядро атома, когда начнет терять энергию на излучение. Но не объясняется, откуда берется притягательная электрическая сила. Какова ее природа? За счет чего электрон движется? Может быть после излучения энергия движения восстанавливается за тот же счет, за который электрон осуществлял движение? Если сила «дармовая», то она также восстановит силу Кулона и энергию движения электрона после испускания им фотона.

Если тяжелое ядро умудряется притянуть самые внешние электроны, то оболочечные электроны с одинаковыми зарядами должны сильно отталкиваться. Почему тогда происходит взаимопроникновение одноименно заряженных электронов в молекулах?

При объяснении рентгеновских спектров считается, что дырка заполняется самым внешним электроном? Зачем это электрону издали пробираться на освободившееся место через одинаково заряженных собратьев?

О каких стабильных электронных орбиталях, о валентных электронах можно говорить, когда атомные электроны свободно поляризуются, смещаются от «легкого» действия света, от присутствия соседнего атома, молекулы?

4.5 Ионизация

Если электроны в атомах вращаются на орбиталях, то их взаимодействие с внешними агентами (электронами, фотонами) будут разными: встречными, вдогонку, боковыми. Энергетика взаимодействия – разная; результаты взаимодействия будут многочисленными, ибо у каждого электрона своя энергия связи с ядром. Вследствие удаления электронов с разных оболочек, атом должен иметь множество потенциалов ионизации при получении одного зарядового состояния иона.

Считается, что электроны находятся в связанных состояниях между атомами в молекулах, кластерах, в кристаллах. Но потенциал ионизации, работа выхода электрона из тела, кластера, молекулы меньше, чем из отдельных атомов их составляющих. Есть зависимость потенциала ионизации кластера от его размера: с увеличением размера комплексной частицы потенциал снижается, он стремится к значению работы выхода электрона из твердого тела.

Почему «фотоотрыв электрона с частиц (металлов, жидкостей, неметаллов) происходит с задержкой по времени от начала облучения ультрафиолетом [77, 80], тогда как с поверхности металла таких задержек нет?

Почему нет нейтрализации ионов электронами при ионизации электронами [8], при электронном охлаждении? В методе электронного охлаждения [81, 82] в пучок ионов вносится посторонний поглотитель «абсорбер» энергии – электронный газ. Средняя скорость электронов совпадает со средней скоростью охлаждаемых частиц. Охлаждаемый и охлаждающий пучки попутные. Как охлаждать МЗИ электронами, когда при нейтрализации должна выделяться энергия нейтрализации, равная энергии ионизации? Почему нет нейтрализации? Из-за энергии нейтрализации?

Почему нет нейтрализации ионов электронами, которые выбиваются при обдирке на мишенях и далее движутся сонаправленно с ободраным МЗИ [3, 5, 9 – 16, 84]? Аналогичный вопрос (по отсутствию нейтрализации ионов и электронов) можно адресовать к ускорению МЗИ электронными кольцами [83].

4.6 Ионы атомов не есть другие химические элементы

На ответственность электронов за химическую связь перешли вследствие возможности простого объяснения (точнее – описания) сложнейших фактов химической индивидуальности и периодичности свойств элементов. Добавление или удаление всего одного электрона в атомную оболочку дает другой химический элемент, резко изменяются свойства атома. Когда электрон поступает в ядро – это понятно, а в электронную оболочку – невероятно! Хотя свойства ионов и отличаются от свойств атомов (например, He^+ в плазме может соединяться с нейтральным He), но отрицательные или положительные ионы не становятся другими элементами. Если следовать логике валентных электронов, то убрав у инертного газа один электрон, образовав ион, получим галоген, а когда благородному газу добавим электрон, то получим щелочной металл. Сродство к электрону у галогенов велико, следовательно, в атмосфере электронов галоген легко перейдет в инертный газ? Тогда «химичить» очень просто: надо получить ионы с разноименными зарядами и обеспечить им контакт.

4.7 Роль атомного ядра в МАТ

В ядерной физике много ядерных моделей. Без истинной модели ядра – какова истинность МАТ?

Роль ядра в действующей МАТ для химии определяется только его составом – числом протонов и нейтронов, что явно недостаточно.

Ядро первично! Ибо при удалении электрона из электронной оболочки атома или добавлении к атому электрона, не происходит превращения в другой элемент. При удалении же из ядра (β -распад) или добавлении в ядро (K -захват) всего одной частицы с зарядом, равным элементарному, атом резко меняет свои свойства, например: химически активный галоген превращается в химически неактивный инертный газ; далее – в активнейший щелочной металл! То есть изменение свойств элемента происходит при изменении ядра, а не внешних валентных электронов. Химические элементы получаются только вследствие ядерных превращений. Природа свойств химических элементов – в свойствах их ядер?

Если в атоме существует эффект экранирования электронов электронами от положительного ядра, то почему не допускается экранирования заряда протонов ядра протонами от электронного

окружения в атоме? А т. к. считается, что нейтроны состоят из протонов и электронов, то есть вероятность влияния (экранированием) нейтронов на электрический заряд ядра. В зависимости от числа и взаимного расположения в ядрах протонов и нейтронов возможны разные по степени эффекты экранирования нуклонов нуклонами. Если так уж хочется сделать ответственными за химическую связь электроны, то почему бы тогда для объяснения схожих физических и химических свойств элементов не принять для подгрупп периодической системы элементов такие «итоговые» электрические заряды ядер, которые удерживают одинаковые количества электронов, свои количества для каждой из подгрупп?

Электроны входят в состав ядер, присутствуя в нейтронах. Внеядерные электроны могут быть «проводниками» ядерных сил, при сцеплении с другими атомами в молекулы, кластеры, кристаллы. Или же наоборот – электроны экранируют ядерные силы, уменьшая взаимодействия между атомами! Тогда следует выяснять природу ядерных сил, а не привлекать электрические силы для взаимодействия нейтральных атомов.

4.8 Спектры и МАТ

В атомных спектрах нет полного учета макроскопических явлений: спектры сложных частиц иногда принимаются за атомные [74]; в эффекте Зеемана не учитывается чрезвычайное изменение условий испускания/поглощения света при наложении магнитного поля на излучатель [75].

Электрические силы привлекли в МАТ, чтобы представить атом излучающим электрическим диполем: для объяснения электромагнитной природы излучений. Но! Излучают нейтральные, колеблющиеся и вращающиеся молекулы. Или это только результат отражения волн окружающей среды от движущихся частиц, результат эффекта Доплера [75]?

Если на поверхности ядра имеется чередование нейтронов и протонов, то электроны, вращающиеся над ядром должны излучать, т. к. это происходит, когда либо сама частица, либо связанное с ней электромагнитное поле испытывает строго периодическое воздействие со стороны среды или внешних полей. (Это подобно излучению электронов, пролетающих над дифракционной решеткой).

Для объяснения химической связи между нейтральными атомами (и сродства к электрону) привлекают поляризацию атомов. Получается, что электронные оболочки очень подвижны, а не

строго стационарны? Даже если положительный заряд равномерно распределен по ядру, электроны не могут перемещаться по гладким орбитам, ибо при движении электрон должен «шарахаться» от соседей и излучать. Тем более, что при наличии экранирования электронов электронами (см. константа экранирования в спектральных формулах) при входе в «тень», траектории электронов должны изменяться, а при изменении скорости или направления движения электроны излучают. Да и при пересечении заряженной частицей электрических и магнитных полей от соседних электронов в атоме должно быть излучение.

При столкновении атомов их электронные орбитали пересекаются, следовательно, электроны, от разных атомов сталкиваются или тормозятся при огромных скоростях. Это достаточные условия для испускания света?

5. ЯДЕРНО-ФИЗИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ ДЛЯ «ХИМИЧЕСКОЙ» МОДЕЛИ АТОМА

Физики-экспериментаторы – профессионалы, работающие с МЗИ на ускорительных комплексах, прекрасно организуют и проведут необходимые для проверки МАТ исследования. Ядерщикам необходимо будет осуществить привычное для них взаимодействие голых ядер с мишенями.

Эксперименты по рассеянию легких голых ядер, изотопов водорода и α -частиц – это хорошая информационная база (см., например, ссылки в [70]) для анализа поведения голых ядер при взаимодействии с веществом. В серии экспериментов предстоит пропускать пучки ядер разных элементов (с наборами разных энергий) сквозь мишени разных толщин и из разных материалов.

Для выяснения влияния на результат эксперимента изменения или структурирования мишеней под воздействием пучков ионов можно пропустить ионы и голые ядра сквозь (стойкие к облучению) трековые мембраны.

В случае ультразвуковых газовых струй в качестве мишеней, всегда содержащих кластеры, стоит проверить роль кластеров при обдирке на газах. Для чего в качестве обдирателя придется генерировать пучки кластеров (см. ссылки в [2]) с разными характеристиками.

Получение в экспериментах МЗИ зарядовых чисел ионов выше, чем атомные номера элементов (чем заряды голых ядер) говорит о том, что имеют место какие-либо наложения на измеряемые сигналы МЗИ (в том числе, от фрагментарных ионов),

либо нет соответствия числа протонов ядра и/или электронов атомных оболочек атомному номеру элемента. В последнем случае следует подвергнуть ревизии МАТ.

Примеры работы с голыми ядрами можно найти в работах [3 – 6]. Некоторые из экспериментальных проблем рассмотрены в пп. 3.2 и 3.3, а также в [2].

6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Казалось бы, использование МЗИ в ядерной физике столь обширно и разнообразно, что автор гипотезы о фрагментаной природе МЗИ должен покаяться и признать очевидность существования МЗИ в природе. Но МЗИ в конденсированном состоянии себя не проявляют, и пока не выяснена природа электричества и элементарного электрического заряда заключение о природе МЗИ делать рано.

Прояснить роль фрагментации кластеров в природе МЗИ можно будет после специально поставленных экспериментов с голыми ядрами. Факторы, влияющие на измерения, могут быть интерпретированы как МЗИ.

Понятно, что одних претензий к действующей атомной модели недостаточно. Поэтому в следующих частях исследования будет представлено обоснование «химической» модели атома и рассмотрен ряд других перспективных МАТ, устраивающих как физиков, так и химиков.

Литература

1. В.В. Шатов, О дискретности электрических зарядов в химии, Доклады независимых авторов, «DNA», printed in USA, ISSN 2225-6717, Lulu Inc., ID № 14407999, Россия-Израиль, 2014, вып.25, с.188-211, ISBN: 978-1-304-86256-3.
2. Шатов, Роль фрагментации кластеров в масс-спектрометрии многозарядных ионов, Доклады независимых авторов, «DNA», printed in USA, ISSN 2225-6717, Lulu Inc., ID № 14407999, Россия-Израиль, 2014, вып.25, с.134-187, ISBN: 978-1-304-86256-3.
3. C. Scheidenberger, Th. Stöhlker, W.E. Meyerhof et al., Charge states of relativistic heavy ions in matter, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B 142 (1998) 441-462.

4. А.В. Тузиков, В.А. Михайлов, Канал транспортировки бустер-нуклотрон проекта NICA, Письма в ЭЧАЯ, 2010, Т.7, № 7 (163), с.781-787.
5. G. Korschinek, H. Morinaga. E. Nolte and ath., Accelerator mass spectrometry with completely stripped ^{41}Ca and ^{53}Mn ions at the Munich tandem accelerator, Nucl. Instr and Meth.B29 (1987) 67-71.
6. С.В. Афанасьев, Д.К. Дряблов, Д.М. Жомуродов и др., Идентификация пучка ионов Хе на ускорительном комплексе НУКЛОТРОН-М ЛФВЭ ОИЯИ методом измерения полного пробега в веществе, Письма в ЭЧАЯ, 2011, Т.8, № 2 (165), с.192-199.
7. Объединенный институт ядерных исследований, Издательский отдел ОИЯИ, <http://www1.jinr.ru/>.
8. Физика и технология источников ионов, (ред. Я. Браун), Мир, Москва, 1998.
9. Н.К. Скобелев, Ионизация тяжелых ионов и (атомов) продуктов ядерных реакций в различных средах, ЭЧАЯ, 1989, Т. 20, Вып.6, с.1439-1478.
10. G. Bonani, P. Eberhardt, H.J. Hofmann and ath., Efficiency improvements with a new stripper design, Nucl. Instr.andMeth.,B52 (1990) 338-344.
11. В.З. Майдигов, Ю.В. Гофман, Г.С. Попеко, Н.К. Скобелев, Широкодиапазонный магнитный анализатор продуктов реакций на пучке тяжелых ионов, ПТЭ, № 4, 1979, с. 68-72.
12. H.J. Hofmann, G. Bonani, M. Suter and W. Wölfl, Charge state distributions and fractionation, Nucl. Instr. and Meth. B29 (1987) 100-104.
13. Heavy Ion Storage Complex K4-K10, JINR Preprint, P9-92-15, Dubna, 1992.
14. Ю.И. Толстихина, В.П. Шевелько, Влияние атомных процессов на зарядовые состояния и фракции быстрых тяжелых ионов при прохождении через газовые, твердотельные и плазменные мишени, УФН, Т. 188, №3, 2018, с.268-300.
15. Н.И. Алиновский, А.Д. Гончаров, В.Ф. Ключев и др., Ускорительный масс-спектрометр СО РАН, ЖТФ, 2009, том 79, вып. 9, с.107-111.
16. В.Ф. Ключев, В.В. Пархомчук, С.А. Растигеев, Перезарядная мишень на парах магния для ускорительного масс-спектрометра, ПТЭ, 2009, № 2, с. 101-104.
17. И.Н. Семенюшкин, Дубненский синхрофазатрон. Состояние и перспективы развития ускорительного комплекса, Физика

- элементарных частиц и атомного ядра (ЭЧАЯ), 1996, Т.27, вып.3, с.583-587.
18. Ю.Д. Безногих, М.А. Воеводин, А.И. Говоров и др., Синхрофазотрон ОИЯИ. Работа и совершенствование, Препринт ОИЯИ, 9-12723-120, Дубна, 1979.
 19. С.Н. Доля, К.А. Решетникова, Два варианта инжекции тяжелых ионов, Препринт ОИЯИ, Р9-2013-120, Дубна.
 20. D. Dinev, Processes in high-energy heavy-ion acceleration, ЭЧАЯ, 2009, Т. 40, Вып.2, с. 494-533.
 21. B. Gikal, S. Dmitriev, P. Apel, S. Bogomolov, O. Borisov, DC-60 Heavy ion cyclotron complex: first beams and project parametrs, Письма ЭЧАЯ, 2008, Т. 5, № 7(149), с.160-165.
 22. Б.Н. Гикал, С.Н. Дмитриев, Г.Г. Гульбемян и др., Циклотронный комплекс ДЦ-60 для научно-прикладных исследований и промышленного применения в области нанотехнологий, Препринт ОИЯИ, Р9-2007-104, Дубна.
 23. Б.Н. Гикал, Г.Г. Гульбемян, С.А. Богомолов и др., Канал аксиальной инжекции циклотрона ДЦ-60, Препринт ОИЯИ Р9-2006-39, Дубна.
 24. О.Н. Борисов, Система вывода пучка циклотрона ДЦ-60, Препринт ОИЯИ Р9-2007-87, Дубна,
 25. Б.Н. Гикал, С.Н. Дмитриев, Г.Г. Гульбемян и др., Ускорительный комплекс ИЦ-100 для проведения научно-прикладных исследований, Препринт ОИЯИ, Р9-2007-20, Дубна.
 26. Б.Н. Гикал, С.Н. Дмитриев, Г.Г. Гульбемян и др., Ускорительный комплекс ИЦ-100 для проведения научно-прикладных исследований, Письма в ЭЧАЯ, 2008, Т.5, № 1(143), с.59-85.
 27. E.V. Samsonov, B.N. Gikal, O.N. Borisov, I.A. Ivanenko, Numerical simulation of ion acceleration and extraction in cyclotron DC-110, Preprint JINR, E9-2013-121, Dubna.
 28. Б.Н. Гикал, С.Н. Дмитриев, Г.Г. Гульбемян и др., Разработка, создание и запуск циклотронного комплекса тяжелых ионов ДЦ-110 для промышленного производства трековых мембран. Препринт ОИЯИ Р9-2013-120, Дубна.
 29. Ю.Н. Денисов, Г.А. Карамышева, О.В. Карамышев, О.В. Ломакина, Моделирование ускорения ионов криптона пониженной зарядности в циклотроне ЦИТРЕК. Письма в ЭЧАЯ, 2012, Т. 9, № 8, с.80-88.
 30. В.И. Волков, В.Н. Карпинский, А.Д. Коваленко и др. Итоги реализации проекта «НУКЛОТРОН-М», ЭЧАЯ, 2012, Т. 43, Вып.4, с.915-948.

31. А.К. Каминский, Оценки потерь интенсивности ионов $^{238}\text{U}^{28+}$ из-за столкновений ионов с молекулами остаточного газа в синхротроне SIS-100 создаваемого ускорительного комплекса GSI. Письма в ЭЧАЯ, 2005, Т.2, № 6(129), с.48-57.
32. E. Arai, K. Hayashi, Y. Oguri and ath., A heavy-ion acceleration system using a low energy Van de Graaff, Nucl. Instr. and Meth. B5 (1984) 58-64.
33. D. Rogalla, S. Theis, L. Campajola and ath., Recoil separator ERNA: ion beam purification, Nucl.Instr. and Meth. A 437 (1999) 266-273.
34. Yu.Ts. Oganessian, A.V. Yeremin, A.V. Belozеров, G. Berek, Kinematic separation and mass analysis of heavy recoiling nuclei, Particles and Nuclei, Letters, 2002. No. 1(110), p.5-12.
35. A.V. Yeremin, V.I. Shepigin, D.D. Bogdanov, V.A. Gorshkov. The electrostatic separator VASSILISSA Performance and experimental results, Nucl. Instr. and Meth., B 126 (1-4) (1997) 329-333.
36. А.В. Еремин, А.Г. Попеко, Сепарация и идентификация продуктов реакций полного слияния, дальнейшее развитие методов (определение массы тяжелых ядер), ЭЧАЯ, 2004, Т. 35, Вып.4, с.894-927.
37. А.Г. Артюх, Ю.М. Середа, С.А. Клыгин и др., Фрагмент-сепаратор КОМБАС, ПТЭ, 2011, №5, с.74 – 87.
38. Г.А. Кононенко, А.Г. Артюх, А.Н. Ворошилов и др., Детектирующая система фрагмент-сепаратора КОМБАС, Препринт ОИЯИ, Р13-2014-20, Дубна.
39. А.Г. Артюх, А.Н. Воронцов, Д.А. Кислуха и др., Сепаратор вторичных пучков (проект комбинации фрагмент-сепаратора КОМБАС с ионным кетчером). Препринт ОИЯИ, Р7-2013-90, Дубна.
40. В.З. Майдигов, Ю.В. Гофман, Г.С. Попеко, Н.К. Скобелев, Широкодиапазонный магнитный анализатор продуктов реакций на пучке тяжелых ионов, ПТЭ, № 4, 1979, с.68-72.
41. А.М. Родин, А.В. Белозеров, Д.В. Ванин и др., Масс-спектрометр MASHA – результаты тестов на пучке тяжелых ионов, Препринт ОИЯИ, Р15-2011-47, Дубна.
42. Н.И. Тарантин, Методы измерения атомных масс в ядерной физике. Массы атомных ядер как объекты измерений, ЭЧАЯ, 1995, Т. 26, Вып.4, с.1046-1106.
43. Н.И. Тарантин, Методы измерения атомных масс в ядерной физике. Основа масс-анализа – диспергирование ионов или заряженных частиц, ЭЧАЯ, 1999, Т. 30, Вып.2, с. 402-468.

44. С.А. Растигаев, А.Д. Гончаров, В.Ф. Ключев, Ускорительный масс-спектрометр с селекцией ионов в высоковольтном терминале, Письма в ЭЧАЯ, 2016, Т. 13, № 7(205), с.1438-1443.
45. В.П. Пархомчук, С.А. Растигаев, Селекция ионов в ускорительном масс-спектрометре ИЯФ СО РАН, Письма в ЭЧАЯ, 2012, Т. 9, № 4-5(174-175), с.666-671.
46. Н.И. Алиновский, Е.С. Константинов, В.В. Пархомчук и др., Времяпролетный детектор ионов малой энергии для ускорительного масс-спектрометра, ПТЭ, №2, 2009, с.90-93.
47. В.В. Пархомчук, С.А. Растигеев, Исследование ионного фона в ускорительном масс-спектрометре СО РАН, ЖТФ, 2009, том 79, вып. 10, с. 129-132.
48. M. Paul, Separation of isobars with a gas-filled magnet, Nucl. Instr. and Meth., B52 (1990) 315-321.
49. N.K. Skobelev, R. Kalpakchieva, R.A. Astabatyan and ath., Exit charge-state distributions of 242.8 MeV and 264.5 MeV ^{48}Ca ions incident on carbon and gold foils, Nucl. Instr. and Meth., B 227 (2005) 471-478.
50. A.V. Belozorov, J. Vincour. Š. Piscor and ath., Facility for the study of neutron-rich light nuclei, Nucl. Instr. and Meth. A 411 (1998) 343-350.
51. L.R. Kilius, N. Baba, M.A. Garvan and ath., AMS of heavy ions with small accelerators, Nucl. Instr. and Meth. B52 (1990) 357-365.
52. R. Anne, A.C. Mueller, LISE 3: a magnetic spectrometer – Wien filter combination for secondary radioactive beam production, Nucl. Instr. And Meth. B70 (1992) 276-285.
53. Л.В. Бобылева, И.В. Кузнецов, Э.А. Перельштейн, О.Э. Перельштейн, Об использовании фильтра Вина в исследованиях на низкоэнергетических пучках радиоактивных ядер, Письма в ЭЧАЯ, 2002. № 6(115), с.5-11.
54. В.Л. Михеев, Экспериментальные методы физики тяжелых ионов, ЭЧАЯ, 1979, Т. 10, Вып.2, с. 269-313.
55. Р.А. Астабатьян, С.М. Лукьянов, Э.Р. Маркарян и др., Широкоапертурная установка для исследования двухтритиевой структуры экзотического ядра ^6He . Препринт ОИЯИ, P13-2012-57, Дубна.
56. Р.А. Астабатьян, М.П. Иванов, С.М. Лукьянов и др., Плоскопараллельный детектор для идентификации низкоэнергичных ионов, Препринт ОИЯИ, P13-2011-59, Дубна.

-
57. L.A. Popeko, I.M. Kotina, G.A. Shishkina and ath., Thick Si(Li) Coaxial Detectors for Registration of Intermediate Energy Heavy Ions, JINR Preprint, E7-2007-5, Dubna.
58. А.Н. Тюкавкин, Ю.В. Пятков, Д.В. Каманин и др., Измерение ядерного заряда осколков деления большой ионизационной камерой в составе двухплечевого времяпролетного спектрометра, Препринт ОИЯИ, Р15-2008-88, Дубна.
59. И.П. Юдин, В.А. Панасик, С.И. Тютюнников, Дополнительный канал транспортировки ионов углерода для биологических исследований на нуклотроне ОИЯИ, Препринт ОИЯИ, Р9-2011-15, Дубна.
60. Ю.М. Середа, С.М. Лукьянов, А.Г. Артюх и др., Исследование фрагментации ионов ^{20}Ne и ^{40}Ar на установке КОМБАС, Препринт ОИЯИ, Р7-2013-95, Дубна.
61. Ц. Вылов, Б.П. Осипенко, В.М. Чумин, Прецизионная спектрометрия излучений радиоактивных нуклидов с помощью полупроводниковых детекторов, ОЧАЯ, 1978, Т.9, вып. 6, с.1350-1459.
62. С.В. Афанасьев, Д.К. Дряблов, Д.М. Жомуродов и др., Идентификация пучка ионов Хе на ускорительном комплексе нуклотрон-М ЛФВЭ ОИЯИ методом измерения полного пробега в веществе, Письма в ЭЧАЯ, 2011, Т.8, № 2 (165), с.192-199.
63. Н.Н. Агапов, А.В. Бутенко, В.И. Волков и др., Итоги реализации проекта «НУКЛОТРОН-М», ЭЧАЯ, 2012, Т. 43, Вып.4, с.915-948.
64. O. Heber, R.L. Watson, G. Sampoll at ath., Multiple ionization of He, Ne, and Ar by high velocity N^{7+} ions, Nucl. Instr.and Meth. B56/57 (1991) 15-17.
65. J.M. Wouters, D.J. Vieira, H. Wollnik at ath., Mass measurements of exotic nuclei. Optical design of the TOM (Time-of-Flight Isochronous) spectrometer, Nucl. Instr. and Meth. A240 (1985) 77-90.
66. К.Н. Мухин, Экспериментальная ядерная физика. Книга 2. Физика элементарных частиц, М.: Энергоатомиздат, 1993.
67. В.П. Дзелепов, В.П. Дмитриевский, Фазатрон и принцип автофазировки (К пятидесятилетию открытия автофазировки), ЭЧАЯ, 1995, Т.26, вып.5, с.119-1139.
68. И.Н. Мешков, А.О. Сидорин, А.В. Смирнов и др., Кристаллические пучки в накопителях заряженных частиц, Письма в ЭЧАЯ, 2004, № 3(120), с.32-38.
-

69. Р. Колпакчиева, А.С. Деникин, Р.А. Астабатьян и др., Упругое и неупругое рассеяние ${}^6\text{Li}$ на ${}^{12}\text{C}$ при энергии 63 МэВ. Препринт ОИЯИ, Р7-2003-132, Дубна.
70. K.A. Kuterbekov, I.N. Kukhtina, T.K. Zholdybaevandath., Global Dependence of Optical Potential Parameters for Alfa-Particles with Energies up to 80 MeV, JINR Preprint, E7-2002-220, Dubna.
71. Ю. М. Широков, Н. П. Юдин, Общий курс физики. Ядерная физика, М.: Наука, Гл. ред. физ-мат. лит., 1980.
72. В.В. Шатов, Модель атома и химическая связь. Часть II. Роль массы атома и атомной плотности в химии, «DNA», printed in USA, ISSN 2225-6717, Lulu Inc., ID № 24302389, Россия-Израиль, 2019, вып.45, с.201-213, ISBN: 978-0-359-35713-0.
73. В.В. Шатов, Модель атома и химическая связь. Часть I. Роль измеряемых и реальных размеров атомов в химии, 2018; Доклады независимых авторов, «DNA», printed in USA, ISSN 2225-6717, Lulu Inc., ID № 24302389, Россия-Израиль, 2019, вып.45, с.167-200, ISBN: 978-0-359-35713-0.
74. В.В. Шатов, Кластеры в источниках излучения. Часть I. Традиционные источники возбуждения атомных оптических спектров: пламя, дуга, искра, плазма, лазер. Доклады независимых авторов, «DNA», printed in USA, ISSN 2225-6717, Lulu Inc., ID № 14407999, Россия-Израиль, 2014, вып.25, с.84-110, ISBN: 978-1-304-86256-3.
75. В.В. Шатов, Атомная спектроскопия омагниченной плазмы. Связь эффекта Зеемана с эффектом Доплера, Доклады независимых авторов, «DNA», printed in USA, ISSN 2225-6717, Lulu Inc., ID № 14407999, Россия-Израиль, 2016, вып.35, с.125-190, ISBN: 978-1-329-86675-1.
76. В.В. Шатов, Интерпретация закона Мозли и модель атома. "Кластерное квантование" в атомной спектроскопии, Россия-Израиль: Доклады независимых авторов, выпуск 40, 2017, с.204 – 227, "DNA", printed in USA, ISSN 2225-6717, Lulu Inc., ID № 14407999, ISBN: 978-1-387-00793-6.
77. В.В. Шатов, Элементарный электрический заряд, опыты Милликена и природа многократно заряженных ионов, Доклады независимых авторов, «DNA», printed in USA, ISSN 2225-6717, Lulu Inc., ID № 15080253, Россия-Израиль, 2014, вып.30, с.175-199, ISBN: 978-1-312-39693-7.
78. А.Л. Шаляпин, Состояние современной физики микромира. Высказывания ученых XX века по некоторым проблемам

современной физики микромира. Доступно на сайте, на 10.04.2020: <http://s1836.narod.ru/sostsovr.htm>

79. Г. Пиментел, Р. Спратли. Как квантовая механика объясняет химическую связь, М: Мир, 1973.
80. А.Ф. Иоффе, Элементарный фотоэлектрический эффект. Магнитное поле катодных лучей. (Опытное исследование), С-Петербург, Типография М. М. Стасюлевича, Вас. Остр., 5 л., 28, 1913.
81. Е.М. Сыресин, Инжекция и устойчивость интенсивных ионных пучков в синхротронах с электронным охлаждением, ЭЧАЯ, 2015, Т.46, вып.6, с.1701-1738.
82. И.Н. Мешков, Электронное охлаждение: статус и перспективы, ЭЧАЯ, 1994, Т. 25, Вып.6, с.1487-1560.
83. И.Н. Иванов, А.Б. Кузнецов, Э.А. Перельштейн и др., Коллективное ускорение ионов. Препринт ОИЯИ, 9-4257, Дубна, 1969.
84. Аленицкий, А.С. Ворожцов, С.Б.Ворожцов и др., Циклотрон-инжектор ЦИ-5 для фазатрона ОИЯИ.Препринт ОИЯИ, Р9-2004-170, Дубна.

ОБЪЯВЛЕНИЯ

Конференция "Гравитация".

Приглашаем Вас принять участие в заочной конференции

Тематика конференции:

- различные модели объяснения гравитации,
- единая теория поля,
- электромагнитная теория гравитации, электрогравитация,
- гравитационное поле, гравимагнетизм,
- квантовая теория гравитации,
- гравитация и пространство, искривление пространства, гравитационные линзы,
- гравитация и время, замедление времени,
- гравитация и эфир,
- понятия массы, силы инерции,
- гравитационные волны,
- измерение гравитационной постоянной, гравиметрия,
- небесная механика, дискретность орбит планет,
- антигравитация, левитация, экранирование гравитационного поля.

Для участия в заочной конференции необходимо до 1 декабря 2020 года прислать материалы в формате pdf. Объем - не более 2 Мб. Участие в заочной конференции бесплатное.

Правила оформления статьи: название, ФИО (полностью), город, организация, e-mail, текст статьи, ссылки на литературу.

Материалы конференции будут выложены в Internet.

Статью необходимо выслать по адресу

koltovoi@mail.ru, Колтовой Николай Алексеевич.

Авторы

Каплунов Владимир Александрович, Россия.

negentropy@yandex.ru

Родился в г. Самарканде Узбекской ССР 1 марта 1938 года. Образование: 10 классов средней школы; один курс мединститута; техникум железнодорожного транспорта. Профессия – машинист локомотива. В 1996 году переехал в Йошкар-Олу республики Мари Эл Российской Федерации. Во время трудовой деятельности на социалистических предприятиях приходилось занимать выборные и административные управленческие должности нижнего уровня. Отсюда родился интерес к проблемам управления вообще, подогретый политической «оттепелью» в шестидесятые годы, а затем и «перестройкой». Интерес к проблемам управления перерос в интерес к философии. Интерес к философии породил новую философскую концепцию – «информационный подход».



Стрельченя Валерий Михайлович,
(Республика Беларусь).

v.strelchenya@gmail.com

1947 г.р., кандидат физико-математических наук по специальности «теоретическая и математическая физика», доцент. Около 30 лет работал на преподавательских должностях на физическом факультете Белорусского государственного университета (г. Минск). Автор и соавтор более 60 научных статей, а также нескольких книг учебного и учебно-методического характера для студентов вузов и учащихся старших классов школ



Теплов Альфред Иванович, Украина.

atplv126@gmail.com

Сайты: www.len-ta.com, www.teplov.net.ua

1940 г.р. Окончил: Ленинградское Суворовское Военное Училище (ЛСВУ, 1957 г.); Ленинградскую спецшколу МВД (1959 г., юрист); Ленинградский институт авиационного приборостроения ЛИАП (1969, радиоинженер).

Работал на ПО «Гамма» (г. Запорожье, нач. Лаборатории физико-технических измерений; ЗИИ (ныне Инженерная академия (ЗГИА, зав.лаб., выполнял тему для ЛОМО). Курсы повышения: ВИСМ (г. Менделеево, Моск. обл.); МЭИ (Москва).

Участник экспедиции на место падения Тунгусского метеорита (1988 г. со своей гипотезой о взрыве шаровой молнии). Самостоятельные исследования на пирамидах Гизы (не верил, что пирамиды – «усыпальницы» для фараонов)

В 1989 (после встречи с зам. министра по науке и технике Толстых Б.Л. создал «Научно-техническую организацию «Полид» (политехническая идея), учредитель.

Изданы книги:

«К проблеме Единой науки» (2003г.); «Пирамиды открывают тайны» (2009г.); Статьи в журнале «Научовий СВІТ», № 6 и №12 -2007г. (О поправке к Закону Кулона) и разные в прессе, в т.ч. н-ф рассказы.



Тригер Виталий Александрович, Израиль.

vitalytrigger@gmail.com

Окончил Минский Радиотехнический Институт, факультет радиотехники (1987-1992). Свободный предприниматель (электроника, роботехника, прикладные проблемы физики).

Автор патента "A METHOD AND DEVICE FOR RESCUE OF FLYING OBJECTS" и нескольких статей.



Хмельник Соломон Ицкович, Израиль.

solik@netvision.net.il

<https://orcid.org/0000-0002-1493-6630>

К.т.н., научные интересы – физика, электротехника, электроэнергетика, вычислительная техника, математика. Имеет около 400 изобретений СССР, патентов, статей, книг. Среди них – работы по теории математических процессоров для операций с различными математическими объектами; по теории и новым методам расчета электромеханических и электродинамических систем; по гравитомagnetизму; по альтернативной энергетике.



Шатов Владимир Викторович, Россия.

www.shatov.org, vladimir@shatov.org

В 1986 г. окончил теоретический поток химического факультета Ленинградского государственного университета (г. Санкт-Петербург). В химии уже ~ 40 лет. Занимался разработкой методик выполнения измерений и испытаний: масс-спектрометрия, оптическая и рентгеновская спектрометрия, рентгеноструктурный анализ, физические методы, электрохимия, "мокрая химия". Хобби – фундаментальная наука – более 35 лет.



Эткин Валерий Абрамович, Израиль.

etkin.v@mail.ru

Д.т.н., профессор, действительный член Европейской академии естественных наук (ЕАЕН, Ганновер, 2008), Международной академии биоэнергетических технологий (Киев, 2003) и Международной академии Творчества (Москва, 1995). Автор 10 книг и более 300 научных статей. Директор «Института интегративных исследований» (Израиль), руководитель ассоциации биоэнергетологов «Энергоинформатика» (Израиль) и научно-технической секции «Дома ученых» (Хайфа).
