

Гринштейн М.М.
Андреев Ю.П.
Боронилов Б.А.
Левин А.И.
Левина Р.С.
Левин Б.А.
Хмельник С.И.
Шатов В.В.
Эткин В.А.

Доклады независимых авторов, выпуск 30

ISSN 2225-6717

выпуск №30

2014



Доклады
Независимых
Авторов

История психобиофизики
Медицина
Термодинамика
Физика и астрономия

ISBN 978-1-312-42249-0



ID: 15080253
www.lulu.com

9 781312 422490



Доклады Независимых Авторов

Периодическое многопрофильное научно-техническое издание

Выпуск № 30

История психобиофизики \ 5
Медицина \ 135
Термодинамика \ 145
Физика и астрономия \ 152

Россия - Израиль
2014

The Papers of independent Authors

(volume 30, in Russian)

Russia - Israel

2014

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 right reserved. No portion of this book may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, without written permission of Publisher and Authors.

Опубликовано **31.05.2014**

Отправлено в печать **17.08.2014**

Напечатано в США, Lulu Inc., каталожный № **15080253**

ISBN 978-1-312-42249-0

EAN-13 9772225671006

ISSN 2225-6717

Сайт со сведениями для автора - <http://dna.izdatelstwo.com>

Контактная информация - publisherdna@gmail.com

Факс: ++972-8-8691348

Адрес: POB 15302, Bene-Ayish, Israel, 60860

ISBN 978-1-312-42249-0



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 международном классификаторе книг ISBN, передается и регистрируется в основных библиотеках России, национальной библиотеке Израиля,
- 4) приоритет и авторские права автора статьи обеспечиваются регистрацией журнала в ISBN,
- 5) коммерческие права автора статьи сохраняются за автором,
- 6) журнал издается в США,
- 7) журнал продается в интернете и в тех магазинах, которые решат его приобрести, пользуясь указанным международным классификатором.

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.

Содержание

История психобиофизики \ 5

Левин А.И., Бороников Б.А., Левина Р.С., Левин Б.А. (Россия) Исторические фрагменты теории психобиофизики в повседневном опыте её природного проявления и существования на Земле. Часть 2. \ 5

Медицина \ 135

Гринштейн М.М. (Израиль) Новые подходы к этиологии, диагностике и лечению рака \ 135

Термодинамика \ 145

Андреев Ю.П. (Россия) "Вечный" двигатель второго рода Андреева. Часть 3. \ 145

Физика и астрономия \ 152

Хмельник С.И. (Израиль) Силы Лоренца, Ампера и закон сохранения импульса. Количественный анализ и следствия. \ 152

Хмельник С.И. (Израиль) Сила Хмельника \ 160

Хмельник С.И. (Израиль) Принцип обратимости в униполярных машинах Фарадея \ 167

Шатов В.В. (Россия) Элементарный электрический заряд, опыты Милликена и природа многократно заряженных ионов \ 175

Эткин В.А. (Израиль) О природе спин-спинового взаимодействия \ 200

Об авторах \ 223

Последняя / 225

Серия: ИСТОРИЯ ПСИХОБИОФИЗИКИ

Левин А.И., Боронилов Б.А., Левина Р.С., Левин Б.А.

Исторические фрагменты теории психобиофизики в повседневном опыте её природного проявления и существования на Земле.

Часть 2.

Аннотация

Квантовая сущность корпоративно-усиленных человеческих устремлений к выгоде, доказанная в предыдущем номере выпуска 26 Докладов независимых авторов, вскрыла целый пласт квантово-механических проявлений, непосредственно связанных с эволюционными процессами синтеза и последующего развития человеческой земной популяции, особенно в части прогрессирующих изменений в центральной нервной системе Homo sapiens и, прежде всего, в направлении возникновения и последующего развития квантово-механических систем нейронной передачи информации от коры головного мозга Человека к периферии и обратно. Возникла необходимость информационного обзора получаемого объёма необходимой информации, самым непосредственным образом захватывающей и сферу намечаемых нами исследований, относящихся к усиленным устремлениям корпорации людей к общей выгоде. Но, предварительно потребовалось освещение известных достижений в части современных представлений об организации пространственно-временных представлений об исконном временном отсчёте живого мира Земли в части циркадианности как необходимого влияния именно организации мира. Более детальнейшее изучение проблем, потребовало также перехода к анализу существенно-объёмной

сферы кибернетико-синергетических проявлений живой природы, относящейся к реакциям человеческого и других организмов на многочисленные патологические изменения и выживания, повлекшие при эволюции живого организма принципов регулирования, адаптации и даже самообучающегося обучения. Поскольку постоянно возникали проблемы дефицита объёма, выделенная вторая часть обзора представлена только в виде одного примера, на наш взгляд весьма знаменательного и характерного. Приведен список достаточно необходимого объёма литературы для дальнейшего изучения рассматриваемых проблем.

Оглавление

Предисловие ко второй части

ЧАСТЬ ВТОРАЯ

5. Электронный парамагнитный резонанс (ЭПР) - одно из первоначальных звеньев, осветивших путь неперенной связи неживой и живой материи Земли путём широкого применения в научном знании принципов квантовой механики благодаря открытию Е.К. Завойского (1944) и внедренческой инициативы и организаторскому таланту Л.А. Блюменфельда [по материалам руководителя внедренческого коллектива методологии измерения биологических соединений и психобиопроцессов в организме человека, заведующего кафедрой Блюменфельда Л.А. (МГУ им. М.В. Ломоносова)]
 - 5.1. Парамагнетизм
 - 5.2. Квантовомеханическая интерпретация ЭПР
 - 5.3. Классическая интерпретация ЭПР
 - 5.4. Спектрометры ЭПР
6. Природно-существующие в организме человека и сформировавшиеся принципы передачи информации в адаптированной к этому структурной организации человеческого мозга, достигшей к моменту предельно-порогового квантованного перехода непосредственное эволюционное развитие вида
 - 6.1. Взаимосвязи в простых нервных системах и сложных нейронных сетях
 - 6.2. Сигналы нервных клеток

- 6.3. Классы электрических сигналов
- 6.4. Универсальность электрических сигналов
- 6.5. Клеточное строение Человека и особенности его нервных клеток, дендритов, аксонов
- 6.6. Сигналы нервных клеток
- 6.7. Интегративные механизмы
7. Клеточная и молекулярная биология нейронов
8. Принципиально две предлагаемых природными явлениями передачи сигналов между нервными клетками и их мишенями - посредством химической и отдельно посредством электрической синаптической передачи
 - 8.1. Сущность электрической синаптической передачи опосредуется квантовым путём при участии электронов прямого протекания тока между клетками. Сущность химических синаптических передач осуществляется традиционным ионным путём с применением нейромедиатора, освобождающегося из пресинаптического нервного окончания, что активирует рецепторы на постсинаптической мембране, а время, необходимое для освобождения медиатора, задает минимальную синаптическую задержку (около 1 мс)
 - 8.2. Основы прямой синаптической передачи
9. Тезисный исторический обзор основных синаптических идей
 - 9.1. Нервные клетки и синаптические контакты
 - 9.2. Химическая передача в вегетативной нервной системе
 - 9.3. Химическая синаптическая передача в нервномышечном соединении позвоночных
10. Электрическая синаптическая передача
 - 10.1. Идентификация и характеристики электрических синапсов
 - 10.2. Сосуществование электрической и химической передач в одном синапсе
 - 10.3. Синаптическая задержка в химических и электрических синапсах
11. Химическая синаптическая передача
12. Структура синапса
 - 12.1. Синаптические потенциалы и нервномышечное соединение
 - 12.2. Определение участков мышечного волокна, чувствительных к АХ

13. Измерение ионных токов, вызванных АХ
 14. Почему важно знать потенциал реверсии?
 15. Прямое синаптическое торможение
 - 15.1. Десенситизация
 16. Исследование устремлений в теории искусственного интеллекта (модели гиперболического распределения, как для живых, так и для неживых систем)
 17. Иерархия потребностей по Маслоу
- Список дополнительной зарубежной литературы

Предисловие ко второй части

Основное внимание во второй части обзора уделено, прежде всего, выдающемуся достижению мировой научной мысли XX-го века, связанного с открытием в 1944 году российским учёным Е.К. Завойским природного явления, названного им как электронного парамагнитного резонанса (ЭПР), который нашёл широкое применение не только в биофизике, но и в медицине, биологии и других смежных и прикладных науках.

Но более значимый объёмный материал во второй части посвящён описанию разнообразных квантовано-волновых систем, рассматриваемых без каких-либо биологических разграничений (что похвально в научном плане) между биологическим клеточным миром всего живого на Земле и медицинскими науками: это существенно облегчило выполнение и систематизацию обзора во второй части наших исторических исследований. Поэтому большая часть рассматриваемых и изложенных ниже квантовано-волновых систем можно отнести по существу к действующей медицинской классификации, однозначно сформулированной в виде нормальной физиологии и нормально анатомии.

Завершается вторая часть обзора более детализованным изложением иерархической теорией ступенчато-последовательного удовлетворения уровней потребностей Маслоу, где уровни потребностей принципиально можно отнести к квантово-механическим проявлениям, непосредственно связанными с устремлением не только каждой особи человеческой популяции к выживанию (то есть к выгоде для себя), но и любой другой популяции в земных условиях выживания и далее существования при действующей на Земле обстановке неперемennого дефицита.

ЧАСТЬ ВТОРАЯ

5. Электронный парамагнитный резонанс (ЭПР) - одно из первоначальных звеньев, осветивших путь непрерывной связи неживой и живой материи Земли путём широкого применения в научном знании принципов квантовой механики благодаря открытию Е.К. Завойского (1944) и внедренческой инициативы и организаторскому таланту Л. А. Блюменфельда [по материалам руководителя внедренческого коллектива методологии измерения биологических соединений и психобиопроцессов в организме человека, заведующего кафедрой МГУ Блюменфельда (МГУ им. М.В. Ломоносова)]

Явление электронного парамагнитного резонанса, как связующее природное событие между неживой и живой материей Земли совместно с непрерывным следствием суточного вращения Земли и влияния непосредственных небесных тел (Луны, Солнца и близкорасположенных планет) было открыто в 1944 году Евгением Константиновичем Завойским, который осознал, что парамагнитное тело, помещённое в постоянное магнитное поле, может поглощать энергию подаваемого на него электромагнитного поля. Поглощение электромагнитного излучения парамагнитными образцами имело и должно было иметь от возникшей по движению по орбите Земли и её вращению в магнитном обрамлении Земли избирательный (резонансный) характер, поскольку оно наблюдалось лишь при определённом соотношении между напряжённостью постоянного магнитного поля и частотой переменного электромагнитного поля. Поэтому открытое явление получило название электронного парамагнитного резонанса (ЭПР). Значимость такого открытия фундаментальна, поскольку однозначно указывает на однозначную связь вращения Земли на возникновение живой материи из неживой на нашей планете. Более того, метод ЭПР нашёл широкое применение, как в физико-химических науках, так и в биолого-медицинских.

5.1. Парамагнетизм

Магнитные свойства атомов и молекул определяются магнитными моментами электронов, а также протонов и нейтронов, как непрерывными составляющими атомных ядер. Как это ни странно, но магнитные моменты атомных ядер существенно меньше магнитных моментов электронов, поэтому магнитные свойства

вещества определяются главным образом магнитными моментами электронов. Магнитные свойства электронов в атомах обусловлены их орбитальным движением вокруг ядра (орбитальный механический момент), а также существованием собственного механического момента электрона (т.е. спина электрона).

Поэтому, в зависимости от электронного строения атомы и, тем более, молекулы должны различаться своими магнитными характеристиками. Вещества, молекулы которых обладают свойствами с характерными и отличными от нуля магнитными моментами, получили название *парамагнетиками*. Парамагнетиками являются некоторые газы (из молекул O_2 , NO), щелочные металлы, соли редкоземельных элементов и элементов группы железа. Магнитный момент M парамагнитного образца складывается из магнитных моментов μ_i входящих в него парамагнитных частиц,

$$M = \sum_{i=1}^N \mu_i, \text{ где } N - \text{число парамагнитных частиц. При отсутствии}$$

внешнего магнитного поля H хаотическое тепловое движение парамагнитных частиц приводит к усреднению до нуля суммарного магнитного момента ($M = 0$). Если поместить образец в постоянное магнитное поле H , магнитные моменты парамагнитных частиц ориентируются вдоль направления вектора H , поэтому возникает отличный от нуля суммарный магнитный момент, то есть образец намагничивается. Чем больше напряженность магнитного поля, тем сильнее намагничивается образец. В сравнительно слабых магнитных полях величина индуцируемого магнитного момента M пропорциональна напряжённости поля: $M = \chi \cdot H$, где χ – магнитная восприимчивость (обычно $\chi = 10^{-3} \div 10^{-6}$). У парамагнетиков магнитный момент M ориентирован по направлению внешнего поля. Потенциальная энергия E парамагнитного образца определяется скалярным произведением векторов M и H по формуле $E = -(M \cdot H)$, откуда следует, что энергия парамагнетика в магнитном поле понижается, поскольку $E = -(M \cdot H) < 0$. Поэтому парамагнетики втягиваются в магнитное поле, что немало важно в процессе синтеза многомолекулярных и объёмных биологических молекул.

Рассматривая по элементарному существу магнитные свойства свободного парамагнитного атома, можно, согласно законам квантовой механики, которые явным образом участвуют в

рассматриваемых процессах, установить, что орбитальный механический момент электрона

$$p_l = \sqrt{l(l+1)} \cdot \hbar ,$$

где l – орбитальное квантовое число, $\hbar = h/(2\pi) = 1,0545 \cdot 10^{-27}$ эрг.
 c - постоянная Планка.

Орбитальный магнитный момент электрона

$$\mu_l = \sqrt{l(l+1)} \cdot \beta ,$$

где $\beta = eh/(2mc) = 9,274 \cdot 10^{-21}$ эрг/Гс. - магнетон Бора. Здесь e - заряд электрона, m - масса электрона, c - скорость света в вакууме. Отношение магнитного момента к механическому моменту электрона, выражаемое обычно в единицах $e/(2mc)$, называется магнитомеханическим отношением или *g-фактором*. В случае магнетизма, обусловленного орбитальным движением электрона, величина g-фактора составляет $g_{\text{обр}} = 1$.

Электрон обладает также собственным механическим моментом (спином) и соответственно собственным магнитным моментом. В случае чисто спинового магнетизма механический и магнитный моменты электрона

$$p_s = \sqrt{s(s+1)} \cdot \hbar \text{ и } \mu_s = \sqrt{s(s+1)} \cdot \beta ,$$

где s – спиновое квантовое число электрона, равное $s = 0,5$. В системе единиц $e/(2mc)$ величина g-фактора свободного электрона $g_s = 2$.

Если свободный атом содержит несколько электронов, то их орбитальные и спиновые моменты складываются. И в этом случае магнитные свойства атома будут определяться значением квантовых чисел L и S , которые характеризуют суммарные моменты, обусловленные орбитальным и спиновым движением электронов в атоме, а также квантовым числом J . Для лёгких атомов $L = \sum_i l_i$, $S = \sum_i s_i$, а величина J может принимать значения $J = |L + S|$, ..., $|L - S|$. В этом случае магнитомеханическое отношение можно вычислить по формуле Ланде:

$$g = 1 + \frac{|J(J+1) + S(S+1) - L(L+1)|}{2J(J+1)} .$$

При отсутствии суммарного спинового момента ($S = 0$) получается $g = 1$; при равенстве нулю суммарного орбитального

момента ($L = 0$) величина $g = 2$, в других случаях возможны промежуточные значения $1 < g < 2$.

Различным значениям квантовых чисел L, S, J , как правило, соответствуют разные энергетические уровни атома. Электронные состояния атомов характеризуются также магнитными квантовыми числами m_L, m_S, m_J , которые определяют проекции орбитального, спинового и суммарного моментов в заданном направлении (рис. 1). Квантовые числа m_L, m_S, m_J могут принимать следующие наборы значений:

$$m_L = L, L-1, \dots, -L; \quad m_S = S, S-1, \dots, -S; \quad m_J = J, j-1, \dots, -(J-1), -J.$$

В сферически-симметричном атоме отсутствует какое-либо физически выделенное направление осей координат. Поэтому при отсутствии внешнего магнитного поля энергетические уровни атома, характеризуемые разными значениями магнитных квантовых чисел, совпадают. Принято говорить, что такие энергетические уровни вырождены по магнитному квантовому числу. ... Если атом оказывается во внешнем магнитном поле H_0 , то в направлении вектора H_0 можно определить проекции орбитального, спинового и суммарного моментов электронов. В этом случае выражение по магнитным квантовым числам снимается - разным значениям m_L, m_S, m_J отвечают разные уровни энергии. Экспериментально это проявляется в том, что спектральные линии парамагнитных атомов в магнитном поле расщепляются (рис. 1). Расщепление энергетических уровней в магнитном поле было обнаружено в 1896 году голландским физиком П. Зееманом. Эффект Зеемана лежит в основе явления ЭПР.

5.1.1. Явление электронного парамагнитного резонанса

Первый сигнал ЭПР был получен Е.К. Завойским, который изучал некоторые соли ионов группы железа. Используя разработанный им оригинальный радиотехнический метод регистрации электромагнитного излучения метрового диапазона, Завойский обнаружил, что если на парамагнитный образец, помещенный в постоянное магнитное поле, подать слабое переменное электромагнитное поле, то при определённом соотношении между напряжённостью H_0 постоянного магнитного поля и частотой ν переменного поля наблюдается поглощение

энергии электромагнитного поля. Условием наблюдения этого эффекта является перпендикулярная ориентация магнитного вектора переменного поля $H_1(t)$ по отношению к направлению статического поля H_0 . Явление магнитного резонанса *можно объяснить* в рамках **классической и квантовой физики (совместно)**.

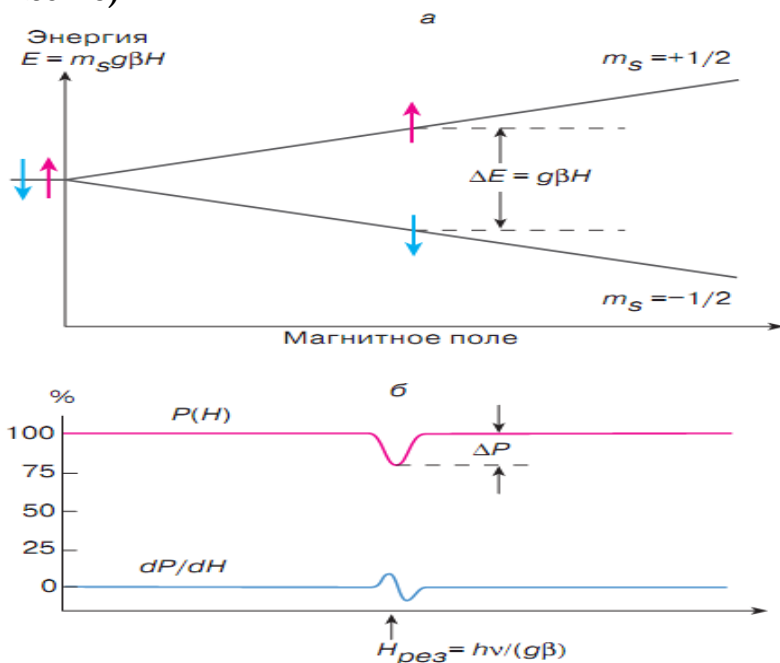


Рис. Г2.1. а - расщепление энергетического уровня электрона в зависимости от магнитного поля H_0 ;

б - зависимость мощности P микроволнового излучения, прошедшего через парамагнитный образец, от напряженности внешнего магнитного поля. Величина ΔP – резонансное поглощение микроволнового излучения (сигнал ЭПР). Голубая кривая - первая производная сигнала ЭПР.

5.2. Квантовомеханическая интерпретация ЭПР

Для выяснения физической картины явления ЭПР необходимо рассмотреть, каким образом постоянное магнитное поле H_0 и переменное магнитное поле $H_1(t)$ влияют на энергетические уровни изолированного парамагнитного атома (или иона). Как уже отмечалось выше, магнитные свойства атома характеризуются значением квантового числа J – результирующего

магнитного момента. В большинстве химических и биологических систем, исследуемых методом ЭПР, орбитальные магнитные моменты парамагнитных центров, как правило, либо равны нулю, либо практически не дают вклада в регистрируемые сигналы ЭПР. Поэтому ради простоты будем считать, что параметрические свойства образца определяются суммарным спином атома S При отсутствии внешнего магнитного поля энергия свободного атома не зависит от ориентации спина. При включении внешнего магнитного поля H_0 происходит расщепление уровня энергии на $2S + 1$ подуровней, соответствующих различным проекциям суммарного спина S в направлении H_0 .

$$E(m_s) = m_s g \beta H_0,$$

где m_s - магнитное спиновое квантовое число, которое может принимать значения $m_s = S, S - 1, \dots, -(S - 1), -S$. В простейшем случае парамагнитного центра с одним неспаренным электроном спин $S = 1/2$. Этому значению спина соответствуют два зеемановских уровня энергии с $m_s = +1/2$ и $-1/2$, разделенные интервалом $\Delta E = g \beta H_0$ (рис. 1).

Если энергия квантов электромагнитного излучения с частотой ν , действующего на систему спинов во внешнем магнитном поле, равна разности энергий между соседними уровнями, то есть $h\nu = g \beta H_0$, то такое излучение будет вызывать переходы между энергетическими уровнями. В этом случае переменное электромагнитное поле, имеющее магнитную компоненту $H_1(t)$, перпендикулярную к статистическому полю H_0 , с одинаковой вероятностью может индуцировать переходы как снизу вверх, так и сверху вниз. Такие индуцированные переходы сопровождаются изменением ориентации спинов (рис. 2). Согласно квантовомеханическим правилам отбора, возможны лишь такие переходы, при которых значение магнитного квантового числа изменяется на величину $\Delta m_s = \pm 1$. Такие переходы называются разрешенными. Переход с нижнего уровня на верхний сопровождается поглощением кванта электромагнитного излучения. Переход с верхнего уровня на нижний приводит к излучению кванта с энергией $\Delta E = g \beta H_0$.

В состоянии термодинамического равновесия населённости нижнего (H_1) верхнего (H_2) уровней различаются. Согласно распределению Больцмана,

$$\frac{N_2}{N_1} = \exp\left(-\frac{\Delta E}{kT}\right),$$

где N_1, N_2 – соответственно количество спинов, имеющих значения магнитного квантового числа $m_s = -1/2$ и $+1/2$, k – постоянная Больцмана, T – абсолютная температура. Поскольку нижние энергетические уровни населены больше верхних уровней ($N_1/N_2 < 1$), электромагнитное излучение будет чаще индуцировать переходы снизу вверх (поглощение энергии), чем переходы сверху вниз (излучение энергии). Поэтому в целом будет наблюдаться поглощение энергии электромагнитного поля парамагнитным образом. Такова сущность явления ЭПР. Разность энергий соседних зеемановских уровней мала ($\Delta E \ll kT$), поэтому частота излучения соответствует микроволновому или радиочастотному диапазону ($\lambda \approx 3\text{см.}$ при $H_0 \approx 3300$ Э).

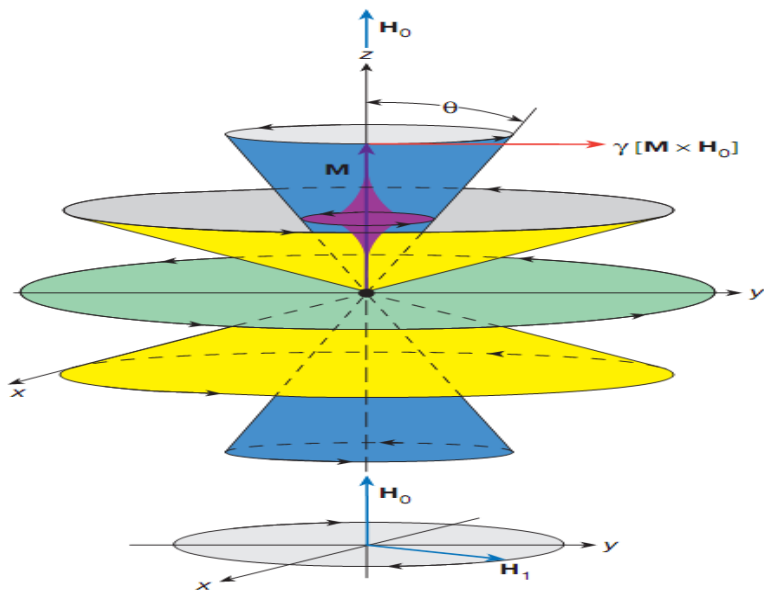


Рис. Г2. 2. Прецессия магнитного момента M парамагнетика в постоянном магнитном поле H_0 . Под действием вращательного момента, создаваемого полем H_0 , магнитный момент совершает

круговые вращения по образующей конуса с ларморовской частотой $\omega_L = \gamma H_0$. При наложении переменного магнитного поля, вектор напряжённости которого H_1 совершает круговое движение с ларморовской частотой в плоскости, перпендикулярной вектору H_0 , происходит изменение угла прецессии, приводящее к опрокидыванию магнитного момента M . Увеличение угла прецессии θ сопровождается поглощением энергии электромагнитного поля, уменьшение θ - излучением с частотой ω_L .

До сих пор рассматривался идеализированный случай - систему изолированных парамагнитных атомов, которые не взаимодействуют друг с другом и окружающей средой. Такая идеализация является чрезвычайно сильным упрощением, в рамках которого нельзя полностью объяснить наблюдаемое на опыте резонансное поглощение электромагнитного излучения. Действительно, по мере поглощения энергии электромагнитного поля образцом различие в заселённости энергетических уровней будет исчезать. Это означает, что число индуцированных переходов снизу вверх (поглощение энергии) станет уменьшаться, а число переходов сверху вниз (излучение) - возрастать. После того как населенности верхнего и нижнего уровней сравняются ($N_2 = N_1$), число поглощаемых квантов станет равным числу испускаемых квантов. Поэтому в целом поглощение энергии электромагнитного излучения не должно наблюдаться. В действительности, однако, дело обстоит иначе.

Для того чтобы понять, почему в условиях резонанса парамагнитная система поглощает энергию электромагнитного поля, необходимо учесть явление *магнитной релаксации*. Суть этого явления заключается в том, что парамагнитные частицы могут обмениваться энергией друг с другом и взаимодействовать с окружающими их атомами и молекулами. Так, например, в кристаллах спины могут передавать свою энергию кристаллической решётке, а в жидкостях - молекулам растворителя. Во всех случаях независимо от агрегатного состояния вещества по аналогии с кристаллами принято говорить, что спины взаимодействуют с решёткой. В широком смысле слова термин «решётка» относится ко всем тепловым степеням свободы системы, которым спины могут быстро отдавать поглощаемую ими энергию. Благодаря быстрой безизлучательной релаксации спинов в системе успевает

восстановиться практически равновесное отношение заселенностей зеэмановских подуровней, при котором заселённость нижнего уровня выше заселённости верхнего уровня, $N_2 / N_1 = \exp(-\Delta E / kT) < 1$. Поэтому число индуцированных переходов снизу вверх, отвечающих поглощению энергии, будет всегда превышать число индуцированных переходов сверху вниз, то есть резонансное поглощение энергии электромагнитного излучения будет превалировать над излучением.

5.3. Классическая интерпретация ЭПР

Допустим, что парамагнитные свойства образца определяются магнитными моментами μ_i входящих в него частиц, например, магнитных моментов неспаренных электронов параметрических атомов или молекул. При отсутствии внешнего магнитного поля магнитные моменты отдельных парамагнитных частиц ориентированы хаотически, поэтому суммарный магнитный момент образца равен нулю. Во внешнем магнитном поле H_0 образец намагничивается, то есть возникает неравный нулю суммарный магнитный момент M , ориентированный по направлению поля. Поведение магнитного момента во внешнем поле H_0 можно уподобить движению магнитного волчка, имеющий механический момент количества движения J . Магнитный момент волчка

Пропорционален его механическому моменту: $\bar{M} = \gamma \bar{J}$ (в случае электрона векторы \bar{M} и \bar{J} ориентированы в противоположные стороны, то есть $\gamma < 0$). В магнитном поле \bar{H}_0 на волчок действует вращательный момент, определяемый векторным произведением $[\bar{M}(t) \times \bar{H}_0]$. Уравнение движения магнитного момента \bar{M} в постоянном магнитном поле \bar{H}_0 имеет вид

$$\frac{d\mathbf{M}(t)}{dt} = \gamma[\mathbf{M}(t) \times \mathbf{H}_0],$$

где γ – отношение магнитного момента к механическому.

Из этого уравнения следует, что магнитный момент \bar{M} будет прецессировать (совершать круговые вращения) вокруг вектора \bar{H}_0 с круговой частотой $\bar{\omega}_L = -\gamma \cdot \bar{H}_0$. Это явление называется

ларморовской прецессией (рис. 2).

Допустим теперь, что помещённый в постоянное магнитное поле \bar{H}_0 образец облучается сравнительно слабым переменным электромагнитным полем, у которого вектор магнитного поля $\bar{H}_1(t)$ перпендикулярен постоянному магнитному полю \bar{H}_0 ($\bar{H}_1 \perp \bar{H}_0$ и $|\bar{H}_1| \ll |\bar{H}_0|$). Допустим также, что переменное поле $\bar{H}_1(t)$ поляризовано по кругу, то есть вектор $\bar{H}_1(t)$ вращается в плоскости xu с круговой частотой $\omega_1 = 2\pi\nu_1$ (рис. 2). Это значит, что теперь на магнитный момент \bar{M} будет действовать дополнительный вращательный момент $[\bar{M}(t) \times \bar{H}_1(t)]$, создаваемый переменным магнитным полем.

Если частота электромагнитного излучения ω_1 сильно отличается от частоты ларморовской прецессии ω_L , то переменное поле $\bar{H}_1(t)$ не будет оказывать существенного влияния на прецессию вектора \bar{M} . В этом случае разность фаз между векторами $\bar{M}(t)$ и $\bar{H}_1(t)$ непостоянна, поэтому среднее по времени значение дополнительного вращательного момента $[\bar{M}(t) \times \bar{H}_1(t)]$ будет равно нулю. Однако по мере приближения частоты переменного электромагнитного поля ω_1 к частоте ларморовской прецессии ω_L влияние переменного поля $\bar{H}_1(t)$ на движение вектора \bar{M} будет становиться заметнее. При совпадении частот ω_1 и ω_L векторы $\bar{M}(t)$ и $\bar{H}_1(t)$ будут вращаться синхронно. Это значит, что в условиях резонанса ($\omega_1 = \omega_L$) абсолютная величина дополнительного вращательного момента $[\bar{M}(t) \times \bar{H}_1(t)]$ будет постоянна и всегда отлична от нуля. Поэтому даже слабое переменное поле $\bar{H}_1(t)$ может существенно влиять на прецессию вектора намагниченности $\bar{M}(t)$. Под действием переменного поля $\bar{H}_1(t)$ угол прецессии вектора намагниченности $\bar{M}(t)$. Под действием переменного поля $\bar{H}_1(t)$ угол прецессии θ станет периодически изменяться: вектор намагниченности $\bar{M}(t)$ будет то приближаться к плоскости xu , то удаляться от неё (рис. 2).

Как мы отмечали выше, энергия магнитного момента \bar{M} во

внешнем магнитном поле зависит от его ориентации, $E = -(\vec{M} \cdot \vec{H}) = -|\vec{M}| \cdot |\vec{H}| \cos \theta$. Отклонение вектора намагниченности $\vec{M}(t)$ от оси z (увеличение угла прецессии θ) отвечает увеличению энергии парамагнетика, которое происходит за счёт поглощения энергии переменного магнитного поля $\vec{H}_1(t)$. Приближение вектора $\vec{M}(t)$ к оси z (уменьшение угла θ) сопровождается понижением энергии магнитного момента \vec{M} , которая будет выделяться в форме электромагнитного излучения с резонансной частотой $\omega_{рез} = \omega_L$. Таким образом, если отвлечься от процессов магнитной релаксации, то оказывается, что в течение полупериода, когда вектор $\vec{M}(t)$ приближается по направлению к вектору внешнего магнитного поля \vec{H}_0 , энергия переменного магнитного поля будет излучаться образцом, а во время следующего периода - поглощаться. Поэтому, казалось бы, в целом парамагнитный образец не должен поглощать энергию электромагнитного излучения.

Однако спины могут безизлучательно (в виде тепла) отдавать поглощаемую ими энергию решетке, в результате чего резонансное поглощение энергии будет преобладать над излучением. Так можно объяснить явление ЭПР в рамках классической (неквантовой) физики.

Заметим, что условием резонансного поглощения энергии электромагнитного излучения является не только равенство частот $\omega_1 = \omega_L$, но и совпадение направления круговой поляризации переменного поля $\vec{H}_1(t)$ с направлением прецессии вектора намагниченности $\vec{M}(t)$ в поле \vec{H}_0 . На практике пользуются линейно поляризованным электромагнитным излучением, которое всегда можно представить в виде суперпозиции двух излучений одинаковой частоты, поляризованных по кругу, но вращающихся в разные стороны. Спектрометры ЭПР устроены так, что с образцом взаимодействует только правильно поляризованная компонента.

Открытие ЭПР предшествовали несколько работ выдающихся физиков. Ещё в 1922 году А. Эйнштейн и П. Эренфест упомянули о возможности переходов между магнитными энергетическими подуровнями атомов под действием излучения.

Исходя из этого, Я.Г. Дорфман в 1923 году предсказал

резонансное поглощение электромагнитного излучения парамагнетиками. Голландский физик К.Й. Гортер пытался непосредственно зарегистрировать резонансное поглощение энергии парамагнетиками калориметрическим методом, основанным на измерении теплового эффекта. Однако этот метод оказался недостаточно чувствительным. Впервые зарегистрировать сигналы ЭПР удалось Е.К. Завойскому, который воспользовался для этого радиотехническим методом и разработал соответствующую аппаратуру. Первую теоретическую интерпретацию явления ЭПР как индуцированного резонансного перехода между соседними зееманскими уровнями дал Я.И. Френкель.

5.4. Спектрометры ЭПР

Е.К. Завойский проводил свои первые измерения в радиочастотном диапазоне электромагнитного излучения ($\lambda \approx 25\text{м.}$), которому соответствует резонансное значение магнитного поля $H_{\text{рез}} = h\nu / (g\beta) \approx 4$ Э. Затем он использовал микроволновое излучение и наблюдал резонансное поглощение энергии в полях около 1000 Э. В дальнейшем диапазон излучений, используемых для регистрации ЭПР, существенно расширился. В настоящее время в спектрометрах ЭПР чаще всего используют источники электромагнитного излучения в интервале длин волн $\lambda \approx 2\text{мм.} \div 10\text{см.}$, соответствующего диапазону сверхвысоких частот (СВЧ).

Экспериментально подобрать условия парамагнитного резонанса можно двумя способами. Пометив образец в постоянное магнитное поле \bar{H}_0 , можно затем постепенно изменять частоту электромагнитного излучения.

По достижении резонансной частоты образец начнет поглощать энергию. Именно так были устроены самые первые спектрометры ЭПР. Однако изменять частоту микроволнового излучения в широком диапазоне весьма непросто. Поэтому в дальнейшем стали использовать другой, технически гораздо более простой и удобный способ, когда при постоянном значении частоты ν переменного поля медленно изменяют магнитное поле, добиваясь тем самым выполнения условия резонанса $h\nu = g\beta H_{\text{рез}}$.

Схема простейшей установки для регистрации ЭПР представлена на рис. 3. Спектрометры ЭПР включают в себя в качестве обязательных элементов следующие устройства.

1. Генератор электромагнитного излучения (обычно для этой цели используют устройства, называемые клистроны). В современных спектрографах ЭПР чаще всего используется излучение трехсантиметрового диапазона СВЧ ($\lambda \approx 3\text{см.}$), которые соответствует частоте $\nu \approx 10^{10}$ Гц.

2. Волноводы - полые металлические трубы, имеющие в сечении прямоугольную форму. Волноводы предназначены для передачи электромагнитного СВЧ-излучения от генераторов к образцу и от образца к детектору мощности СВЧ.

3. Объёмные резонаторы, внутри которых концентрируется энергия электромагнитного излучения. Схема расположения силовых линий магнитного и электрического полей в резонаторе показана на рис.3. В центральной части резонатора, где имеется пучность переменного магнитного поля, помещается исследуемый образец.

4. Электромагнит, в зазоре которого находится резонатор. Меняя ток, протекающий через обмотку электромагнита, можно регулировать напряженность магнитного поля в зазоре электромагнита. Для создания сильных магнитных полей ($H \approx 50$ кЭ.), которые необходимы при использовании коротковолнового СВЧ ($\lambda \approx 2\text{мм.}$), в настоящее время используют магниты со сверхпроводящим соленоидом.

5. Детектор электромагнитного излучения.

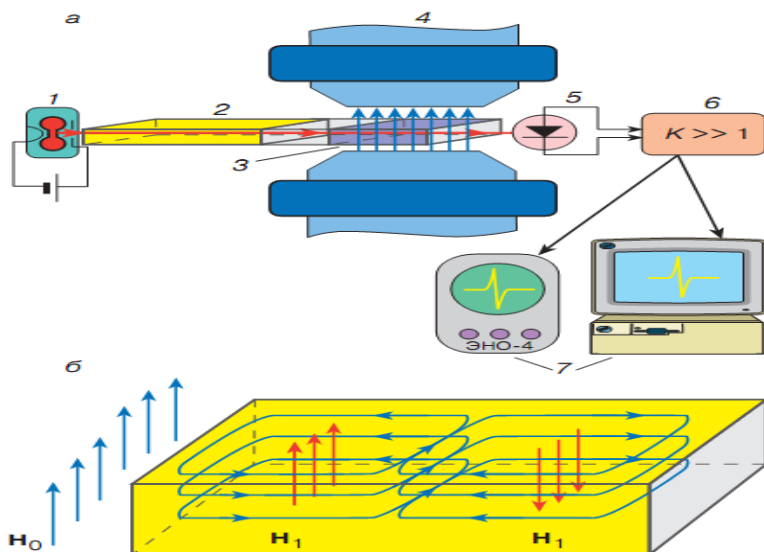


Рис. Г2.3. а - схема спектрометра ЭПР: 1 - генератор

микроволнового излучения, 2 - волновод, 3 - резонатор, 4 - магнит, 5 - детектор микроволнового излучения, 6 - усилитель сигнала ЭПР. 7 - регистрирующие устройства (ЭВМ или осциллограф); б - распределение силовых линий магнитного (голубые линии) и электрического (красные линии) полей в резонаторе; 6. Электронный усилитель сигнала, выдаваемого детектором; 7. Регистрирующее устройство (осциллограф, самописец или ЭВМ), на которое подается сигнал ЭПР.

В спектрометрах проходного типа (рис. 3), которые конструктивно наиболее просты, непосредственно реагируют мощность P излучения СВЧ, попадающего на детектор после прохождения излучения через резонатор с образцом. При этом измеряют зависимость мощности прошедшего излучения от напряжённости поля \bar{H}_0 , то есть зависимость $P = P(H_0)$. Если диапазон изменений магнитного поля \bar{H}_0 включает в себя резонансное значение $H_{рез}$, то при достижении величины поля $H_0 = H_{рез}$ мощность излучения, попадающего на детектор, будет уменьшаться (рис. 1). Уменьшение тока детектора, называемое сигналом ЭПР, является свидетельством того, что исследуемая система содержит парамагнитные частицы.

Для повышения чувствительности спектрометра применяют более сложные схемы регистрации сигналов ЭПР. В частности, во всех современных спектрометрах ЭПР используется принцип высокочастотной модуляции поля \bar{H}_0 , когда на линейно меняющееся поле \bar{H}_0 накладывается слабое модулирующее поле H_m , изменяющееся по синусоидальному закону. В результате на выходе спектрометра появляется сигнал ЭПР, представляющий собой первую производную поглощения СВЧ от поля \bar{H}_0 , то есть $\partial P / \partial H_0$. Использование этого и других конструктивных приёмов позволяет существенно повысить чувствительность и разрешающую способность спектрометров ЭПР.

5.4.1. Основные характеристики спектров ЭПР

Рассмотрим кратко некоторые характеристики сигналов ЭПР, которые могут давать важную информацию о природе и электронной структуре парамагнитных частиц.

1. g - Фактор

Положение линии в спектре ЭПР характеризуется величиной g -фактора. Резонансное значение магнитного поля обратно пропорционально g -фактору, $H_{\text{рез}} = h\nu/(g\beta)$. Измерение величины g -фактора дает важную информацию об источнике сигнала ЭПР. Как было сказано выше, для свободного электрона $g = 2$. С учетом поправки, обусловленной влиянием флуктуаций электрон-позитронного вакуума эта величина составляет $g = 2,0023$.

В очень многих важных случаях (органические свободные радикалы, парамагнитные дефекты кристаллических решеток и др.) величины g -факторов отличаются от чисто спонтанного значения не более чем во втором знаке после запятой. Однако это не всегда так. Парамагнитные частицы, исследуемые методом ЭПР, как правило, не являются свободными атомами. Воздействие анизотропных электрических полей, окружающих атомов, расщепление зеемановских уровней в нулевом внешнем магнитном поле (см. ниже) и другие эффекты часто приводят к существенным отклонениям g -фактора от чисто спинового значения и к его анизотропии (зависимости g -фактора от ориентации образца во внешнем магнитном поле). Значительные отклонения g -факторов от чисто спинового значения $g = 2,0023$, как мы уже отметили выше, наблюдаются при наличии достаточно сильного спин-орбитального взаимодействия.

2. Тонкая структура спектров ЭПР

Если спиновый и орбитальный моменты в атоме отличны от нуля, то за счёт взаимодействия спинового и орбитального моментов (спин-орбитальное взаимодействие) энергетические уровни могут дополнительно расщепиться. В результате этого вид спектра ЭПР усложняется и вместо одной спектральной линии в спектре ЭПР появятся несколько линий. В этом случае говорят о том, что спектр ЭПР имеет тонкую структуру. При наличии сильного спин-орбитального взаимодействия расщепление зеемановских уровней может наблюдаться даже при отступлении внешнего магнитного поля.

Л.А. Блюмельфельд и А.Н. Тихонов приводят пример появления тонкой структуры в спектре ЭПР хромовых квасцов. Ион Cr^{3+} имеет суммарный спин $3/2$ (три неспаренных электронов),

следовательно, возможны четыре значения магнитного квантового числа: $m_s = 3/2, 1/2, -1/2, -3/2$. В хромовых квасцах сильная спин-орбитальная связь и электрическая анизотропия кристаллической решетки приводит к тому, что расщепление энергетического уровня происходит в нулевом поле, при этом энергетический уровень расщепляется на два уровня, соответствующие значениям $m_s = \pm 3/2$ и $\pm 1/2$. (рис. 4). В магнитном поле каждый из этих уровней расщепляется на два подуровня. Учитывая правило отбора для переходов между электронными зеемановскими уровнями ($\Delta m_s = \pm 1$), получим схему электронных переходов, показанную на рис. 4. Из той же схемы видно, что условие резонанса ($\Delta E = g\beta H$) будет выполняться при трёх разных значениях магнитного поля, благодаря чему в спектре ЭПР появятся три резонансные линии, то есть возникнет тонкая структура спектра ЭПР.

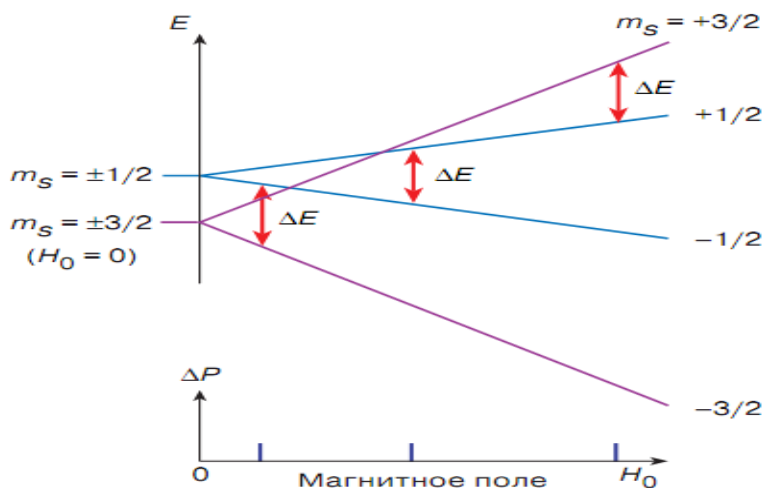


Рис. Г2. 4. Схема энергических уровней ионов Cr^{3+} , иллюстрирующая возникновение тонкой структуры спектра ЭПР.

3. Сверхтонкая структура спектров ЭПР

Если кроме неспаренных электронов исследуемый парамагнитный образец содержит атомные ядра, обладающие собственными магнитными моментами ($^1H, ^2D, ^{14}N, ^{13}C$ и т.д.), то за счёт взаимодействия электронных и ядерных магнитных моментов возникает сверхтонкая структура (СТС) спектра.

Рассмотрим возникновение СТС на примере взаимодействия неспаренного электрона с парамагнитным ядром азота (рис. 5). Такое взаимодействие наблюдается в молекуле NO , а также в нитроксильных радикалах, которые широко используются для исследования различных биологических систем. Если неспаренный электрон локализован вблизи ядра азота, то к внешнему магнитному полю \vec{H}_0 , действующему на электрон, добавляется магнитное поле, создаваемое магнитным моментом μ_N ядра азота. Ядро азота имеет спин $I = 1$, поэтому возможны три проекции магнитного момента μ_N : по направлению, перпендикулярно и против внешнего магнитного поля \vec{H}_0 . Этим ориентациям ядерного спина соответствуют значения магнитного квантового числа $I_z = +1, 0, -1$. Поэтому за счёт взаимодействия неспаренного электрона с ядром азота каждый из зеемановских уровней энергии неспаренного электрона расщепляется на три подуровня (рис. 5).

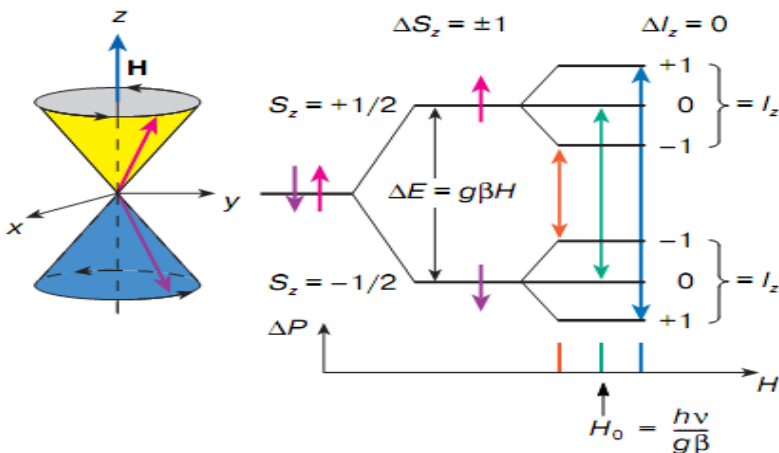


Рис. Г2. 5. Схема энергетических уровней, иллюстрирующая возникновение сверхтонкой структуры спектра ЭПР парамагнитной молекулы NO

Индукцируемые микроволновым излучением переходы между энергетическими уровнями должны удовлетворять квантовомеханическим правилам отбора: $\Delta S_z = \pm 1$ (ориентация спина электрона изменяется) и $\Delta I_z = 0$ (ориентация ядерного спина сохраняется). Таким образом, в результате сверхтонкого

взаимодействия в спектре ЭПР нитроксильного радикала появятся три линии, соответствующие трём возможным ориентациям магнитного момента ядра азота ($I_z = -1, 0, +1$).

4. Ширина спектральной линии

Сигналы ЭПР характеризуются определённой шириной спектральной линии. Связано это с тем, что зеемановские уровни энергии, между которыми происходят резонансные переходы, не являются бесконечно узкими линиями. Если вследствие взаимодействия неспаренных электронов с другими парамагнитными частицами и решёткой эти уровни оказываются размытыми, то условия резонанса могут реализовываться не при одном значении поля \bar{H}_0 , а в некотором интервале полей. Чем сильнее спин-спиновое и спин-решетчатое взаимодействия, тем шире спектральная линия. В теории магнитного резонанса принято характеризовать взаимодействие спинов с решёткой релаксации T_1 , а взаимодействие между спинами - временем спин – спиновой релаксации T_2 . Ширина одиночной линии ЭПР обратно пропорциональна этим параметрам:

$$\Delta H \sim T_1^{-1}, T_2^{-1}.$$

Времена релаксации T_1, T_2 зависят от природы парамагнитных центров, их окружения и молекулярной подвижности, температуры.

Исследование формы спектра ЭПР в зависимости от различных физико-химических факторов является важным источником информации о природе и свойствах парамагнитных центров. На рис. 6, а показан типичный спектр ЭПР одного из стабильных азотокислых свободных радикалов, которые часто употребляются в химических и биофизических исследованиях.

Форма спектров ЭПР таких радикалов чувствительна к изменениям их окружения и подвижности, поэтому они часто используются в качестве молекулярных зондов, с помощью которых изучают микровязкость и структурные изменения в различных системах: в растворах, полимерах, биологических мембранах и макромолекулярных комплексах. Так, например, из температурных зависимостей интенсивности и ширины спектров ЭПР спиновых зондов можно получить важную информацию о фазовых переходах в системе, содержащей парамагнитные центры. На рис. 6, б показана температурная зависимость одного из параметров спектра ЭПР (

ΔH_{\max} – расстояние между крайними компонентами СТС) для азотокислого радикала, растворенного в многослойной пленке жидкокристаллического типа, сформированной из молекул дистеарофосфатидилхолина. Подобные структуры составляют основу биологических мембран. Видно, что температурная зависимость параметра ΔH_{\max} имеет характерный излом, по которому можно судить о том, что при температуре 53°C в системе происходит фазовый переход, сопровождающийся увеличением подвижности молекул азотокислого радикала.

Перечисленные выше характеристики спектров ЭПР - g-фактор, токая и сверхтонкая структура спектра ЭПР, ширины отдельных компонент спектра - являются своего рода «паспортом» парамагнитного образца, по которому можно идентифицировать источник сигнала ЭПР и определить его физико-химические свойства.

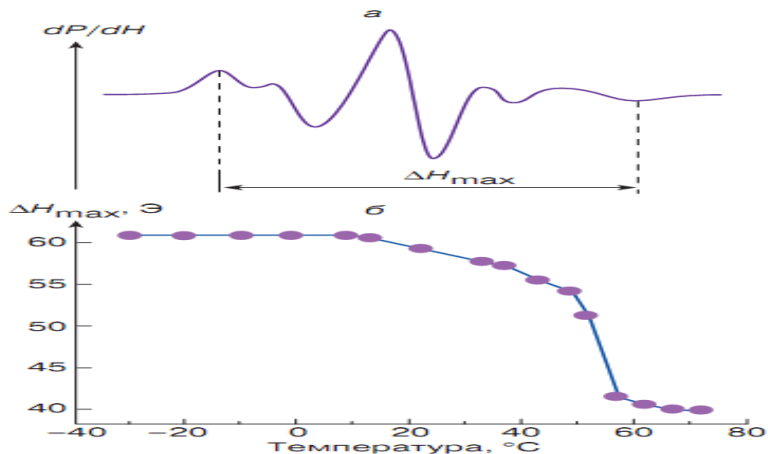


Рис. Г2. 6. а - спектр ЭПР нитроксильного радикала, растворенного в многослойной плёнке из молекул дистеарофосфатидилхолина. Форма спектра ЭПР определяется молекулярной подвижностью и ориентацией нитроксильного радикала;

б - зависимость параметра спектра ЭПР ΔH_{\max} от температуры.

Резкое уменьшение параметра ΔH_{\max} при температуре 53°C обусловлено увеличением молекулярной подвижности радикала в результате фазового перехода молекул дистеарофосфатидилхолина из гелеобразного («твёрдого») состояния в жидкокристаллическое («жидкое»)

Так, например, наблюдая за сигналами ЭПР биологических объектов, можно непосредственно следить за ходом внутриклеточных процессов в листьях растений, тканях и клетках животных, в бактериях.

Дополнительно рекомендуемая литература

1. Вонсовский С.В. Магнетизм. - М.: Наука, 1971.
2. Инграм Д. Электронный парамагнитный резонанс в свободных радикалах. - М.: Изд-во иностр. лит., 1961.
3. Блюменфельд Л.А., Воеводский В.В., Семенов А.Г. Применение электронного парамагнитного резонанса в химии. - Новосибирск: Изд-во СО АН СССР, 1962.
4. Керрингтон А., Маклечлан Э. Магнитный резонанс и его применение в химии. - М.: Мир, 1970.
5. Блюменфельд Л.А., Тихонов А.Н. Электронный парамагнитный резонанс. - Соросовский образовательный журнал, № 9, 1997. - С. 91 – 99.

6. Природно-существующие в организме человека и сформировавшиеся принципы передачи информации в адаптированной к этому структурной организации его мозга, достигшей к моменту предельно-порогового квантованного перехода непосредственное эволюционное развитие вида

Центральная нервная система (ЦНС) Человека и её периферия предельно совершенны, достигнув к определённом временному моменту завершающий эволюционный результат. Поэтому она в целом представляет собой непрерывно работающий конгломерат клеток, которые постоянно получают информацию, анализируют ее, перерабатывают и принимают решения. Мозг при этом способен также брать инициативу на себя и производить координированные, эффективные мышечные сокращения, к примеру, для ходьбы, глотания или пения, а для регулирования многих аспектов поведения и для прямого, и для непрямого контроля непосредственно всего тела, нервная система обладает огромным количеством линий коммуникаций, обеспечиваемых нервными клетками (нейронами) целенаправленное движение. Нейроны же представляют собой основную единицу (или составной передающий блок) мозга.

Природно возникающая эволюционным путём, а также

изученная в научном плане, нервно-информационная человеческая структура осознанно используется нами для дальнейших научных обобщений и обоснований, столь необходимых для дальнейшего изучения задач, связанных со значимостью в более сложных коммутационно-целевых взаимодействиях (как в индивидуальном, внутренне-структурном и типичном построении происходящих в каждом организме процессов, так и во внешне-проявляемых социальных (общественных) структурных обустройствах человеческого социума, почерпнутых и заимствованных у природы [1, С. 20-21]. Существенную помощь и поддержку в написании и оформлении данного исследования авторы почерпнули из справочника-пособия Дж. Г. Николса, А.Р. Мартина, Б. Дж. Валласа и П.А. Фукса «От нейрона к мозгу», носящего непременно исследовательский характер [1].

6.1. Взаимосвязи в простых нервных системах и сложных нейронных сетях

События, которые происходят при реализации простых рефлексов, могут быть прослежены и проанализированы детально. Например, когда по коленной связке ударяют маленьким молоточком, мышцы и сухожилия бедра растягиваются и электрические импульсы по сенсорным нервным волокнам идут в спинной мозг, в котором возбуждаются моторные клетки, производя импульсы и активируя мышечные сокращения. Конечным результатом является распрямление ноги в коленном суставе. Такие упрощенные схемы очень важны для регулировки мышечных сокращений, управляющих движениями конечностей. В таком простом рефлексе, в котором стимул ведет к определенному выходу, роль сигналов и взаимодействий всего двух видов клеток может быть успешно проанализирована.

Сложные нейронные сети и высшие функции мозга связаны с анализом взаимодействия нейронов в сложных путях, вовлекающих в буквальном смысле миллионы нейронов, что существенно более труднее, чем анализ простых рефлексов. Передача информации в мозг при восприятии звука, прикосновения, запаха или зрительного образа требуют последовательного вовлечения нейрона за нейроном в множительном числе, точно так же, как и при многократном последовательном повторении простого произвольного движения.

Серьезная проблема при анализе взаимодействия нейронов и

структуры сети возникает из-за плотной упаковки нервных клеток, сложности их взаимосвязей и обилия типов клеток. Мозг устроен не так, как печень, которая состоит из одинаковых популяций клеток, подверженных механическому алгоритму повторных действий. А противоположно: знания о мозжечке, однако, ничего не скажут вам о работе сетчатки или о любой другой части ЦНС.

6.2. Сигналы нервных клеток

Для анализа событий во внешнем мире или внутри нашего тела, для передачи информации от клетки к клетке нейроны используют электрические и химические сигналы. Расстояние передачи сигнала может быть большим: от кончиков пальцев на ногах до спинного мозга. Различные сигналы прекрасно представлены все в той же сетчатке. В то время, когда Рамон-и-Кахаль рисовал стрелки на рис. 1.1А, почти не было информации об этих сигналах, что делает его достижения еще более примечательными.

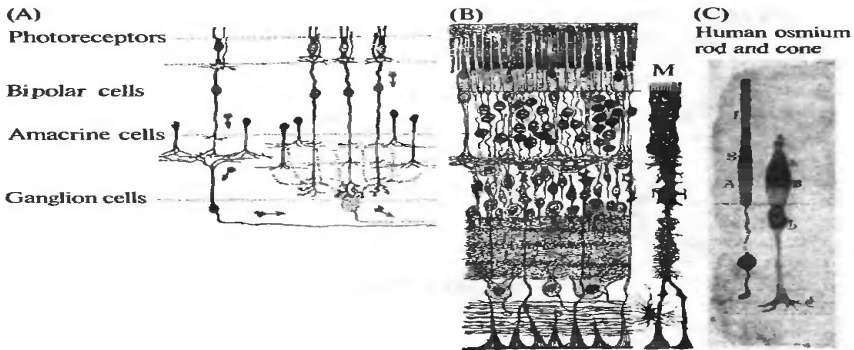


Рис. П1. 1. Структура и связи клеток в сетчатке млекопитающих. (А) Схема направления сигнала от рецептора к оптическому нерву по Рамон-Кахалю. (В) Распределение по Рамон-Кахалю клеточных элементов сетчатки. (С) Рисунки палочки и колбочки сетчатки человека [см. Фейнман Р. и др. Фейнмановские лекции по физике].

Ступени переработки информации можно последовательно проследить: свет падает на фоторецепторы и генерирует электрические сигналы, которые воздействуют на биполярные клетки. От биполярных клеток сигналы передаются ганглиозным клеткам и от их к высшим центрам мозга, которые и осуществляют

восприятие внешнего мира. В следующих разделах рассматриваются свойства сигналов и пути переработки информации.

6.3. Классы электрических сигналов

Электрические сигналы нервных клеток могут быть разделены на два основных класса. Во-первых, это локальные градуальные потенциалы (см. рис. 1.2), которые вызываются такими внешними стимулами, как свет, падающий на фоторецепторы глаза, звуковая волна, деформирующая волосковые клетки уха, или прикосновение, механически смещающее отросток сенсорной клетки в коже.

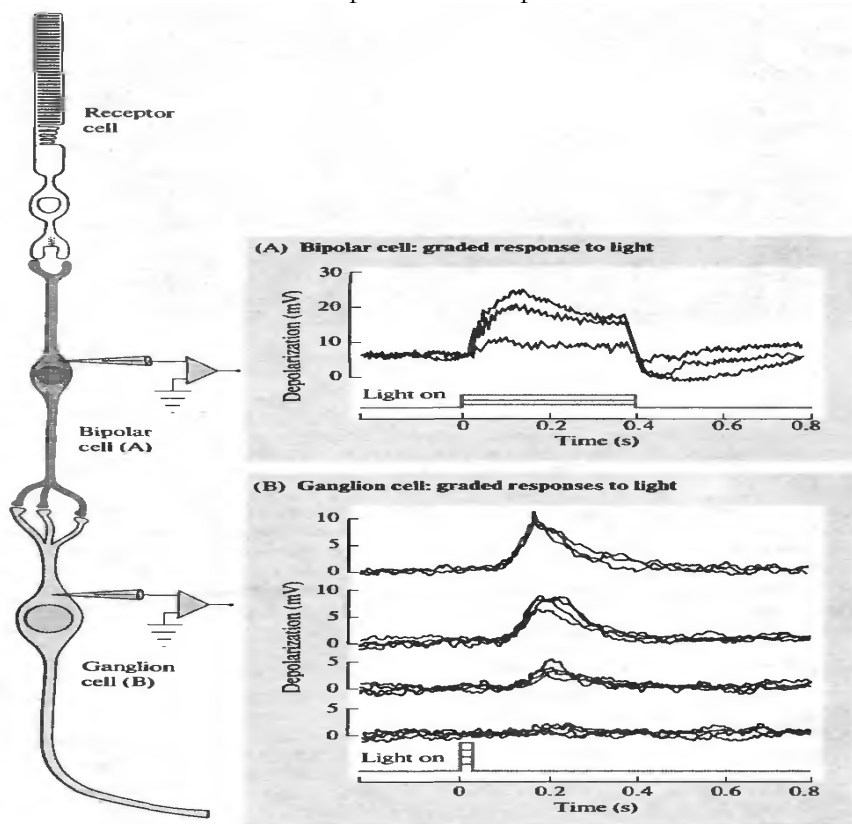


Рис. Г1. 2. Локальные градуальные потенциалы.

[Fig. 1.2. Localized Graded Potentials. Intracellular recordings are made from

(A) a bipolar cell and (B) a ganglion cell with microelectrodes.

(A) When light is absorbed by the photoreceptors, it gives rise to a signal that in turn produces a localized graded response in the polar cell. The resting potential across the membrane is reduced (the trace

moves in an upward direction). This effect is known as a depolarization. The size of the signal in the bipolar cell depends on the intensity of illumination, hence the term "graded". The depolarization spreads to the far end of the bipolar cell passively. As it spreads, it becomes smaller in amplitude owing to the poor conducting properties of neurons. At the terminal of the bipolar cell the depolarization causes the release of the chemical transmitter.

(B) The transmitter produces a local graded potential in the ganglion cell. Because it is localized, the potential cannot spread for more than 1 mm (at most) along the axon. Whereas the bipolar cell is short enough for a local potential to spread to its endings, the ganglion cell has an axon several centimeters long. In these illustrations the local potentials were recorded from the cell bodies and were produced by transmitters acting on the dendrites. (A after Kaneko and Hashimoto, 1969; B after Bayliss and Fettiplace, 1977.)

Сходны по характеристикам, но существенно отличаются по происхождению сигналы, генерируемые в синапсах (соединениях между клетками), которые обсуждаются достаточно подробно в Приложениях 1 и 2. Все эти сигналы градуальны и привязаны к месту возникновения, а их распространение зависит от пассивных характеристик нервных клеток.

Потенциалы действия (ПД) составляют вторую основную категорию (см. рис. 1.9). Потенциалы действия вызываются локальными градуальными потенциалами. В отличие от локальных потенциалов, они быстро распространяются на большие расстояния - например, от глаза до высших центров по волокнам ганглиозных клеток, составляющих оптический нерв, или от моторных клеток в спинном мозге к мышцам ноги. Второе отличие потенциалов действия состоит в том, что они фиксированы по амплитуде и длительности, как точки в азбуке Морзе. Крайне существенно понимать, что потенциалы действия, путешествующие по волокнам оптического нерва не являются эпифеноменами, присутствующими лишь в наших представлениях о работе мозга. Они являются единственной формой сигнализации, которая снабжает мозг информацией о внешнем мире.

Передача сигнала от сетчатки может быть представлена следующей упрощенной схемой:

Свет



Локальный градуальный сигнал в фоторецепторе



Локальный градуальный сигнал в биполярной клетке



Локальный градуальный сигнал в ганглиозной клетке



Потенциал действия в ганглиозной клетке



Проведение сигнала к высшим центрам.

6.4. Универсальность электрических сигналов

Важным свойством электрических сигналов является то, что они фактически идентичны во всех нервных клетках организма независимо от того, запускают ли они движение, передают ли информацию о цветах, формах или болезненных стимулах, или соединяют различные области мозга. Вторым важным свойством сигналов является то, что они настолько одинаковы у разных животных, что даже умудренный опытом исследователь не способен точно отличить запись потенциала действия от нервного волокна кита, мыши, обезьяны или профессора. В этом смысле потенциалы действия могут считаться стереотипными единицами. Они являются универсальным эталоном для обмена информацией во всех исследованных нервных системах. В мозге различимое значение имеют не типы сигналов, а огромное количество клеток (от 10^{10} до 10^{12} нейронов) и разнообразие связей обеспечивают сложность выполняемых задач.

Эта идея была высказана в 1868 году немецким физиком и биологом Германом фон Гельмгольцем. Беря за основу гипотетические принципы, задолго до обнаружения известных сейчас фактов, он писал [С. 21-22]: «Нервные волокна часто сравнивают с телеграфными проводами, пересекающими местность, и это сравнение хорошо приспособлено для иллюстрации удивительных и важных особенностей их образа действия. В телеграфной сети везде мы обнаруживаем те же медные или стальные провода, несущие только один вид движения, поток электричества, но вызывающие самые разные результаты на разных станциях в соответствии с дополнительной аппаратурой, с которой провода соединены. На одной станции эффект состоит в звонке

колокольчика, на другой сигнал просто передаётся дальше, на третьей вступает в работу записывающий аппарат. ...Говоря коротко, каждое из... различных действий, вызываемых электричеством, может быть вызвано и передано проводом в любую необходимую точку. При этом в проводе происходит один и тот же процесс, приводящий к самым разным последствиям. ... Та разница, которую мы видим при возбуждении различных нервов, заключается только в разнице самих органов, к которым присоединен нерв и которым передается состояние возбуждения».

На самом деле небольшое различие в амплитуде и длительности очевидно в потенциалах действия разных нейронов. Утверждение, что все потенциалы действия одинаковы, равносильно утверждению, что все дубы одинаковы.

6.4.1. Техника записи сигналов от нейронов с помощью электродов

Для решения некоторых задач существенно регистрировать активность одного нейрона или даже одного ионного канала, тогда как для других задач необходима суммарная активность многих нейронов. Ниже кратко суммируются основные приемы для записи активности нейронов, используемые для обсуждения в следующих пояснениях и уточнениях.

Впервые запись потенциалов действия от нерва была сделана от периферических нервов экстраклеточными электродами. Пропускание тока между парой серебряных проводников вызывало потенциал действия, тогда как вторая пара таких же электродов на некотором расстоянии регистрировала ответ. В центральной нервной системе регистрация от нейрона или группы нейронов производится экстраклеточным электродом, который состоит из проводника в изолирующей оболочке или из стеклянного капилляра, заполненного проводящим солевым раствором (см. Приложения 1 и 2).

С помощью внутриклеточного микроэлектрода мы можем прямо измерять разницу потенциала между наружной и внутренней средой клетки, так же как возбуждение, торможение и возникновение импульсов. Стеклянный микроэлектрод, заполненный солевым раствором и с кончиком менее 0,1 мм. в диаметре, вводится в клетку с помощью микроманипулятора (см. Приложения 1 и 2). Микроэлектроды также используют для пропускания тока через мембрану или внутриклеточной инъекции

молекул в цитоплазму. Часто используется прием измерения мембранного потенциала, известный как пэтч-кламп целой клетки. Стеклопипетка со сравнительно большим полированным кончиком придвигается к поверхности клетки, где она прилипает к мембране и образует прочное соединение. После нарушения целостности мембраны внутри пипетки, жидкость в пипетке прямо контактирует изнутри с клеточной жидкостью.

6.4.2. Распределение локальных градуальных потенциалов и пассивные электрические свойства нейронов

В схемах Рамона-и-Кахаля, отображающих клеточное строение мозга (см. рис. 1.1А), просвечивает идея о том, что освещение сетчатки изменяет активность фоторецепторов и эти изменения отражаются в активности нервных волокон, выходящих из глаза. Для такой передачи информации сигналы должны распространяться не только от клетки к клетке, но и вдоль клетки, от одного её конца до другого. Как, например, электрический сигнал, генерируемый на контактирующем с фоторецептором конце биполярной клетки, распространяется вдоль нейрона и достигает терминали, которая расположена около ганглиозной клетки?

Для того, чтобы ответить на этот вопрос, полезно рассмотреть соответствующие структуры, которые передают сигналы. Биполярную клетку можно рассматривать как длинный цилиндр, наполненный водным раствором солей (диссоциированных на положительно и отрицательно заряженные ионы) с белками, отделенный от экстраклеточного раствора мембраной. Внутриклеточный и экстраклеточный растворы должны быть осмотически одинаковы, и поэтому допустимо иметь разный ионный состав. Ионы двигаются по специальным **ионным каналам**, которые образованы белковыми молекулами, пронизывающими мембрану. Электрические и химические стимулы вызывают открытие или закрытие каналов для ионов кальция, натрия, калия и хлора.

В результате различий в концентрации ионов по обе стороны мембраны и из-за избирательности каналов для определенных ионов образуется **потенциал покоя** клетки. В покое внутреннее содержимое клетки отрицательно заряжено по отношению к наружной среде. Детальная информация о молекулярной структуре ионных каналов и принципов прохождения через них ионов дана в главе 2.

Строение и свойства нейрона определяют способность проведения электрических сигналов. Во-первых, внутриклеточная жидкость, цитоплазма (аксоплазма в отростке клетки, аксоне) примерно в 10^7 раз хуже проводит электричество, чем металлический проводник. Одной из причин является то, что плотность переносчиков заряда, ионов, в несколько раз меньше, чем электронов в металле; кроме того, подвижность ионов невелика. Во-вторых, протекание тока вдоль аксона на большое расстояние осложняется тем, что мембрана не является идеальным изолятором. Соответственно, величина тока, текущего вдоль волокна, быстро уменьшается из-за утечки через ионные каналы мембраны.

Тот факт, что нервные волокна очень малы (обычно не более 20 микрон (мкм.) в диаметре у позвоночных), еще больше уменьшает количество проводимого тока. Алан Ходжкин дал интересную иллюстрацию этих свойств распространения электрического сигнала [С. 23-24]:

«Если специалист по электричеству посмотрит на нервную систему, то сразу увидит, что передача сигнала по нервным волокнам является огромной проблемой. Диаметр аксона в нерве варьирует от 0,1 до 20 микрон. Внутреннее содержимое содержит ионы и является неплохим проводником электричества. Однако, волокно невелико и его продольное сопротивление очень высоко. Простой расчет показывает, что в волокне диаметром 1 микрон и сопротивлением 100 Ом/см удельное сопротивление составит около 10^{10} Ом/см. Это означает, что электрическое сопротивление маленького нервного волокна длиной в 1 метр равно сопротивлению 10^{10} миль 0,2 мм. медной проволоки, то есть проволоки длиной в десять раз больше, чем от Земли до планеты Сатурн».

Таким образом, пассивное проведение электрических сигналов затруднено и ограничено расстоянием 1 - 2 мм. Кроме того, когда такой сигнал короток, его форма может быть сильно искажена и его амплитуда ещё уменьшена емкостью клеточной мембраны. Тем не менее, локальные потенциалы очень важны для вызова и проведения распространяющегося сигнала.

6.5. Клеточное строение Человека и особенности его нервных клеток, дендритов, аксонов

Ганглиозная клетка, показанная на рис. 1.4, иллюстрирует особенности строения Нервных клеток, присущие всем нейронам

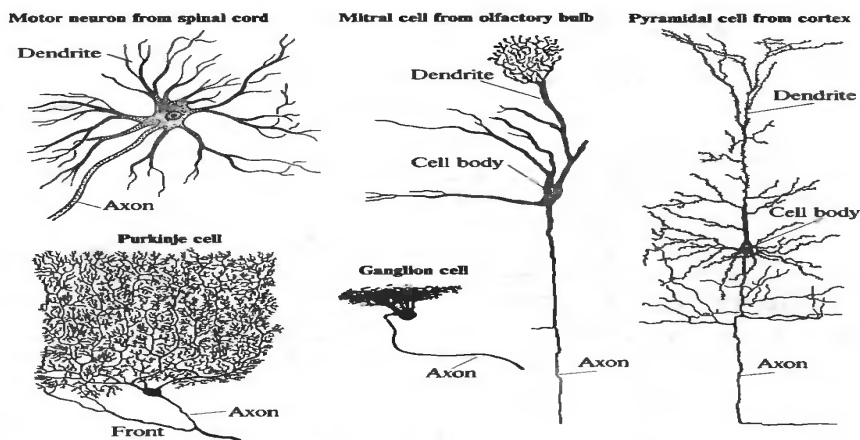


Рис. Г2.1. Формы и размеры нейронов.

[Fig. Г2.1. Shapes and Sizes of Neurons. Neurons have branches (the dendrites) on which other neurons form synapses, and axons that in turn make connections with other neurons. The motor neuron, drawn by Deiters in 1869, was dissected from a mammalian spinal cord. The other cells, stained by the Golgi method, were drawn by Гамбл y Cajal. The pyramidal cell is from the cortex of a mouse, the mitral cell from the olfactory bulb (a relay station in the pathway concerned with smell) of a rat, the Purkinje cell from human cerebellum, and the ganglion cell from mammalian retina (animal not specified). (After Гамбл y Cajal 1995.)]

Клеточное тело содержит ядро и другие внутриклеточные органеллы, общие для всех клеток. Длинный отросток, который покидает тело клетки и образует связь с клеткой-мишенью, называется аксоном. Термины дендрит, тело клетки и аксон применяются к отросткам, на которых входящие волокна образуют контакты, играющие роль принимающих станций для возбуждения или торможения. Кроме ганглиозной клетки, на рис. 2.1 показаны другие виды нейронов. Термины для описания структуры нейрона, в частности дендритов, несколько спорны, но, тем не менее, они удобны и широко применяются. Не все нейроны соответствуют простому строению клетки, показанному на рис. 2.1. У некоторых нейронов нет аксонов; у других есть аксоны, на которых образуется связь. Есть клетки, чьи дендриты могут проводить импульсы и образовывать связи с клетками-мишенями. Если ганглиозная клетка

соответствует схеме стандартного нейрона с дендритами, телом и аксоном, то другие клетки не соответствуют этому стандарту. Например, у фоторецепторов нет очевидных дендритов. Активность фоторецепторов не вызывается другими нейронами, но активируется внешними стимулами, освещением. Другим исключением в сетчатке является отсутствие аксонов у фоторецепторов.

6.5.1. Методы идентификации нейронов и прослеживание их связей

Хотя техника гольджи всё ещё широко используется, многие новые подходы облегчили функциональную идентификацию нейронов и синаптических связей. Молекулы, которые окрашивают нейрон полностью, могут быть инъецированы через микропипетку, которая одновременно регистрирует электрический сигнал. Флуоресцентные маркеры, такие как люцифер желтый, позволяют увидеть самые тонкие отростки в живой клетке. Внутриклеточно могут быть введены такие маркеры, как фермент пероксидазы хрена (ПХ) или биоцитин; после фиксации они образуют плотный продукт или ярко светятся в флуоресцентном свете. Нейроны можно окрасить пероксидазой хрена и при экстраклеточной аппликации; фермент захватывается и транспортируется в тело клетки. Флуоресцентные карбоциановые красители при соприкосновении с мембраной нейрона растворяются и диффундируют по всей поверхности клетки. Эти приемы очень важны для прослеживания прохождения аксонов из одной части нервной системы в другую.

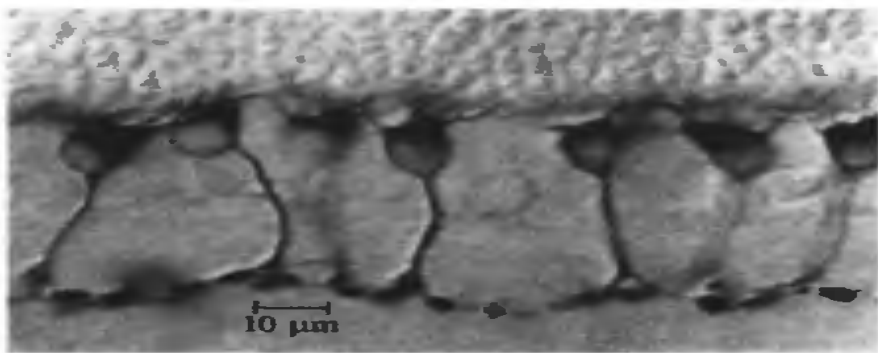


Рис. Г2.2. Группа биполярных клеток, окрашенных антителом на фермент фосфокиназа С. Только содержащие фермент клетки окрасились.

Для описания специфических нейронов, дендритов и синапсов путем избирательного маркирования внутриклеточных или мембранных компонентов используют антитела.

На рис. 2.2 показана группа специфических биполярных клеток, маркированных антителом к ферменту фосфокиназа С.

Антитела успешно применяются для прослеживания миграции и дифференциации нервных клеток в онтогенезе. Дополнительным подходом для описания нейронов является гибридизация *in situ*: специфически меченые зонды маркируют мРНК нейрона, которая кодирует синтез канала, рецептора, передатчика или структурного элемента.

6.5.2. Ненервные элементы мозга

Отчетливо видна клетка, помеченная буквой М на рис.1.1В, представляющая собой ненервную клетку, находящуюся в сетчатке. Такие клетки известны как **глиальные** клетки. В отличие от нейронов, у них нет аксонов или дендритов, и они не связаны напрямую с нервными клетками. Глиальных клеток очень много в нервной системе. Они выполняют много разных функций, связанных с передачей сигнала. Например, аксоны ганглиозных клеток сетчатки, составляющие оптический нерв, проводят импульсы очень быстро, потому что они окружены изолирующей липидной оболочкой, называемой миелин. Миелин формируется глиальными клетками, которые оборачиваются вокруг аксонов при онтогенетическом развитии. Глиальные клетки сетчатки известны как мюллеровские клетки.

6.6. Сигналы нервных клеток

Для анализа событий 80 внешнем мире или внутри нашего тела, для передачи информации от клетки к клетке нейроны используют **электрические и химические сигналы**. Расстояние передачи сигнала может быть большим: от кончиков пальцев на ногах до спинного мозга. Различные сигналы прекрасно представлены все в той же сетчатке. В то время, когда Рамон-и-Кахаль рисовал стрелки на рис. 1.1А, почти не было информации об этих сигналах, что делает его достижения ещё более примечательными.

6.6.1. Возбуждение и торможение

Особенностью синаптической передачи, продемонстрированной на примере взаимодействия между фоторецептором и биполярной клеткой, является возможность торможения или возбуждения в зависимости от набора рецепторов в постсинаптической клетке. Например, один из видов глутаматных рецепторов на биполярной клетке реагирует на глутамат возбуждением (деполяризацией), которое распространяется до терминалей на другом конце клетки и приводит к высвобождению медиатора. Другой класс биполярных клеток содержит глутаматные рецепторы другого вида, которые реагируют торможением. В этом случае события происходят в той же последовательности, но приводят к уменьшению выброса медиатора. Примеры возбуждательных и тормозных потенциалов в ганглиозной клетке показаны на рис. 2.3.

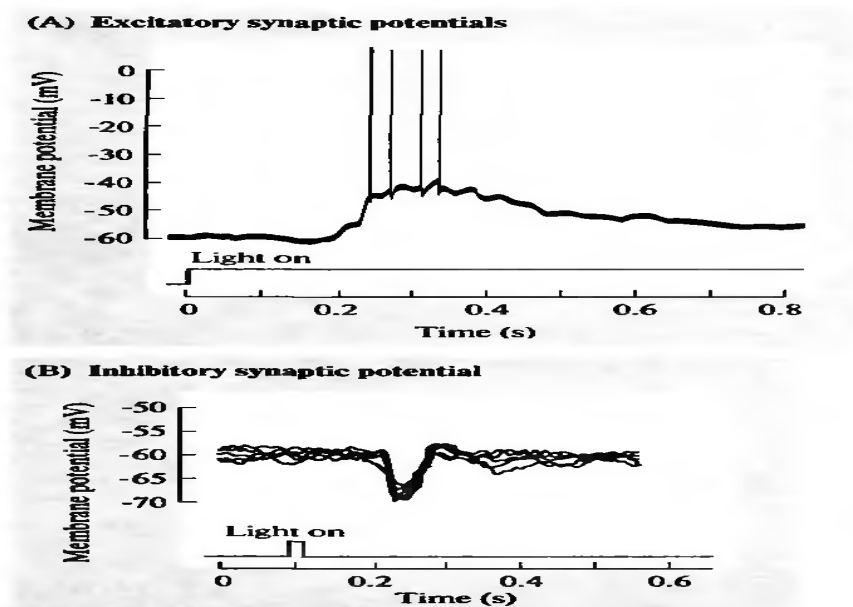


Рис. Г2.3. Возбуждение и торможение.

(А) Возбуждение ганглиозной клетки при освещении сетчатки.

(В) Освещение другой группы фоторецепторов вызывает торможение, выражающееся в гиперполяризации и отдалении от порога генерации потенциала действия.

Во всех нейронах нервной системы соотношение возбуждательных и тормозных входов определяет возможность

достижения порога инициации потенциала действия. Например, ганглиозная клетка получает и возбуждательные, и тормозные входы. Если порог преодолен, то новый сигнал в виде ПД будет послан к высшим центрам, если нет, то сигнала не будет. В моторных клетках спинного мозга, например, возбуждательные и тормозные влияния от разных волокон определяют, будет или нет произведено движение, контролируемое данными мотонейронами. Подобные мотонейроны получают около 10 000 входов от волокон (рис. 2.3А).

Эти волокна выделяют медиаторы, которые приближают или отдаляют от порога возникновения ПД мембранный потенциал. Отдельные клетки в мозжечке получают более чем 100 000 входов.

6.6.2. Электрическая передача

Хотя основной способ передачи информации осуществляется через химическую передачу, некоторые клетки в сетчатке и других областях нервной системы связаны специализированными соединениями, в которых происходит электрическая передача информации. Пре- и постсинаптические мембраны в таких соединениях близко расположены и связаны каналами, которые соединяют внутриклеточное содержимое двух клеток. Такое соединение позволяет локальным потенциалам и даже потенциалам действия прямо распространяться от клетки к клетке без химического передатчика. Продукты метаболизма и красители также могут распространяться от клетки к клетке. В сетчатке есть так называемые горизонтальные клетки, которые электрически связаны таким способом. Благодаря этому свойству градуальные потенциалы могут распространяться от одной к другой горизонтальной клетке, сильно влияя на процесс переработки зрительной информации в сетчатке. Электрические синапсы обнаружены и между другими клетками тела, например между эпителиальными клетками, мышечными волокнами кишечника и сердца.

6.7. Интегративные механизмы

Каждый нейрон в центральной нервной системе учитывает все приходящие влияния и на их основе создает свое импульсное (послание.) с новым значением. Термин «интеграция» впервые был применен Ч. Шеррингтоном, который также ввел в обиход термин «синапс». Ганглиозные клетки сетчатки опять же могут служить

примером способности к интеграции. С. Куффлер впервые показал, что ганглиозные клетки отвечают наиболее сильно на небольшое световое или темновое пятно размером в несколько рецепторов в определенной области сетчатки. Такое пятно вызывает отчетливый залп потенциалов действия (рис. 2.4А).

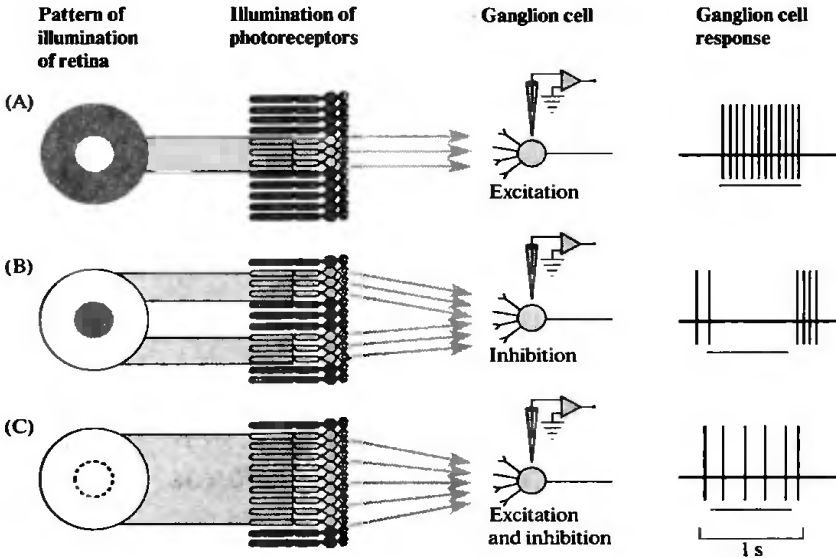


Рис. Г2.4. Интеграция информации ганглиозными клетками
 (А) Небольшое пятно света вызывает сильный разряд клетки.
 (В) Свет в виде кольца тормозит ганглиозную клетку.
 (С) Освещение всех фоторецепторов приводит к слабому разряду клетки.

Большое пятно, освещающее ту же область сетчатки, менее эффективно. Это происходит потому, что другая группа фоторецепторов, расположенная вокруг активированных, также реагирует на свет. Действие этих фоторецепторов тормозит активность ганглиозных клеток (рис. 2.4). Суммация возбуждающего действия маленького пятна и тормозной эффект расположенных вокруг рецепторов приводят к тому, что ганглиозные клетки относительно слабо чувствительны к диффузному свету (рис. 2.4С).

Таким образом, значение сигнала ганглиозной клетки не просто отражает "свет" или "темноту", но и соотносится с паттерном контрастности светового стимула в поле зрения. Такой сложный сигнал возникает из-за того, что на каждую ганглиозную

клетку приходят сигналы от многих фоторецепторов. Специфические связи, опосредованные биполярными, горизонтальными и амакриновыми клетками, определяют специфический паттерн светового стимула, оптимальным образом активирующий каждую конкретную ганглиозную клетку.

7. Клеточная и молекулярная биология нейронов

Как и другие типы клеток организма, нейроны в полной мере обладают клеточными механизмами метаболической активности, синтеза белков мембраны (например, белков ионных каналов и рецепторов). Более того, белки ионных каналов и рецепторов направленно транспортируются к местам локализации в клеточной мембране. Специфичные для натрия или калия каналы расположены на мембране аксонов ганглиозных клеток дискретными группами (кластерами). Эти каналы участвуют в инициации и проведении ПД. Пресинаптические терминалы, образованные отростками фоторецепторов, биполярных клеток и других нейронов, содержат в своей мембране специфические каналы, через которые могут проходить ионы кальция. Вход кальция запускает выделение медиатора. Каждый тип нейронов синтезирует, хранит и выделяет определенный вид медиатора(ов). В отличие от многих других белков мембраны, рецепторы для специфических медиаторов расположены в точно определенных местах постсинаптических мембран. Среди белков мембраны известны также как белки-насосы или транспортные белки, роль которых заключается в сохранении постоянства внутреннего содержимого клетки.

Основным отличием нервных клеток от остальных видов клеток организма является наличие длинного аксона. Так как в аксонах нет биохимической «кухни» для синтеза белков, все основные молекулы должны переноситься к терминалям с помощью процесса, называемого аксональным транспортом, причем часто на очень большие расстояния.

Все молекулы, необходимые для поддержания структуры и функции, равно как и молекулы мембранных каналов, путешествуют от тела клетки этим путем. Точно так же и молекулы, захваченные мембраной терминалей, проделывают обратный путь к телу клетки, используя аксональный транспорт.

Нейроны отличаются от большинства клеток ещё и тем, что, за небольшим исключением, не могут делиться. Это означает, что у

взрослых животных погибшие нейроны не могут быть заменены.

Регуляция развития нервной системы и высокая степень организации такой структуры, как сетчатка, ставит новые проблемы. Если для сборки компьютера необходим человеческий мозг, то никто не контролирует мозг во время развития и установления его связей. Пока еще остается загадкой, как правильная «сборка» частей мозга приводит к появлению его уникальных свойств. В зрелой сетчатке каждый тип клеток расположен в соответствующем слое или подслое и образует строго определенные связи с соответствующими клетками-мишенями. Такое устройство является необходимым условием правильного функционирования. Например, для развития нормальных ганглиозных клеток клетка - предшественник должна разделить, мигрировать в определенное место, дифференцироваться в определенную форму и образовать специфические синаптические связи.

Аксоны этой клетки должны найти через значительное расстояние (оптический нерв) определенный слой клеток-мишеней в следующем звене синаптического переключения. Аналогичные процессы происходят во всех отделах нервной системы, в результате чего образуются сложные структуры со специфическими функциями.

Исследование механизмов образования таких сложных структур, как сетчатка, является одной из ключевых проблем современной нейробиологии. Понимание того, каким образом сложные взаимосвязи нейронов образуются в процессе индивидуального развития (онтогенеза), может помочь описать свойства и происхождение функциональных расстройств мозга. Некоторые молекулы могут играть ключевую роль в дифференциации, росте, миграции, образовании синапсов и выживании нейронов. Такие молекулы в настоящее время описываются все чаще. Интересно отметить, что электрические сигналы регулируют молекулярные сигналы, которые запускают рост аксонов и образование связей. Активность играет роль в установлении паттерн-связей.

Генетические подходы позволяют идентифицировать гены, которые контролируют дифференциацию целых органов, таких как глаз в целом. Геринг с коллегами исследовал экспрессию гена *eyeless* у плодовой мушки *Drosophila*, который контролирует развитие глаз. Удаление этого гена из генома приводит к тому, что глаза не развиваются. Гомологичные гены у мышей и человека (известные

как *small eye* и *anigidia*) похожи по структуре.

Если гомологичный ген *eyeless* млекопитающих искусственно встроено и экспрессируется у мушки, то у этого животного развиваются дополнительные (мушинные по структуре) глаза на усиках, крыльях и ногах. Это позволяет предположить, что этот ген одинаково управляет образованием глаза у мухи или мыши, несмотря на полностью различные структуру и свойства глаз насекомых и млекопитающих.

Механизмы образования и функционирования двух нейронно-коммутирующих систем в структуре человеческого организма, обеспечивающих в практическом совершенствовании два параллельных принципа управляющих и индицирующих воздействий с использованием электрических и химических сигналов, подробно представлены в Приложениях 1 и 2 к данной статье.

8. Принципиально две предлагаемых природными явлениями передачи сигналов между нервными клетками и их мишенями - посредством химической и отдельно электрической синаптической передачи

8.1. Сущность электрической синаптической передачи опосредуется квантовым путём электронами прямого протекания тока между клетками. Сущность химических синаптических передач осуществляется традиционным ионным путём с применением нейромедиатора, освобождающегося из пресинаптического нервного окончания, что активизирует рецепторы на постсинаптической мембране, а время, необходимое для освобождения медиатора, задает минимальную синаптическую задержку (около 1 мс).

В случае прямой химической синаптической передачи постсинаптический рецептор, который активируется нейромедиатором, является в то же время **ионным каналом**. Такие лигандактивируемые ионные каналы называются ионотропными рецепторами.

В прямых возбуждающих синапсах, как, например, в нервномышечном соединении позвоночных, нейромедиатор (в этом случае АХ) открывает катионселективные ионные каналы, которые

позволяют передвижение ионов натрия, калия и кальция по их электрохимическим градиентам.

Относительная проводимость через канал различных ионов определяет потенциал реверсии; в возбуждающих синапсах потенциал φ реверсии положителен по отношению к порогу потенциала действия.

В случае прямого химического синаптического торможения нейромедиатор активирует анионселективные каналы, которые позволяют ионам хлора перемешаться по их электрохимическому градиенту. Потенциал реверсии этих токов равен равновесному хлорному потенциалу E_{Cl} , который отрицателен по отношению к порогу потенциала действия.

Многие рецепторы нейромедиаторов обладают способностью к десенситизации, то есть их ответ уменьшается при часто повторяющемся или продолжительном воздействии медиатора.

8.2. Основы прямой синаптической передачи

(См. также Главу 9 Николас Дж. Г., Мартин А.Р., Валлас Б. Дж., Фукс П.А. От нейрона к мозгу. - С. 165 – 187)

8.2.1. Общие положения

Синапсы [*это места функционирования контактов, образуемых нейронами; термин был предложен Шеррингтоном*] являются местами контакта между нервными клетками и их мишенями, в которых сигналы передаются от одной клетки к другой. В **(1) электрических синапсах ток** из пресинаптического нервного окончания напрямую проходит в постсинаптическую клетку и **меняет ее мембранный потенциал**. Электрическая передача преобладает в нервной системе беспозвоночных, но встречаются электрические синапсы и в ЦНС (*Центральной Нервной Системе*) млекопитающих. В **(2) химических синапсах потенциал действия (воздействия)**, приходящий в *нервные окончания*, вызывает освобождение молекул нейромедиатора [*нейронообразуемого вещества, которое освобождается из нервных терминалей и воздействует на мембрану постсинаптической клетки, обычно вызывая повышение проницаемости мембраны для определённых ионов*]. В **прямых химических синапсах медиатор связывается с ионотропными рецепторами на мембране постсинаптической клетки**, которые одновременно являются **ионными каналами**. В результате **рецепторы** изменяют свою конформацию, **каналы открываются**,

через них проходят ионы, и мембранный потенциал меняется. В **непрямых химических синапсах** в передаче сигнала вовлечены **постсинаптические метаботропные рецепторы** и **внутриклеточные вторичные посредники** (глава 10).

Каналы, которые открываются в возбуждающих синапсах [*местах функционирования контактов для нейронов*], позволяют катионам (*заряд минус*) входить внутрь клетки, что сдвигает **потенциал мембраны в сторону порога потенциала действия**.

В тормозящих синапсах медиаторы открывают каналы, которые проницаемы для анионов (*заряд +*), что удерживает потенциал на более отрицательных значениях. Как в **возбуждающих**, так и в **тормозящих синапсах направление потока ионов** определяется *равновесием концентрационного и электрического градиентов*, действующих на проницаемые ионы. Синапсы между *двигательными нервами и мышечными волокнами* были препаратом, на котором были **вскрыты основные механизмы прямой химической передачи**. В ЦНС млекопитающих **прямая возбуждающая и тормозящая химическая передача** происходит в синапсах, использующих в качестве **нейромедиаторов ацетилхолин, глутамат, ГАМК, серотонин и пурины**, которые *освобождаются и активируют ионотропные рецепторы*. В **одном химическом синапсе может освобождаться более одного типа медиатора**, и многие медиаторы могут действовать быстро, связываясь и открывая ионные каналы напрямую, и более медленно, посредством непрямых механизмов.

8.2.2. Понятия синапса и прямой синаптической передачи

Передача информации от одного нейрона к другому, а также от нейрона к эффекторной клетке, например, мышечному волокну, происходит в специализированном месте контакта, которое называется **синапсом**. В этом параграфе рассматриваются основные принципы **прямой синаптической передачи**. **Прямые, также называемые «быстрые», синапсы** могут быть **электрическими**, в которых передача основана на прохождении тока от пресинаптической клетки к постсинаптической. Однако *более распространенными* являются **прямые химические синапсы**, в которых *окончания аксона* освобождают **нейромедиатор**, который связывается с *рецепторами на клетках - мишенях*, являющимися **одновременно ионными каналами**.

В последующих главах описывается, каким образом химические нейромедиаторы влияют на клетки-мишени непрямым образом, связываясь с рецепторами, которые запускают каскады внутриклеточных реакций (глава 10), каким образом нейромедиаторы освобождаются (глава 11), как нейромедиаторы синтезируются и хранятся внутри нервных окончаний (глава 13), а также как эффективность синаптической передачи может меняться в результате повторной активности (глава 12). Поскольку синаптические взаимодействия весьма разнообразны и сложны, *было бы полезно начать с исторического обзора основных идей.*

9. Тезисный исторический обзор основных синаптических идей

9.1. Нервные клетки и синаптические контакты

Тот факт, что основные составляющие компоненты синапса пресинаптическое окончание и постсинаптическая клетка морфологически разобщены, стал очевиден не сразу. Во второй половине XIX века часть ученых придерживалась клеточной теории, которая считала, что нейроны являются независимыми единицами нервной системы, другие же считали, что нервные клетки представляют собой синцитиум, в котором клетки соединены через протоплазматические мостики. Только в конце XIX века клеточная теория стала общепринятой. Оставалось лишь получить с помощью электронной микроскопии окончательное доказательство того, что **каждый нейрон** полностью окружен своей собственной плазматической мембраной. Но даже электронная микроскопия и другие современные подходы обнаружили, что некоторые нейроны в действительности контактируют посредством каналов, называемых **коннексонами**, которые проницаемы для ионов и других небольших молекул (глава 7).

Отсутствие согласия по поводу структуры синапсов усугублялось несогласием и по поводу их функции. В 1843 году Дюбуа-Реймонд показал, что электрический ток вовлечен как в сокращение мышцы, так и в проведение возбуждения по аксону, и требовалось лишь небольшое развитие этой идеи, чтобы сделать вывод о том, что передача возбуждения с нерва на мышцу также опосредована прохождением электрического тока (рис. П.1А)).

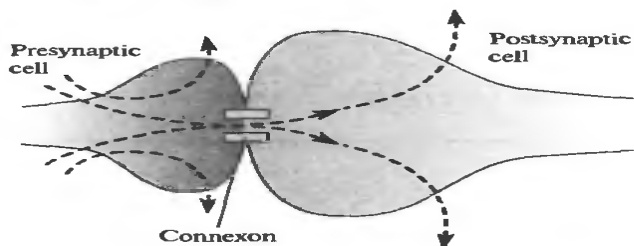
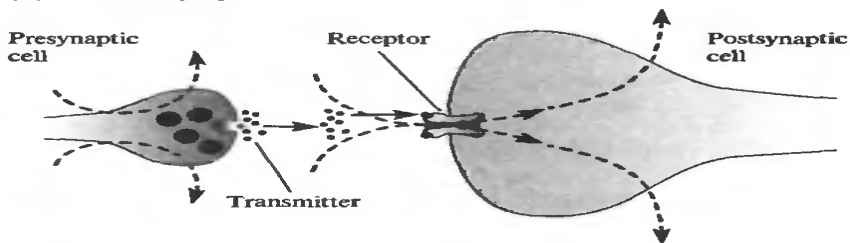
(A) Electrical synapse**(B) Chemical synapse**

Рис. П.1. Электрическая и химическая синаптическая передача.

(А) В **электрических синапсах ток** протекает напрямую от одной клетки к другой через **коннексоны** - межклеточные каналов, которые кластеризуются с образованием щелевых контактов (gap junctions).

(В) В **химических синапсах деполяризация пресинаптического нервного окончания** вызывает освобождение медиатора, который взаимодействует с *рецепторами* на *постсинаптическом нейроне*, вызывая возбуждение или торможение.

Сам же Дюбуа-Реймонд предпочитал иное объяснение: он считал, что нервное окончание выделяет возбуждающее вещество, которое вызывает сокращение мышцы (рис.П.1В). Однако, идея живого электричества [под влиянием впечатляющего открытия Гальвани, связанного с воздействием электрического тока на отрезанную лапку лягушки] имела столь сильное влияние, что прошло более 100 лет, прежде чем были получены доказательства, опровергающие предположение об электрической природе передачи возбуждения с нерва на мышцу, а также между нервными клетками.

9.2. Химическая передача в вегетативной нервной системе

Одной из причин того, почему идея химической синаптической передачи казалась маловероятной, была скорость передачи сигналов между нервными клетками и между нервом и

мышцей. Доли секунды, которые разделяют стимуляцию двигательного нерва и сокращение соответствующей мышцы, казались Недостаточными для того, чтобы обеспечить достаточное время для освобождения химического передатчика (посредника, трансмиттера, медиатора) из нервного окончания и взаимодействия с рецепторами на постсинаптической мембране. Однако в вегетативной нервной системе, которая контролирует железы и кровеносные сосуды, такого рода проблемы не существует: эффект нервной стимуляции здесь развивается медленно и довольно продолжителен, около нескольких секунд (глава 16).

В 1892 году Лэнгли предположил, что синаптическая передача в вегетативных ганглиях млекопитающих имеет химическую природу, а не электрическую. Он основывался на наблюдении о том, что передача через цилиарный ганглий избирательно блокируется никотином). Примерно через 10 лет Эллиот обнаружил, что экстракт, полученный из надпочечников, адреналин (эпинефрин) производит на мишени такое же воздействие, как и стимуляция симпатических нервов. Это позволило предположить, что адреналин может секретироваться нервными окончаниями в качестве медиатора). Однако лишь в 1921 году Леви поставил прямой и простой опыт, в котором была установлена химическая природа передачи в вегетативных синапсах между блуждающим нервом и сердцем). Он *перфузировал* сердце лягушки и стимулировал блуждающий нерв, вызывая замедление сердцебиений. Когда жидкость из заторможенного стимуляцией сердца была перенесена на второе нестимулированное сердце, оно также начинало биться медленнее. Было очевидно, что стимуляция блуждающего нерва вызывала освобождение в перфузирующий раствор тормозящего вещества. В последующих экспериментах Леви и его коллеги показали, что *ацетилхолин (АХ)* полностью воспроизводил эффекты этого вещества.

Удивительно, что идея этого эксперимента пришла Леви во сне, он записал ее, но поутру не смог разобраться в том, что написал ночью. К счастью, сон повторился, и в этот раз Леви не стал рисковать: он помчался в лабораторию и поставил этот эксперимент. Вот как он вспоминает эту ночь: *«По серьезному размышлению, в холодных лучах утреннего света я бы никогда не поставил этого эксперимента. То, что блуждающий нерв может освободить тормозящее вещество, было очень маловероятно: еще менее вероятным было то, что химическое вещество, которое предположительно должно было*

действовать, но коротком расстоянии между нервным окончанием и мышцей. освобождалось бы в таком большом количестве, что сохраняло бы эффективность после разведения в перфузирующей жидкости».

В начале 1930-х годов роль АХ в синаптической передаче в ганглиях вегетативной нервной системы была окончательно установлена Фельдбергом и его сотрудниками).

Схожие идеи можно также найти в статьях Дэйла, который на протяжении нескольких десятилетий был одной из ведущих фигур британской физиологии и фармакологии). Среди многих его открытий - выяснение роли ацетилхолина в синапсах в вегетативных ганглиях и установление его роли в нервно-мышечном синапсе.

9.3. Химическая синаптическая передача в нервно-мышечном соединении позвоночных

В 1936 году Дэйл и его сотрудники показали, что стимуляция двигательных нервов, иннервирующих скелетную мускулатуру, вызывает освобождение АХ [ацетилхолин - медиатор, освобождаемый из терминалей мононейронов позвоночных, а также из преганглионарных симпатических и парасимпатических нейронов; гидролизуется холинэстеразой)]. В дополнение к этому инъекция АХ в артерии, снабжающие мышцу кровью, вызывала мощное синхронное сокращение мышечных волокон. В дальнейшем были использованы электрофизиологические подходы для исследования изменений мембранного потенциала мышечных волокон, вызываемых стимуляцией двигательного нерва, и было показано, что эти изменения могут быть воспроизведены нанесением АХ. Было также показано, что ответы, вызванные стимуляцией нерва и прямым нанесением АХ, блокируются **кураре** - ядом, которым южноамериканские индейцы смазывали стрелы и который блокирует рецепторы к АХ, и потенцируются **эзерином** - веществом, которое предотвращает гидролиз АХ ферментом **ацетилхолинэстеразой**. Эти эксперименты послужили надежным доказательством гипотезы о химической природе синаптической передачи в нервно-мышечном синапсе. Как будет показано далее, высокоспециализированные пре- и постсинаптические образования обеспечивают быструю в миллисекундном диапазоне химическую синаптическую передачу. Таким образом, доминировавшая длительное время гипотеза об электрической передаче, которая была общепринята на протяжении около 100 лет и базировалась на неадекватных доказательствах, была, наконец, отвергнута прямыми

экспериментами, но при этом оказалась верной в некоторых других синапсах.

10. Электрическая синаптическая передача

10.1. Идентификация и характеристики электрических синапсов

В 1959 году Фуршпан и Поттер, используя внутриклеточные микроэлектроды для отведения активности от нервных волокон в абдоминальном нервном сплетении рака, открыли электрический синапс между нейронами, вовлеченными в рефлекс избегания (рис. П.2А). Они показали, что потенциал действия в латеральном гигантском волокне приводит к деполяризации гигантского двигательного волокна посредством протекания тока между этими клетками (рис. П.2В). Деполяризация была достаточной для того, чтобы запустить в постсинаптическом волокне потенциал действия. Электрическая связь была эффективной только в одном направлении, и деполяризация постсинаптического волокна не приводила к пресинаптической деполяризации (рис. П.2С). Другими словами, этот синапс является выпрямляющим.

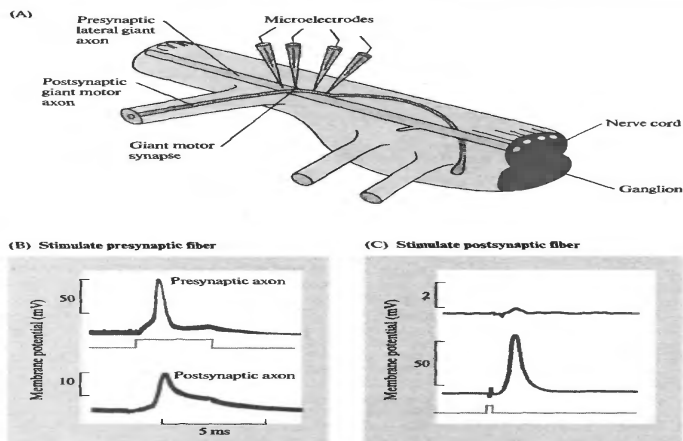


Рис. П.2. Электрическая синаптическая передача в гигантском синапсе ЦНС рака.

(А) Латеральный гигантский аксон образует пресинаптическую часть электрического синапса с постсинаптическим гигантским двигательным аксоном.

(В) Деполяризация пресинаптического нерва без какой-либо задержки распространяется на постсинаптическое волокно. В данном примере каждая клетка достигает порога и генерирует потенциал действия.

(С) При прямой стимуляции постсинаптического аксона постсинаптический потенциал действия приводит к незначительной деполяризации в пресинаптическом аксоне. Такие синапсы называются выпрямляющими.

В отличие от гигантского синапса рака большинство электрических синапсов не проявляют свойств выпрямления и одинаково хорошо проводят возбуждение в обоих направлениях. Морфологическим субстратом электрической связи в гигантском синапсе рака и в других электрических синапсах являются щелевые контакты (*gap junctions*). Щелевые контакты образуются **коннексонами**, которые дают возможность протекания электрического тока между клетками (глава 7).

Электрическая передача была рассмотрена в литературе в разнообразных синапсах, например, между мотонейронами в спинном мозге лягушки, чувствительными нейронами в мезэнцефалическом ядре крысы, пирамидными клетками в гиппокампе и горизонтальными клетками в сетчатке зебра-рыбки. Интересным свойством электрических контактов между чувствительными нейронами у пиявки является то, что деполяризация проводится через них хорошо, а гиперполяризация плохо, т. е. эти контакты обладают двойным выпрямлением. Сила взаимодействия между клетками через электрические контакты обычно выражается **коэффициентом связи**. Коэффициент **4 : 1** означает, что в постсинаптической клетке изменение потенциала составляет одну четвертую от изменения потенциала в пресинаптической клетке. Для того, чтобы обеспечить эффективную электрическую связь, необходимо, чтобы сопротивление контактов между клетками было мало, а также необходимо, чтобы *пре- и постсинаптические элементы* были сопоставимы по своим размерам (глава 7).

10.2. Существование электрической и химической передач в одном синапсе.

Смешанные электрические и химические синапсы были впервые обнаружены в цилиарном ганглии птиц, где химическому синаптическому потенциалу (вызванному ацетилхолином) предшествует потенциал, опосредованный электрическим контактом (рис. П.3).

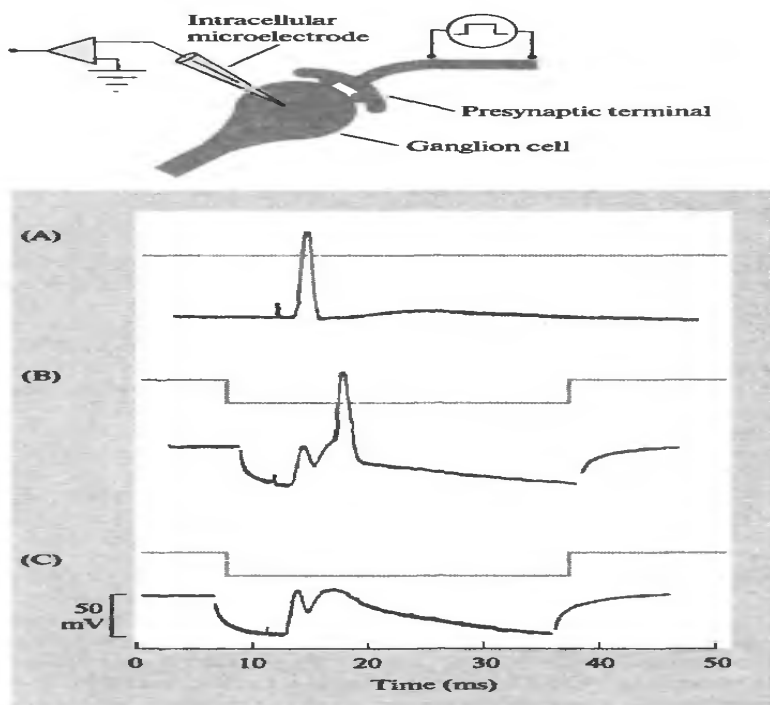


Рис. П.3. Электрическая и химическая синаптическая передача в цилиарном ганглии цыпленка.

(А) Стимуляция входящего в ганглий нерва вызывает потенциал действия в регистрируемом нейроне ганглия.

(В) При гиперполяризации нейрона потенциал действия возникает значительно позже, и обнаруживается ранняя кратковременная деполяризация. Эта деполяризация является электрическим синаптическим потенциалом, вызываемым прямым током из пресинаптического окончания в постсинаптический нейрон. На записи, показанной на части (А), электрический синаптический потенциал деполяризует клетку до порога и запускает потенциал действия.

(С) Еще большая гиперполяризация предотвращает потенциал действия, и выявляется более медленный химический синаптический потенциал. Химический синаптический потенциал следует за электрическим с синаптической задержкой около 2 мс. при комнатной температуре.

Смешанные синапсы часто встречаются у позвоночных, например, на интернейронах спинного мозга и мотонейронах в

спинном мозге лягушки. Постсинаптические клетки могут получать раздельные электрические и химические синаптические входы из различных источников. Например, в ганглиях пиявки (глава 15) мотонейроны получают три типа различных синаптических входов от чувствительных нейронов, настроенных на разные модальности; один из входов является химическим, другой электрическим, а третий смешанным, электрическим и химическим одновременно.

10.3. Синаптическая задержка в химических и электрических синапсах

Одним из характерных свойств электрических синапсов является отсутствие синаптической задержки. В химических синапсах около 1 мс. разделяет момент прихода импульса в нервное окончание и появление электрического потенциала в постсинаптической клетке. Эта задержка обусловлена тем временем, которое необходимо для освобождения медиатора нервным окончанием (глава 11). В электрическом синапсе такой задержки не существует, и ток немедленно проводится от одной клетки к другой. Смешанные синапсы с электрической и химической передачей являются удобной моделью для сравнения этих двух механизмов синаптической передачи. На рис. П.3 приведена запись внутриклеточного отведения от клетки в цилиарном ганглии цыпленка. Стимуляция входящего в ганглий нерва вызывает потенциал действия в постсинаптической клетке с очень короткой задержкой (рис. П.3А). Если постсинаптический нейрон слегка гиперполяризовать (рис. П.3В), то потенциал действия возникает позднее, выявляя раннюю кратковременную деполяризацию, которая не достигает порога потенциала действия, поскольку клетка гиперполяризована. Еще большая гиперполяризация (рис. П.3С) полностью блокирует потенциал действия, выявляя химический синаптический потенциал. Таким образом, в этой клетке в нормальных условиях инициация постсинаптического потенциала действия химической передачей предусиливается электрической связью. В этом примере потенциал электрической связи предшествует химическому потенциалу с интервалом около 2 мс., что позволяет напрямую оценить синаптическую задержку. Дополнительные эксперименты на этих клетках выявили, что электрическая связь является двухсторонней, то есть эти синапсы не являются выпрямляющими.

Электрическая передача обладает рядом преимуществ. Одно

из них то, что электрические синапсы обладают большей надежностью, чем химические синапсы: они не подвержены синаптической депрессии и не блокируются нейротоксинами. Второе преимущество в большей скорости электрической передачи. Скорость является существенным фактором в быстрых рефlekсах избегания, в которых экономия миллисекунды может стать принципиальной для выживания при нападении хищника. Другими функциями электрических синапсов являются синхронизация электрической активности в группах нейронов и межклеточная передача таких молекул, как АТФ, цАМФ и ионов кальция. Было показано, что химическое соединение - **дофамин** может модулировать активность целевых контактов между клетками в сетчатке. Таким образом, целевые контакты являются не просто пассивными контактами, но могут также быть динамическим компонентом нейрональных сетей.

11. Химическая синаптическая передача

При попытке воссоздать схему химической синаптической передачи возникает несколько очевидных вопросов (рис. П.1В). Каким образом происходит освобождение нейромедиатора? Как взаимодействие медиатора с постсинаптическими рецепторами приводит к возбуждению или торможению? Процесс освобождения рассматривается в деталях в главе 11, здесь же будет рассмотрен вопрос о том, как нейромедиатор воздействует на постсинаптическую клетку в прямых химических синапсах.

Многие из пионерских исследований химической синаптической передачи были проведены на сравнительно простых объектах, в частности, на нервномышечном соединении лягушки. В то время этот препарат имел то преимущество, что нейромедиатор (АХ) был окончательно установлен. Много лет спустя было показано, что вместе с АХ двигательные нервные окончания выделяют также АТФ, который действует в качестве второго нейромедиатора.

12. Структура синапса

Химические синапсы имеют сложную структуру. На рис. П.4 показаны морфологические свойства нервномышечного соединения лягушки.

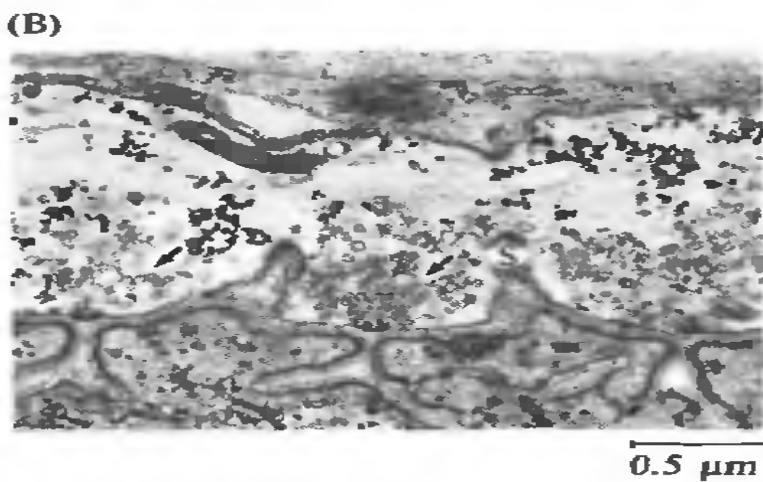
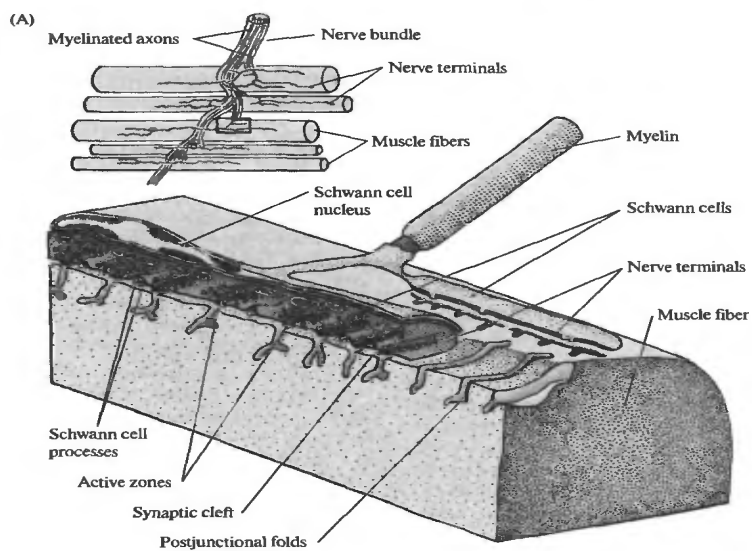




Рис. П.4. Структура химического синапса.

(А) Схема нервномышечного соединения лягушки. Синаптические везикулы сгруппированы в нервном окончании в областях, располагающихся напротив постсинаптических складок. Эти области, называемые активными зонами, являются местами, в которых медиатор освобождается в синаптическую щель.

(В) Электронная микрофотография продольного среза нервномышечного соединения. В пресинаптическом окончании кластеры синаптических везикул располагаются возле уплотнений на пресинаптической мембране активных зон (отмечены стрелками). На мышечном волокне постсинаптические складки располагаются напротив активных зон.

(С) Электронная микрофотография синапса в ЦНС пиявки. Как и в нервно-мышечном соединении лягушки, кластеры синаптических везикул находятся возле электронноплотных участков на пресинаптической мембране, формируя активные зоны, которые расположены напротив постсинаптических уплотнений.

Одиночные аксоны ответвляются от входящего двигательного нерва, теряют свою миелиновую оболочку и заканчиваются нервными окончаниями, которые располагаются в желобках на поверхности мышечного волокна. Синаптическая щель, разделяющая нервное окончание и мышечную мембрану, составляет около 30 нм. Внутри щели находится базальная мембрана, которая повторяет рельеф поверхности мышечного волокна. Постсинаптические складки располагаются на мышечном волокне через равные интервалы. Складки являются особенностью

скелетных мышц, но не являются общим свойством всех химических синапсов. Постсинаптический участок на мышечном волокне известен как двигательная концевая пластинка. Шванновская клетка покрывает нервное окончание, охватывая его напоминающими пальцы отростками через равные интервалы.

В цитоплазме нервного окончания находятся кластеры синаптических везикул, связанных с электронноплотным материалом на пресинаптической мембране, что формирует активные зоны. Синаптические везикулы являются местом хранения АХ; при возбуждении нервного окончания они сливаются с пресинаптической мембраной в активной зоне и освобождают свое содержимое в синаптическую щель путем экзоцитоза. Синапсы на нервных клетках обычно образуются расширениями нервного окончания, называемыми бутонами, которые так же отделены от постсинаптической мембраны синаптической щелью. На пресинаптической мембране бутонов обнаруживаются участки с повышенной электронной плотностью, к которым прилегают кластеры синаптических везикул, формируя активные зоны, сходные с таковыми в нервномышечном соединении, но значительно меньших размеров (рис. П.4С). Бутоны контактируют со всеми участками нервных клеток дендритами, телом клетки и аксоном. На дендритах многие синаптические входы располагаются на маленьких шипиках (spines), отходящих от основного дендрита. Постсинаптическая мембрана в синапсах между нейронами часто истончена и содержит электронноплотный материал.

12.1. Синаптические потенциалы в нервномышечном соединении

В ранних работах Экклса, Катца и Куффлера для исследования потенциала концевой пластинки (ПКП) использовались внеклеточные методы регистрации. ПКП - это деполяризация мышечного волокна в участке концевой пластинки, которая следует за возбуждением двигательного нерва и вызывается АХ, освобождающимся из пресинаптических нервных окончаний. Синаптические потенциалы, напоминающие ПКП, наблюдаются также в нейронах. Синаптический потенциал, возбуждающий постсинаптическую клетку, обычно называется возбуждающим постсинаптическим потенциалом (ВПСП), а тормозящий - тормозным постсинаптическим потенциалом (ТПСП). *Амплитуда ПКП в скелетном мышечном волокне в нормальных условиях значительно больше,*

чем требуется для инициации потенциала действия. Однако, при добавлении в наружный раствор кураре (около 1 мкмоль), амплитуда ПКП уменьшается до подпороговых значений и потенциал действия не возникает (рис. П.5).

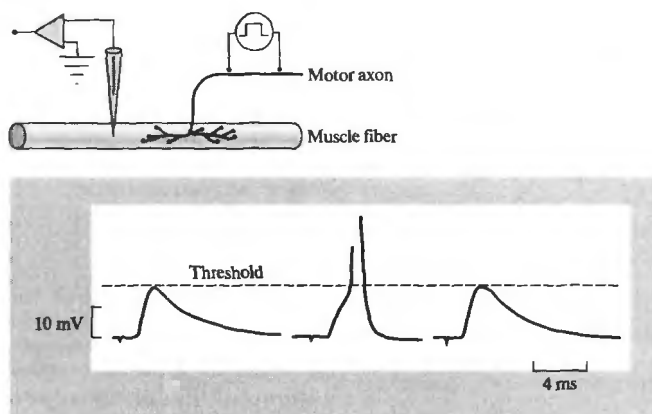


Рис. П.5. Синаптические потенциалы, регистрируемые внутриклеточным микроэлектродом в нервномышечном соединении, обработанном кураре. Концентрация кураре была подобрана таким образом, чтобы амплитуда синаптического потенциала лишь изредка достигала порога потенциала действия в мышечном волокне.

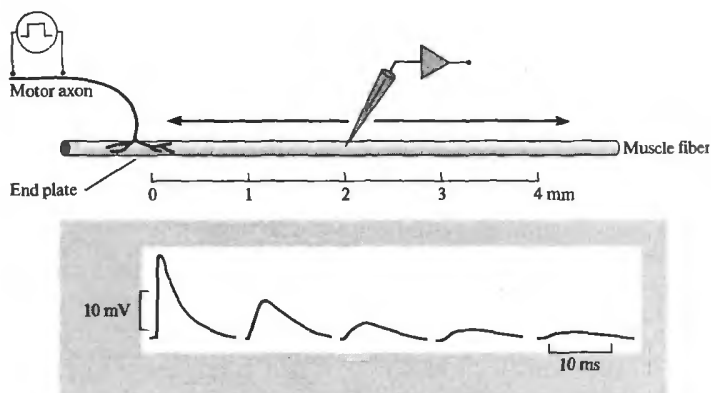


Рис. П.6. Уменьшение амплитуды синаптических потенциалов по мере удаления от концевой пластинки мышечного волокна. При удалении регистрирующего электрода от концевой пластинки регистрируемые с помощью внутриклеточного электрода синаптические потенциалы уменьшаются в амплитуде, а время их нарастания увеличивается.

Эффект кураре зависит от концентрации, и при дальнейшем её увеличении ПКП подавляется полностью. С помощью внутриклеточных электродов Фетт и Катц исследовали временной ход и пространственное распределение ПКП в мышечных волокнах, обработанных кураре. Они стимулировали двигательный нерв и регистрировали ПКП внутриклеточно на разных расстояниях от концевой пластинки (рис. П.6).

В концевой пластинке деполяризация быстро достигала максимума и затем медленно спадала в течение 10 - 20 мс. При удалении регистрирующего электрода от области концевой пластинки амплитуда ПКП прогрессивно уменьшалась, а время роста ПКП замедлялось. Фетт и Катц показали, что по достижении пика амплитуда ПКП спадает со скоростью, соответствующей постоянной времени мембраны мышечного волокна, и что уменьшение амплитуды ПКП с удалением от концевой пластинки объясняется кабельными свойствами мышечного волокна. Соответственно, они сделали вывод о том, что ПКП генерируется кратковременным импульсом тока, который входит в мышечное волокно в области концевой пластинки и вызывает быструю деполяризацию. Вызванный этим током потенциал спадает пассивно, распространяясь от концевой пластинки в обоих направлениях, и постепенно затухает.

12.2. Определение участков мышечного волокна, чувствительных к АХ

Особые свойства скелетного мышечного волокна в участке его иннервации были известны с начала двадцатого века. Так, Лэнгли предположил наличие "рецептивной субстанции» около двигательных нервных окончаний, основываясь на том, что этот участок мышечного волокна обладает повышенной чувствительностью к различным химическим веществам, например, к никотину. Вскоре после введения в обиход стеклянных микроэлектродов для внутриклеточной регистрации, микроэлектроды стали использоваться также для локальной аппликации АХ (а впоследствии и других веществ) на концевую пластинку мышечного волокна. Этот методический приём проиллюстрирован на рис. 3А.

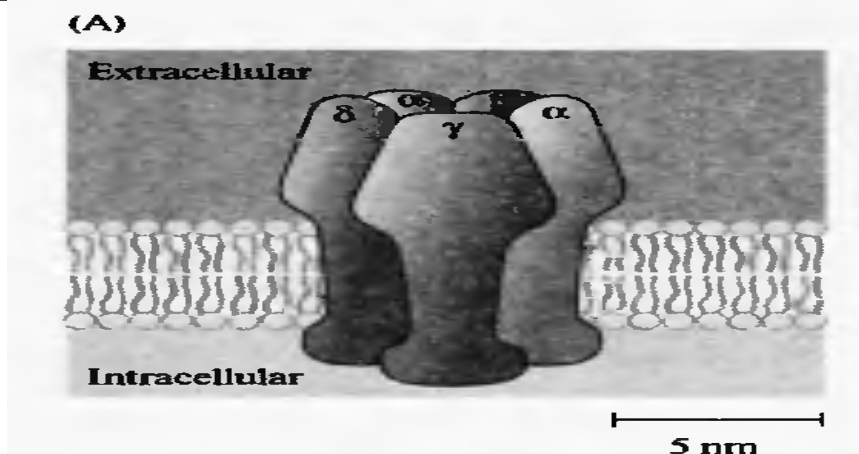


Рис. П.7. АХ рецептор. (А) АХ рецептор состоит из пяти субъединиц: двух α , одной β , одной γ и одной δ – субъединицы, расположенных радиально с углом около 72° вокруг центра. α – субъединицы содержат центры связывания АХ. Позиция β – и γ – субъединиц может быть обратной.

Микроэлектрод вводится в концевую пластинку мышечного волокна для регистрации мембранного потенциала, в то же время к мышечному волокну подводится микропипетка, заполненная АХ. Апликация АХ из пипетки производится коротким положительным толчком потенциала, что вызывает выход из пипетки положительно заряженных ионов АХ. Метод подачи заряженных молекул из пипетки называется ионофорезом. Используя этот метод апликации, Кастильо и Каш показали, что АХ деполяризует мышечное волокно только в области концевой пластинки и только при нанесении его снаружи мышечного волокна. Когда пипетка, заполненная АХ, находится вплотную к концевой пластинке, ионофоретическая апликация вызывает быстрые ответы (рис. 3В).

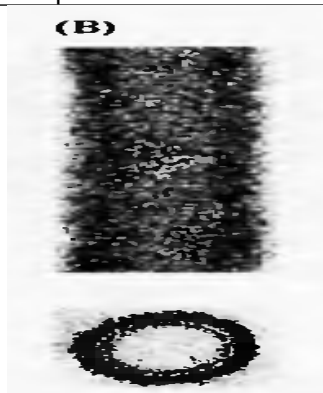


Рис. П.8. АХ рецептор. (В) Продольное и поперечное сечение электронномикроскопического изображения цилиндрических везикул постсинаптической мембраны *Togpedo*, на котором показаны плотно расположенные АХ рецепторы.

Удаление пипетки всего на несколько микрометров вызывает уменьшение амплитуды и замедление ответов. Теперь известно, что постулированной Лэнгли рецептивной субстанцией **является никотиновый ацетилхолиновый рецептор**.

Техника ионофореза позволила с высокой точностью определить распределение постсинаптических рецепторов АХ на мышечных волокнах и нервных клетках. Этот метод оказался особенно полезен в тонких препаратах, в которых пре- и постсинаптические структуры можно различить с помощью интерференционного контраста и положение ионофоретической пипетки по отношению к синапсу может быть определено с высокой точностью.

Одним из таких препаратов является нервномышечное соединение змеи, показанное на рис. П.9.

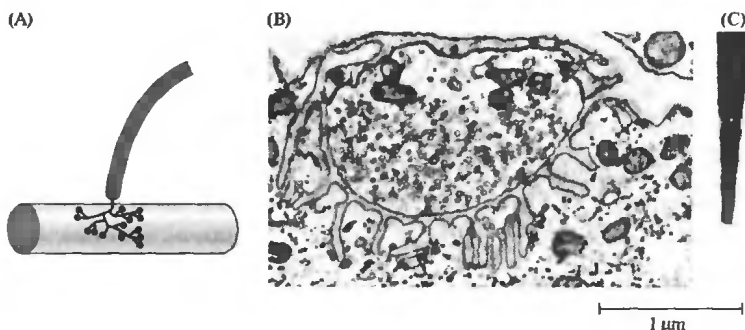


Рис. П.9. Нервномышечное соединение змеи.

(А) Концевая пластинка на скелетной мышце змеи. Аксон заканчивается в виде кластера пресинаптических бутонов.

(В) Электронная микрофотография поперечного среза одного из бутонов. Синаптические везикулы, посредством которых АХ освобождается из нервного окончания, имеют диаметр около 50 нм.

(С) Электронная микрофотография кончика пипетки для ионофоретической аппликации АХ, сделанная при таком же увеличении, что и на (В). Пипетка имеет внешний диаметр около 100 нм. и внутренний диаметр около 50 нм.

Концевые пластинки в мышцах змеи имеют около 50 мкм. в диаметре, напоминая по своей компактности концевые пластинки у млекопитающих. Каждое окончание аксона содержит 5070 утолщений, аналогичных синаптическим бутонам, из которых выделяется **медиатор**. Электронная микрофотография такого синапса показана на рис. П.9В, а на рис. П.9С приведена электронная микрофотография типичной микропипетки для ионофореза. Размер отверстия в кончике составляет примерно 50 нм., что сравнимо с размером синаптической везикулы. Особенно удачным препаратом для исследования чувствительности разных участков мышечного волокна к АХ является препарат, в котором двигательное нервное окончание удалено после обработки мышцы ферментом **коллагеназой**. Процесс удаления окончаний показан на рис. П.10А. На месте каждого из бутонов остается круглый кратер, дном которого является постсинаптическая мембрана.

На рис. П.10В показана пипетка, заполненная АХ, нацеленная на один из таких кратеров. Если пипетка находится непосредственно над постсинаптической мембраной, то электрический заряд в 1 пК (пикокулон) вызывает освобождение АХ, приводящее к деполяризации мышечного волокна на 5 мВ. Чувствительность мембраны, таким образом, составляет 5000 МВ/нК (рис. П.10С). Удаление пипетки всего на 2 микрона от границы кратера вызывает ответ в 50-100 раз слабее. На границах между кратерами чувствительность значительно варьирует.

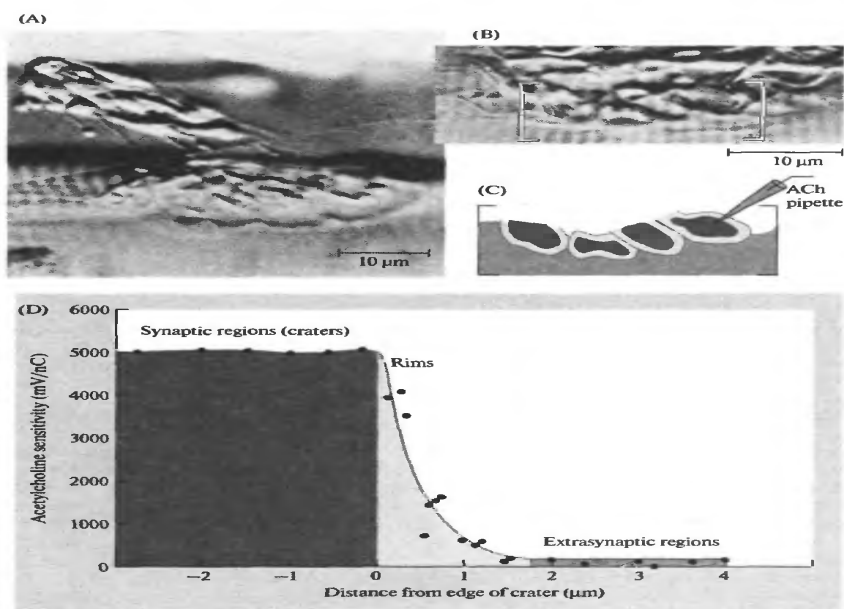


Рис. П.10. Распределения АХ-рецепторов в нервномышечном соединении змеи.

(А) Удаление нервного окончания с поверхности мышечного волокна после обработки коллагеназой.

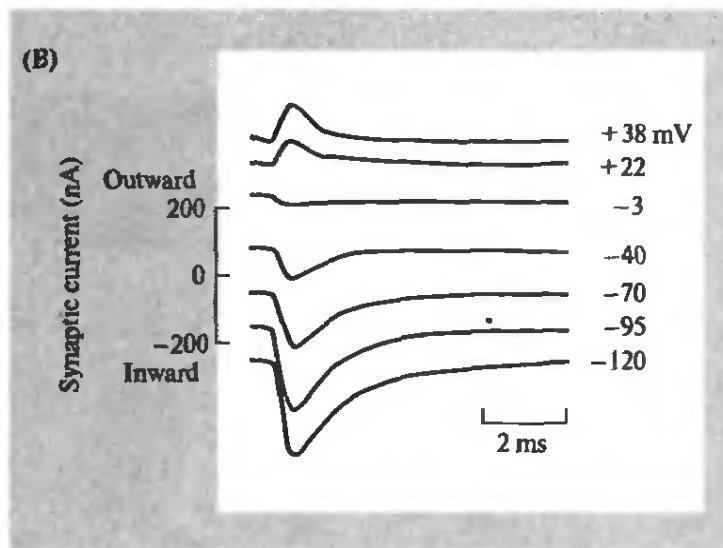
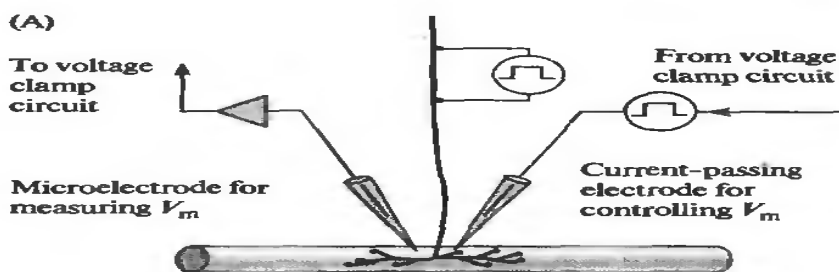
(В) постсинаптическая мембрана после удаления нервного окончания. Заполненная АХ пипетка (справа) нацелена на один из кратеров, в котором до того находился пресинаптический бутон.

(С) Рисунок области, обозначенной скобками на части (В), с изображением четырех кратеров, в которых раньше находились пресинаптические бутоны. Центральная часть кратера, обозначенная более темным цветом, является постсинаптической мембраной, вокруг неё (светлый цвет) края кратера, за которыми ниже находится экстрасинаптическая область, обозначенная переходным (между темным и светлым) серым цветом. (D) Распределение чувствительности к АХ. Кратеры имеют самую высокую чувствительность к АХ (5 000 МВ/нК); на краях кратеров чувствительность постепенно снижается и в экстрасинаптической области составляет всего около 100 МВ/нК.

13. Измерение ионных токов, вызванных АХ

Каким образом АХ вызывает входящий ток в концевой пластинке? Эксперименты, проведенные Феттом и Катцем, позволили сделать вывод о том, что АХ вызывает значительное

неспецифическое увеличение проводимости постсинаптической мембраны для маленьких ионов. Две методики были использованы для исследования изменения проводимости, вызываемой АХ. В одной из них использовались радиоактивные изотопы и было показано, что возрастает проводимость ионов натрия, калия и кальция, но не хлора. Этот эксперимент является убедительным доказательством тому, какие ионы вовлечены в изменение проводимости, но не дает информации о деталях этих изменений, их кинетике или потенциал зависимости. Эта информация была впервые получена А. Такеуши и Н. Такеуши, которые использовали метод двухэлектродной фиксации мембранного потенциала в мышечных волокнах. Дизайн этого эксперимента изображен на рис. П.11А.



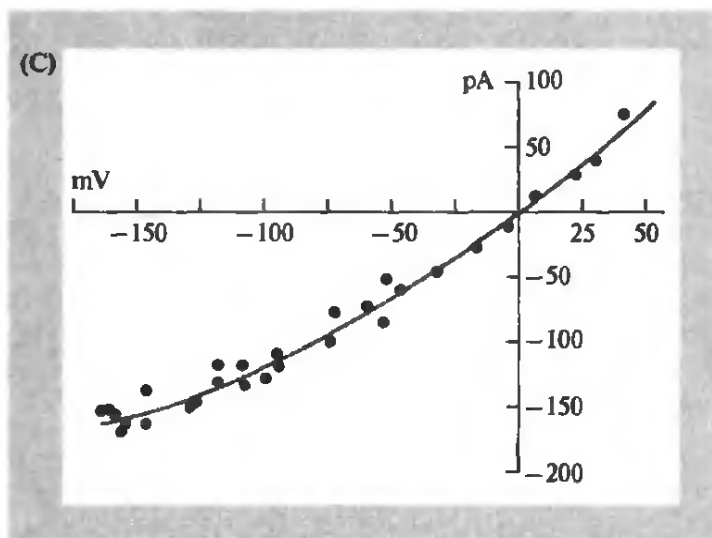


Рис. П.11. Потенциал реверсии синаптических токов, измеренный в условиях фиксации потенциала.

(А) Схема регистрации токов двигательной концевой пластинки в условиях фиксации потенциала.

(В) Синаптические токи, зарегистрированные при мембранных потенциалах от 120 до +38 мВ. При отрицательных значениях мембранного потенциала синаптические токи имеют входящее направление. Если мембранный потенциал не фиксировать, то входящий ток приведет к деполяризации мышечного волокна. При положительных значениях мембранного потенциала синаптические токи направлены из клетки наружу.

(С) Зависимость амплитуды синаптического тока от мембранного потенциала близка к линейной и потенциал реверсии синаптических токов находится около 0 мВ.

Два микроэлектрода вводятся в область концевой пластинки мышечного волокна лягушки: один из них регистрирует мембранный потенциал (V_M), а через другой - пропускается ток для фиксации потенциала на заданном уровне.

Постсинаптические рецепторы активируются либо АХ, освобождаемым из двигательного нерва, либо путем прямой ионофоретической аппликации. Впоследствии схожие эксперименты были проведены на мышечных волокнах, обработанных глицерином, что предотвращает сокращение

мышечного волокна при его деполяризации, но имеет также и тот недостаток, что мышечные волокна находятся в искусственно деполяризованном состоянии.

Результаты, полученные на обработанном глицерином мышечном волокне, показаны на рис. П.11В. При мембранном потенциале, фиксированном на уровне - 40 мВ, стимуляция нерва вызывает входящий ток, который вызвал бы деполяризацию мышечного волокна в том случае, если бы потенциал мышечного волокна не фиксировался. При более отрицательных потенциалах ток через концевую пластинку увеличивался, а при деполяризации мембраны уменьшался. При еще большей деполяризации токи меняли направление и становились выходящими.

Зависимость амплитуды тока концевой пластинки от мембранного потенциала показана на рис. П.11С. Ток реверсирует, т.е. меняет направление со входящего на выходящий при около 0 мВ. на постсинаптической мембране. Значение мембранного потенциала, при котором происходит реверсия тока, называется **потенциалом реверсии** (V_R). в более ранних экспериментах потенциал реверсии составил около - 15 мВ.

14. Почему важно знать потенциал реверсии?

Потенциал реверсии тока концевой пластинки дает информацию об ионных токах, которые протекают через каналы, активируемые АХ на постсинаптической мембране. Например, если бы каналы были проницаемы только для ионов натрия, то ток через эти каналы реверсировал бы при натриевом равновесном потенциале (около +50 мВ). Другие основные ионы, калий и хлор, имеют равновесный потенциал около - 90 мВ, что близко к потенциалу покоя (глава 5); равновесный потенциал для ионов кальция составляет примерно + 120 мВ. Ни один из этих ионов не имеет равновесный потенциал в диапазоне от 0 до + 15 мВ. Какие же ионы вовлечены в генерацию этих ответов? А. Такеуши и Н. Такеуши показали, что изменение наружной концентрации натрия, калия и кальция приводит к изменению потенциала реверсии, а изменение концентрации ионов хлора на нее не влияет, что согласуется с результатами с использованием радиоактивных изотопов. Таким образом, был сделан вывод о том, что АХ вызывает общее увеличение катионной проводимости.

14.1.1. Сравнительный вклад натрия, калия и кальция в потенциал концевой пластинки

АХ открывает ионные каналы в мембране концевой пластинки, которые при потенциале покоя позволяют ионам натрия и кальция входить, а ионам калия выходить из клетки в соответствии с их электрохимическими градиентами. Поскольку проводимость кальция через каналы сравнительно мала, вкладом ионов кальция в синаптический ток можно пренебречь, так же как и вкладом других ионов, как, например, магния. (Следует заметить, что низкая кальциевая проводимость связана с низкой внутри- и внеклеточной концентрацией кальция, в то время как кальциевая проницаемость составляет примерно 20 % натриевой проницаемости.)

Соответствующая электрическая схема приведена на рис. П.12А. В покое мембрана состоит из обычных натриевых, калиевых и хлорных каналов. Параллельно к ним соединены активируемые АХ натриевые и калиевые каналы, Δg_{Na} и Δg_K . А. и Н. Такеуши установили, что потенциал реверсии $V. = -15$ мВ, и что соотношения изменений проводимости $\Delta g_{Na} / \Delta g_K$ составляет около 1,3. В действительности канал, открываемый АХ, имеет примерно одинаковую проницаемость для ионов натрия и калия. Однако, если принять во внимание внутри- и внеклеточную концентрацию этих ионов, то оказывается, что количество ионов натрия, доступных для перемещения через канал, превышает количество ионов калия (глава 5). Таким образом, при равном изменении проницаемости, натриевая проводимость несколько больше (глава 2).

14.1.2. Проводимость мембраны в покое и амплитуда синаптического потенциала

Электрическая схема, показанная на рис. П.12А, может быть упрощена, если представить мембрану в состоянии покоя как единую проводимость, g_{REST} (равную сумме всех ионных проводимостей) и одну электрическую батарейку, V_{REST} (равную мембранному потенциалу покоя).

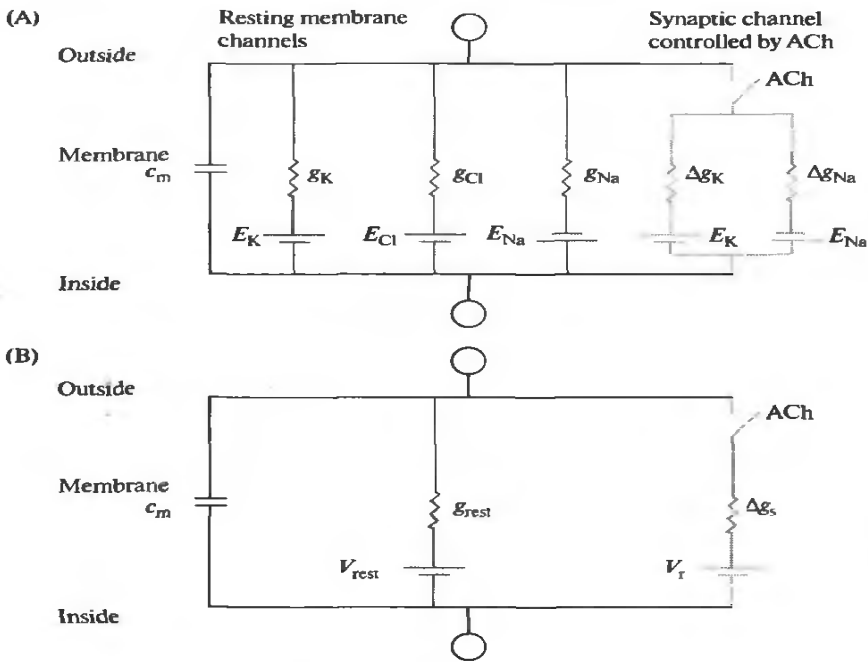


Рис. П.12. Электрическая модель постсинаптической мембраны.

Каналы, активируемые АХ, параллельно соединены с другими каналами и с емкостью мембраны.

(А) Синаптические каналы, открываемые АХ, можно представить на схеме как две независимые проводимости для ионов натрия и калия. Другими каналами, открытыми в состоянии покоя, являются калиевые, натриевые и хлорные каналы.

(В) Синаптические каналы можно представить в виде одной проводимости с проводимостью Δg_s и электрической батареей с потенциалом, равным потенциалу реверсии Δg_r . Остальная мембрана может быть представлена в виде единой проводимости g_{REST} и батареей с потенциалом V_{REST} .

Синаптическая мембрана может быть представлена одной проводимостью Δg_s и батареей с потенциалом Δg_r (рис. П.12В). Свойством этой электрической схемы является то, что амплитуда синаптического потенциала зависит как от Δg_{REST} , так и от Δg_s .

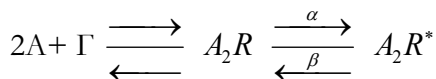
Для простоты давайте рассмотрим, какой потенциал

образуется в том случае, если синаптическая проводимость активируется на длительное время. Если Δg_s намного больше, чем g_{REST} , то мембранный потенциал должен приблизиться к V_R . Если Δg_s равно g_{REST} , то изменение мембранного потенциала, вызванное активацией синаптической проводимости, должно быть вдвое меньше. Таким образом, амплитуда синаптического потенциала может увеличиваться либо при увеличении синаптической проводимости (т. е. при активации большего количества синаптических каналов), либо при уменьшении проводимости мембраны в состоянии покоя. Уменьшение мембранной проводимости является важным механизмом модуляции эффективности синаптической передачи. Например, определенные входы на клетки вегетативного ганглия жабы вызывают закрытие калиевых каналов, что приводит к возрастанию амплитуды возбуждающих синаптических потенциалов, вызываемых другими входами на эти клетки (глава 16).

14.1.3. Кинетика токов через одиночные каналы, активируемые АХ

В какой степени временной ход токов концевой пластинки отражает поведение одиночных ионных каналов, активируемых АХ? Можно представить, что отдельные каналы многократно открываются и закрываются во время тока концевой пластинки с уменьшающейся со временем вероятностью открывания канала. Возможно и то, что каналы открываются лишь один раз, и временной ход интегрального тока определяется тем, как долго каналы остаются в открытом состоянии.

Окончательный ответ на этот вопрос был получен с внедрением методики пэтч-кламп (patch clamp), с помощью которой можно регистрировать активность одиночных ионных каналов (глава 2) Было показано, что, при непрерывной аппликации АХ, каналы открываются и закрываются по принципу «все или ничего», причем время нахождения каналов в открытом состоянии соответствует длительности токов концевой пластинки. Активация ионного канала может быть описана следующей схемой, в которой молекула медиатора А (агонист) взаимодействует с молекулой постсинаптического рецептора Г:



Две молекулы АХ связываются с каналом (по одной молекуле АХ с каждой α – субъединицей: глава 3), который затем подвергается конформационной перестройке из закрытого (A_2R) в открытое (A_2R^*) состояние. Переходы между открытым и закрытым состояниями характеризуются константами α и β , как обозначено на схеме. Теперь рассмотрим временной ход тока концевой пластинки (рис. П.13).

Выделенный из нервного окончания АХ практически одновременно открывает большое количество каналов. Поскольку АХ быстро удаляется из синаптической щели (в результате гидролиза холинэстеразой и диффузии), каждый канал открывается только один раз. Закрывание ионных каналов приводит к спаду синаптического тока. Таким образом, временной ход спада синаптического тока отражает скорость, с которой закрываются одиночные каналы, активируемые АХ. Каналы закрываются со скоростью $\alpha \times |A_2R^*|$; то есть многие каналы закрываются очень быстро, и все меньше и меньше каналов закрывается через большее время (рис. 9.13). Как в случае всех независимых или случайных событий, открытые времена имеют экспоненциальное распределение, со средним временем открытого состояния (τ), равным постоянной времени спада тока концевой пластинки, $1/\alpha$.

Эксперименты с использованием пэтч-кламп методики позволили выявить многие особенности активности каналов, которые невозможно было определить ранее с использованием других методик. Так, местные анестетики (например, прокаин) продлевают спад токов концевой пластинки (в дополнение к блокированию натриевых каналов и потенциалов действия). Пэтч-кламп регистрация позволила определить, что замедление синаптических токов происходит в результате того, что в присутствии прокаина ток через канал трансформируется во вспышки кратковременных открываний. Это происходит, по видимому, вследствие того, что молекула анестетика быстро перемещается внутрь канала и обратно, вызывая кратковременное блокирование тока через канал. Последующие эксперименты выявили, что, в дополнение к этому механизму блокирования канала, прокаин также ингибирует

открытие канала, связываясь с рецептором вне устья канала. Свойства канала могут изменяться под действием многих веществ, включая **кокаин**, барбитураты, стероидные гормоны, общие анестетики, которые связываются с местами как внутри, так и вне поры ионного канала.

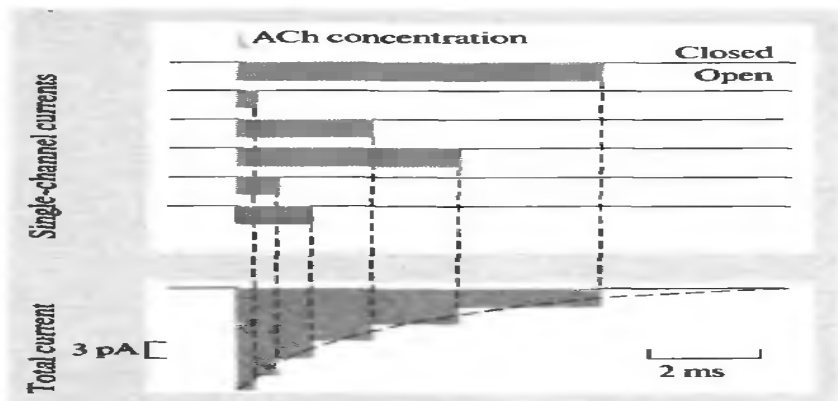


Рис. П.13. Ток концевой пластинки является результатом сложения тонов через одиночные ионные каналы.

В верхней части рисунка изображен ток через шесть одиночных каналов. При активации АХ каналы открываются одновременно. АХ быстро гидролизует, что предотвращает повторную активацию каналов. Распределение времен открытого состояния каналов имеет экспоненциальный характер. На нижней части показан интегральный ток концевой пластинки, который является результатом сложения токов через одиночные каналы; постоянная времени спада интегрального тока равна среднему времени открытого состояния одиночных каналов.

Свойства рецепторов АХ меняются в процессе развития. Существует эмбриональная форма рецептора АХ, которая имеет низкую проводимость и длительное время открытого состояния, и взрослая форма, которая имеет большую проводимость и короткое время открываний. Переход из эмбриональной формы во взрослую происходит в результате изменения субъединичного состава (главы 3 и 23), а сплайс-варианты одной из эмбриональных субъединиц могут быть ответственны за вариации во времени открытого состояния каналов на ранних этапах развития.

15. Прямое синаптическое торможение

В основе работы синапсов, обеспечивающих **прямое химическое торможение**, лежат те же механизмы, что и в основе работы прямых химических возбуждающих синапсов. Возбуждение происходит при открывании в постсинаптической мембране каналов с потенциалом реверсии более положительным, чем порог потенциала действия. В то же время прямое химическое синаптическое торможение достигается открыванием каналов, чей потенциал реверсии отрицателен по отношению к пороговым значениям. Прямое химическое синаптическое торможение происходит при активации каналов, проводящих ионы хлора. Как правило, ионы хлора имеют равновесный потенциал, равный или близкий к потенциалу покоя. Первые исследования прямой химической синаптической передачи были проведены на нервномышечном соединении членистоногих, рецепторе растяжения рака и мотонейронах спинного мозга кошки.

15.1.1 Потенциал реверсии тормозных потенциалов

Мотонейроны спинного мозга тормозятся сенсорными входами от мышц-антагонистов через тормозные интернейроны спинного мозга. Эффект активации тормозных входов может быть исследован в эксперименте, проиллюстрированном на рис. П.14А. В мотонейрон вводятся два микроэлектрода: один из них используется для регистрации мембранного потенциала, другой - для пропускания тока через клеточную мембрану. При потенциале покоя (около - 75 мВ) стимуляция тормозных входов вызывает небольшую гиперполяризацию клетки - **тормозный постсинаптический потенциал** (ТПСП, рис. П. 14В). Если деполяризовать мембрану, пропуская положительный ток в клетку, амплитуда ТПСП увеличивается. При гиперполяризации клетки до - 82 мВ. тормозный потенциал становится очень маленьким и изменяет свое направление (реверсирует). При мембранном потенциале - 100 мВ. амплитуда реверсированного тормозного потенциала увеличивается. Потенциал реверсии в данном эксперименте составляет около - 80 мВ.

Тормозные каналы проводят анионы, причем проницаемость довольно хорошо корректирует с радиусом гидратированного проникающего иона. В физиологических условиях единственным анионом маленького размера, присутствующим в значительных

количествах, является ион хлора. Введение ионов хлора в мотонейроны спинного мозга из микропипетки сдвигает хлорный равновесный потенциал, и соответственно потенциал реверсии ТПСП, в положительном направлении. Изменение внеклеточной концентрации хлорных ионов также вызывает изменение равновесного хлорного потенциала и потенциала реверсии ТПСП, однако результаты таких экспериментов не всегда однозначны. Это связано с тем, что изменение внеклеточной концентрации ионов хлора часто приводит к пропорциональному изменению внутриклеточной концентрации ионов хлора (глава 5), и поэтому изменение хлорного равновесного потенциала носит лишь кратковременный характер.

Это затруднение может быть преодолено, если полностью удалить ионы хлора из внеклеточной среды. На рис. П.15 показан пример регистрации от ретикулоспинальной клетки продолговатого мозга, в которой тормозная синаптическая передача опосредована глицином. Мембранный потенциал регистрировался внутриклеточным микроэлектродом. Второй электрод использовался для пропускания в клетку коротких толчков гиперполяризирующего тока; вызываемое этими толчками изменение мембранного потенциала служило для оценки входного сопротивления клетки. Наконец, третья микропипетка применялась для аппликации **глицина** на клетку вблизи тормозного синапса, используя кратковременные толчки давления.

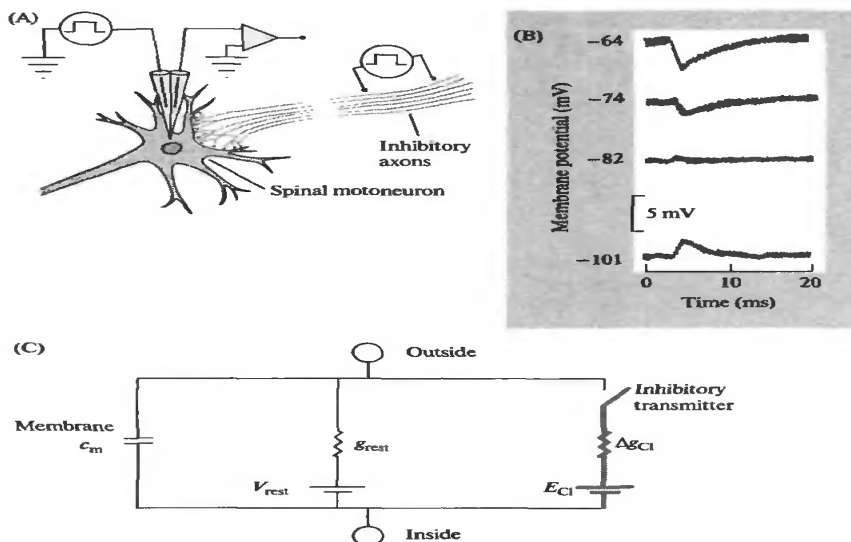


Рис. П.14. Прямая тормозная химическая синаптическая передача.

(А) Схема внутриклеточной регистрации от мотонейрона спинного мозга кошки и стимуляции тормозных синаптических входов.

(В) Синаптические потенциалы, вызываемые стимуляцией тормозных входов, записанные при значениях мембранного потенциала между - 54 и - 101 мВ. Потенциал реверсии находится между - 74 и - 82 мВ.

(С) Электрическая модель мембраны мотонейрона с хлорными каналами, активируемыми тормозным медиатором Δg_{Cl} и параллельно соединенными g_{REST} и C_M .

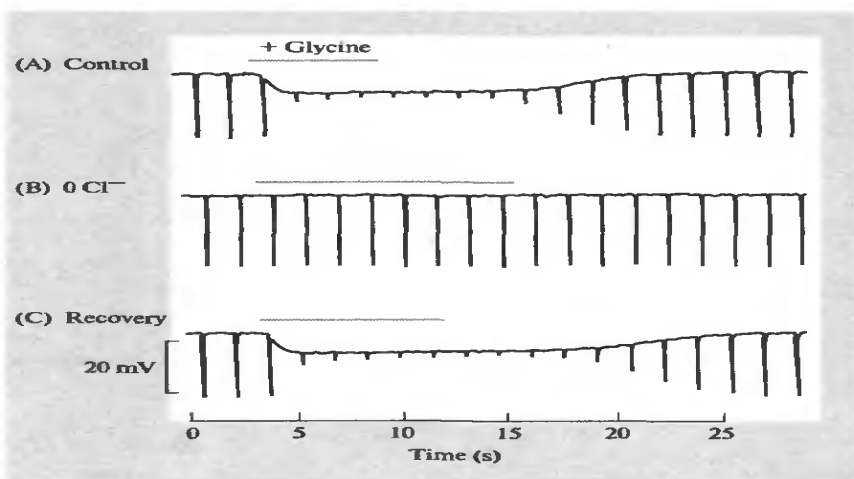


Рис. П.15. Глициновые тормозные ответы опосредованы ионами хлора. Внутриклеточная регистрация от нейрона ствола мозга миноги.

(А) Потенциал покоя составляет -63 мВ. Кратковременные отклонения потенциала вызываются толчками тока величиной 10 нА. из второго внутриклеточного электрода. Амплитуда этих ответов отражает сопротивление мембраны. При добавлении глицина клетка гиперполяризуется на 7 мВ. и сопротивление мембраны резко снижается.

(В) После удаления ионов хлора из наружного раствора ответы на глицин исчезают.

(С) При перфузии раствором с нормальным содержанием ионов хлора ответы на глицирин полностью восстанавливаются.

Аппликация глицина вызывала небольшую

гиперполяризацию, сопровождаемую значительным уменьшением входного сопротивления (рис. П.15А), что могло свидетельствовать об активации глицином большого количества хлорных каналов. Для проверки этой гипотезы ионы хлора были полностью удалены из наружного раствора и заменены на непроницаемый анион **изотионат**. Это привело также к вымыванию ионов хлора из клетки через хлорные каналы, которые открыты в состоянии покоя. Через 20 минут аппликация глицина не вызывала какого-либо заметного изменения мембранного потенциала или входного сопротивления (рис. П.15В), что указывает на то, что помимо ионов хлора никакие другие ионы не проходят через тормозные каналы. Восстановление нормальной концентрации внеклеточных ионов хлора приводило к восстановлению ответов (рис. П.15С). Поскольку в основе тормозных ответов лежит увеличение хлорной проводимости, потенциал реверсии тормозного тока равен равновесному потенциалу ионов хлора, и амплитуда тока равна

$$\Delta i_{inhibitory} = \Delta i_{Cl} = \Delta g_{Cl} (V_m - E_{Cl}).$$

При мембранных потенциалах, более положительных, чем E_{Cl} , хлорный ток, выходящий, и приводит к гиперполяризации мембраны. В этом случае выходящий ток обусловлен входом отрицательно заряженных ионов хлора. При мембранных потенциалах, отрицательных по отношению к E_{Cl} , тормозный нейромедиатор вызывает выход ионов хлора и деполяризацию. Соответствующая электрическая схема изображена на рис. П.14С. На ранних этапах развития центральной нервной системы млекопитающих ГАМК и глицин вызывают парадоксальные деполяризующие и возбуждающие ответы в нейронах **гиппокампа**. Этот эффект связан *не с особенностями каналов, открываемых ГАМК и глицином, а с различиями в регуляции внутриклеточной концентрации ионов хлора, приводящими к изменению потенциала равновесия ионов хлора.*

15.1.2. Пресинаптическое торможение

До сих пор мы разграничивали возбуждающие и тормозящие синапсы на основе эффекта медиатора на постсинаптическую мембрану - то есть на основании того, для каких ионов возрастает проводимость постсинаптической мембраны: для катионов или анионов. Однако, в ряде случаев торможение не может быть объяснено в рамках лишь постсинаптического изменения проводимости. Этот парадокс был разрешен в результате открытия

дополнительного механизма торможения - пресинаптического торможения, которое было описано в спинном мозге млекопитающих в работах Эклса и его сотрудников, а также в нервномышечном соединении рака. Пресинаптическое торможение вызывает уменьшение количества медиатора, освобождаемого из возбуждающих нервных окончаний.

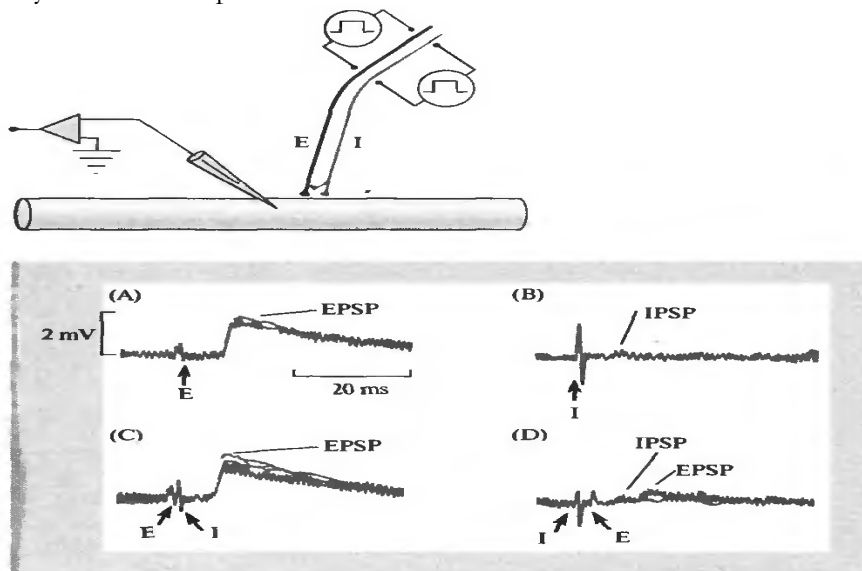


Рис. П.16. Пресинаптическое торможение в мышечном волокне рака, который иннервируется одним возбуждающим и одним тормозным аксонами.

(А) Стимуляция возбуждающего аксона [Е] вызывает ВПСП с амплитудой 2 мВ.

(В) Стимуляция тормозного аксона [I] вызывает деполаризующий ИПСП с амплитудой около 0,2 мВ.

(С) Если тормозный стимул следует за возбуждающим с маленькой задержкой, никакого эффекта на ВПСП не наблюдается.

(D) Если тормозный стимул предшествует возбуждающему на несколько миллисекунд, то ВПСП практически полностью блокируется. Это указывает на то, что тормозный нерв оказывает пресинаптическое действие, уменьшая количество медиатора, освобождаемого из возбуждающего нерва.

Как показано на рис. П.16, тормозной нерв в нервно-мышечном соединении рака не воздействует не только на мышечное волокно, но также и на возбуждающее окончание.

Пресинаптический эффект длится короткое время, достигая максимума в течение нескольких миллисекунд и спадая практически до нуля в течение 6-7 мс. Максимальный тормозный эффект достигается в том случае, если нервный импульс приходит в тормозное пресинаптическое окончание за несколько миллисекунд до прихода потенциала действия в возбуждающее окончание. Влияние временной задержки между потенциалами действия в возбуждающем и тормозящем нервах на эффективность пресинаптического торможения показано на рис. П.16. На частях А и В показаны возбуждающий и тормозный потенциалы, вызываемые стимуляцией соответствующих нервов по отдельности. На рис. П.16С стимулируются оба нерва, но потенциал действия в тормозном нерве следует за потенциалом действия в возбуждающем нерве с задержкой в 1,5 мс. слишком поздно, чтобы оказать какой-либо тормозящий эффект.

На рис. П.16D, потенциал действия в тормозном нерве предшествует потенциалу действия в возбуждающем нерве и вызывает значительное уменьшение возбуждающего постсинаптического потенциала.

Пресинаптический и постсинаптический эффекты опосредованы одним и тем же нейромедиатором гамма-аминомасляной кислотой (ГАМК), и связаны со значительным увеличением хлорной проводимости.

Было предположено, что при возрастании хлорной проводимости в мембране нервного окончания деполяризующий эффект входа ионов натрия во время восходящей фазы потенциала действия частично предотвращается одновременным входом ионов хлора.

В результате происходит уменьшение амплитуды пресинаптического потенциала действия и количества освобождаемого медиатора. Было показано, что пресинаптическое торможение во многих синапсах млекопитающих происходит в результате ингибирования потенциал-зависимых кальциевых каналов в окончаниях аксонов.

Функциональные значения пресинаптического и постсинаптического торможения в центральной нервной системе довольно сильно различаются. Постсинаптическое торможение уменьшает возбудимость клетки, делая её менее чувствительной ко всем возбуждающим входам. Пресинаптическое торможение гораздо более специфично и направлено на определенный вход,

давая клетке возможность интегрировать информацию из других входов. Пресинаптическое торможение предполагает, что тормозные аксоны устанавливают синаптический контакт с окончаниями возбуждающих аксонов. Наличие таких аксо-аксоновых синапсов было показано с помощью электронной микроскопии в нервно-мышечном соединении рака и в различных областях ЦНС млекопитающих. Более того, тормозные нервные окончания сами по себе могут подвергаться влиянию на пресинаптическом уровне; соответствующие ультраструктурные образования были обнаружены в тормозных синапсах рецептора растяжения рака. Имеются также данные, свидетельствующие о существовании пресинаптического возбуждения, опосредованного синаптическими входами, которые увеличивают количество медиатора, освобождаемого из нервных окончаний.

15.2. Десенситизация

При многократной или длительной аппликации ответы, вызываемые нейромедиатором, уменьшаются; это явление получило название **десенситизации**. Десенситизация в нервно-мышечном соединении была подробно охарактеризована в работах Катца и Теслева, которые показали, что при продолжительном воздействии АХ деполяризующий ответ в мышечном волокне постепенно уменьшается (рис. П.17). Десенситизация является молекулярным свойством самого АХ-рецептора. Однако, скорость десенситизации и восстановления рецептора модулируется фосфорилированием. В физиологических условиях десенситизация не играет значительной роли в ответе мышечного волокна к АХ, освобождаемому из нервных окончаний. Однако, в мышце, которая обработана ингибиторами **холинэстеразы** (например, фосфоорганическими соединениями, используемыми в качестве инсектицидов и нервно-паралитических газов), продолжительное присутствие АХ в синаптической щели достаточно для того, чтобы вызвать десенситизацию и заблокировать синаптическую передачу.

Глутаматные и ГАМК рецепторы также подвержены десенситизации. В синапсах центральной нервной системы, в которых глутамат и ГАМК участвуют в прямой химической передаче, десенситизация постсинаптических рецепторов развивается даже в нормальных физиологических условиях и является важным фактором, определяющим амплитуду и временной ход постсинаптических потенциалов.

15.2.1. Рецепторы, которые опосредуют прямую и непрямую химическую передачу

Прямая химическая синаптическая передача опосредована ионными каналами в постсинаптической мембране, которые активируются при связывании нейромедиатора, освобожденного пресинаптической клеткой. Такие лигандактивируемые ионные каналы называются также **ионотропными рецепторами**. Основными медиаторами в прямых химических синапсах центральной нервной системы млекопитающих являются ГАМК, глицин и глутамат. ГАМК и глицин активируют рецепторы - анионные каналы, и, следовательно, являются тормозными медиаторами (глава 13). Глутамат наиболее часто встречающийся медиатор возбуждения в ЦНС млекопитающих. Глутамат активирует несколько различных типов ионотропных рецепторов, селективных к катионам. Другими важными медиаторами в ЦНС млекопитающих, активирующих катионселективные ионотропные рецепторы, являются **ацетилхолин, серотонин и пурины**.

Все перечисленные выше нейромедиаторы прямого действия, а также такие медиаторы, как дофамин, гистамин, норадреналин и нейропептиды, могут также воздействовать на постсинаптические клетки посредством весьма отличного механизма непрямой химической передачи. Непрямая химическая синаптическая передача, как правило, опосредуется метаболитными рецепторами постсинаптическими рецепторами, которые вызывают образование внутриклеточных вторичных посредников. Вторичные посредники, в свою очередь, оказывают влияние на активность ионных каналов, вызывая возбуждение или торможение, а также на другие внутриклеточные мишени. Следующая глава посвящена механизмам непрямой химической синаптической передачи.

16 Исследование устремлений в теории искусственного интеллекта (модели гиперболического распределения как для живых, так и для неживых систем)

История возникновения теории искусственного интеллекта связана с открытием В. Парето гиперболического распределения, который получил его имя в виде эмпирического результата при описании собранных статистических данных о подоходном налоге при помощи гиперболического распределения вида:

$$n(x) = A/x^{1+\alpha},$$

где результат гиперболической функции $n(x)$ зависит от переменной x , находящейся в знаменателе дроби в степени $(1 + \alpha)$, в которой α получил важное понятие в виде характеристического показателя, показывающего принадлежность к соответствующей разновидности гиперболического распределения в зависимости от быстроты сходимости.

16.1.1. В. Парето собрал и обработал обширный статистический материал, относящийся к подоходным налогам Пруссии, Саксонии и Англии XIX в., Флоренции эпохи Ренессанса, Перу XVIII в. и т.д. В результате объединения массивов с последующей обработкой Парето получил кривую распределения доходов, устанавливающую зависимость между числом людей, обладающими определенными доходами, и величиной этих доходов. «Эта кривая, - пишут В.М. Петров и А.И. Яблонский [12, С. 7], - подвергавшаяся, правда, критике за разрозненность статистического материала, тем не менее подтверждается в соответствующих пределах и для современного распределения доходов в капиталистических странах. В настоящее время эта зависимость в нормированном виде носит в математической статистике название распределения Парето и имеет вид, совпадающий по форме с (1)».

Для распределения доходов (в не зависимости от однородности или неоднородности статистических массивов данных) характеристический показатель как правило (хотя и не всегда) $\alpha \approx 1,5$. Следует заметить, что распределение типа (1) применительно к доходам справедливо для значений доходов (величина x), лишь начиная с некоторого порога (начального условия) x_0 . Эта особенность характерна для гиперболических распределений, которые обычно справедливы не для всего диапазона значений параметра x , а лишь начиная с некоторого значения x_0 , то есть для $x \geq x_0$. (Эта особенность, видимо, является общей для всех гиперболических распределений, что позволяет предположить о существовании нескольких интервально-дискретных граничных значений таких распределений в процессе их математического обобщения).

Укажем и на другое достаточно устойчивое и известное в астрономии распределение Хольцмарка, описывающее **распределение интенсивности гравитационного поля звездных систем**. Математически показано, что это распределение имеет

также вид устойчивого негауссова распределения с характеристическим показателем $\alpha \approx 1,5$. Именно такой показатель характерен и для распределения Парето ..., описывающего распределение доходов. Поэтому распределение Парето может рассматриваться как эмпирический аналог асимптотики теоретического распределения Хольцмарка [12, С. 24].

Поэтому рассмотрим статистически найденные разновидности гиперболических распределений, после чего представится возможность осуществить их классификационное обобщение, выявив возможные синергетические свойства.

16.1.2. Продолжая представлять гиперболические распределения с другими характеристическими показателями, следует выделить исследования английского ученого Уиллиса (1922 г.), который исследовал статистику, характерную для таксономической проблемы распределения биологических родов по количеству биологических видов в них и получил гиперболическое распределение, также аналогичное (1), но с характеристическим показателем $\alpha \approx 0,5$. Это распределение, получившее название распределения Уиллиса, далее стимулировало дальнейшие поисковые попытки теоретического обоснования полученных результатов для подобных гиперболических закономерностей. Так, английский статистик Горальд Юл исследовал возможность разработки математической теории биологической эволюции, в основе статистического описания которой применялось гиперболическое распределение Уиллиса [12, С. 9]. В одном из применений Юл рассматривал семейство жуков из 627-и родов, из которых около 34% имели только по одному виду. Исходя из принципиальных построений математической модели, в основе которой был принят ветвящийся процесс, Юл на основании рассматриваемой концепции получил величину $\alpha = 0,5$.

16.1.3. Таким образом, наряду с гиперболическими распределениями, определяемым свойствами характеристического показателя $\alpha = 1,5$ (Парето) и $\alpha = 0,5$ (Уиллиса), не менее известным также является знаменитый закон Лотки (1926 г.) для распределения научной продуктивности. Известный американский математик Альфред Лотка, который специализировался на применении математических методов в гуманитарных науках, подсчитал число ученых, написавших одну, две, три и т.д. статьи, приведенные в реферативном журнале по химии за 10 лет. После сглаживания статистических данных, он получил гиперболическую,

но квадратичную зависимость для каждого числа ученых $n(x)$, написавших x статей:

$$n(x) = n_1/x^2 = n_1/x^{1+\alpha}; \quad \text{при } x = 1, 2, \dots, x_{\max},$$

где n_1 – число ученых, написавших минимальное число статей (одну статью),

x_{\max} – максимальная продуктивность ученого.

Как видно, указанное выше выражение также является гиперболическим распределением с характеристическим показателем $\alpha = 1$ (Лотка).

А. Лотка стал весьма и весьма популярен в среде математиков-педагогов и студентов, поскольку после его публикации своего закона, подобные расчеты распределения научной продуктивности многократно производились на самом различном статистическом материале: на множестве библиографий, реферативных журналах и даже на библиографической тематике, посвященной освещению проверки закона Лотки. Удивительно постоянство, с которым подтверждается этот закон даже в тщательнейших проверочных исследованиях Лондонского королевского общества, использующих не только современные информационные массивы, но и массивы XVII века.

Говоря о разнообразии сформулированных задач, ведущих к выводу гиперболических распределений, подчиняющихся закону Лотки, заметим, что в специально образовавшейся сфере исследований, именуемой науковедение, им подчиняются не только распределения ученых по числу написанных статей, но и количество статей на одну и ту же тему, распределенных по различным журналам; распределение журналов на запросам в библиотеках, число контактов между учеными и т.д. Поэтому список подобных примеров, сформулированных для вывода и поэтому широкой демонстрации гиперболического распределения рассматриваемого вида в целом можно продолжать до бесконечности; **они появляются вновь и вновь на самом различном эмпирическом материале, связанном с человеческой деятельностью и поэтому относящейся к синергетической причастности:** от результатов экзаменов по математике и умения играть в голь до числа имений (по годовому доходу от них), владельцы которых принимали участие в восстании якобитов в 1717 году. В любом случае сохраняется общая статистическая зависимость типа:

$$n(x) = A/x^{1+\alpha},$$

где A и α - постоянные, но, разумеется, с разными значениями характеристического показателя α . Этот показатель, как отмечено в [12, С. 10], является некоторой мерой неравенства в распределении того или иного параметра (например, доходов, научной продуктивности, степени соответствия тематик журналов одной и той же тематики публикуемых в них статей и т.д.). Возрастание α , вообще говоря, приводит к степени или уровню увеличения разрыва между высокопродуктивными и малопродуктивными учеными, между людьми с большими и малыми доходами и прочее, то есть в математическом плане - к увеличению вогнутости кривой (эластичности) соответствующего гиперболического распределения. Поэтому в методологии обработки данных для рассматриваемых нами вариантов примеров, демонстрирующих в процессе решения гиперболическое распределение, необходимо выделить общую особенность: во всех этих случаях задача сводится к тому, чтобы подсчитать число элементов (людей с теми или иными доходами, биологических родов, ученых с достоинствами или дефектами и т.д.), связанных (скоррелированных) с соответствующими значениями некоторого параметра (соответственно - величины дохода, числа биологических видов, числа публикаций и прочего). Тогда возникает решаемая статистически задача в определении зависимости числа элементов от величины характеризующего их параметра.

При соответствующей нормировке иногда удобнее говорить не об абсолютном числе $n(x)$ таких элементов, а об их доле или долевом участии $p(x)$ во всем анализируемом массиве (или о частоте встречаемости элементов с данным значением параметра). Поэтому этот метод обычно называют частотным подходом к эмпирическому изучению гиперболических распределений.

16.1.4. Приведенный частотный метод в принципе не является единственным, поскольку введение сравнительно бо'льшей неопределенности позволяет форсировать внедрение рассматриваемого принципа, основанного на частотах выделения классифицируемого параметра или явления. Поэтому возможен и другой метод обработки эмпирических данных [12, С. 11], приводящий также к гиперболическому распределению и который характеризуется несколько иным выбором анализируемых переменных. Последнее обстоятельство следует признать более удобным и, главное, существенно значимым методическим

подходом, расширяющим сферу применения задач и примеров, статистическая обработка которых приводит к гиперболическому распределению.

Громаднейшим и существенным прорывом в таком применении статистических методов, предполагающих статистическую обработку массивов в рассматриваемом аспекте, явился метод обработки слов по любому из выделяемых своеобразным образом признаку в текстах, статьях и журналах по одной и той же тематике, городов с тем или иным населяемым контингентом и прочее. Указанный метод характеризуется привлечением функциональной зависимости, которая носит название ранговой, а сам метод её определения называется ранговым подходом к эмпирическому анализу гиперболических распределений. Внешне ранговое распределение идентично частотному, и оба они относятся к гиперболическим распределениям. «Только переменные, - указывают авторы в [12, С. 12], - взаимосвязь между которыми они описывают, вообще говоря, различны. Для частотного подхода это взаимосвязь между частотой (числом различных элементов с данным параметром) и параметром, выступающим в виде аргумента. Для рангового подхода – взаимосвязь между параметром (функцией от ранга) и рангом элемента с данным параметром (аргументом в данном случае)».

Для уточнения я понимания сущности рангового подхода, рассмотрим эмпирическую базу, на которой возник ранговый подход. Одним их традиционных примеров, который поясняет эмпирический анализ гиперболических распределений ранговым методом является статистическое исследование литературных текстов. «В качестве классического примера такого подхода не только в применении и к языку, но и к другим формам и **результатам человеческой деятельности**, - указывают авторы в [12, С. 12], - следует указать на работы американского ученого Дж. Ципфа, первые результаты которого в этом направлении были получены ещё в тридцатые годы. На основе статистического анализа огромного эмпирического материала Ципф попытался показать, что **многие формы человеческого поведения подчиняются достаточно простому принципу, названному им «принципом наименьшего усилия»**. Разумеется, этот принцип ... не является столь универсальным, как утверждает сам автор; но многие эмпирические данные из самых разных областей человеческой деятельности, приводимые Ципфом, достаточно убедительно

свидетельствуют в пользу широкой распространенности ранговой закономерности ... **для распределения результатов этой деятельности».**

И далее авторы в [12, С. 12-13] продолжают: «При статистическом исследовании языка эта закономерность получается следующим образом. Для конкретно взятого литературного текста (газета, книга и прочее) выписывается последовательность всех различных слов в порядке уменьшения частоты их встречаемости (самому частому слову приписывается ранг, равный единицы). Сопоставление частоты встречаемости каждого слова такой последовательности с его местом (номером) в этом ряду (величина ранга) r приводит, как показал Ципф, к обратно пропорциональной зависимости между частотой и рангом:

$$x = B/r, \quad B = const,$$

которая совпадает с общим выражением (5) для случая $\beta = 1$ ».

$$x(r) = \frac{B}{r^\beta}, \quad r \geq 1,$$

где r – ранг элемента; B , β – параметры распределения.

Указанное выше первое выражение обычно называется законом Ципфа, хотя первые статистические исследования такого типа в приложении к языку относятся к более раннему времени (Эсту, 1916; Кондон, 1928). Ципфу принадлежит более фундаментальный вклад в проблему распространения гиперболических распределений на многие аспекты человеческой деятельности. Заслуга его в том, что сумел подметить достаточно простой закон обратной пропорциональной зависимости между частотой и рангом, что, разумеется, совсем неочевидно. Ведь такой общей зависимости для весьма широкого круга явлений могло просто не существовать. А она была проверена Ципфом не только для слов литературного текста – от книг до отрывков из американских газет – но и для других элементов текста: фонем, слогов, даже китайских иероглифов.

Поэтому необходимо различать частоту слова, которая является в ранговом подходе одним из возможных параметров $x(r)$ и частоту как число $n(x)$ (или долю $p(x)$ элементов с одним и тем же параметром x) в частотном подходе.

Следует указать и на другой классический пример закона Ципфа из области, относящейся к распределению численности населения в городах. Оказывается, если проранжировать города в

соответствующем географическом регионе (государстве) по убыванию численности населения в них, то также наблюдается обратно пропорциональная зависимость между рангом города и его «размером» по количеству населения в нем. Множество других примеров такого рода можно найти в известной книге Ципфа [При желании более глубокого изучения].

Ещё раз следует обратить внимание, что закон Ципфа не является жесткой аналитической зависимостью, а носит статистический характер (с естественным разбросом значений β около единицы в зависимости от изучаемой области).

В то же время, широкая распространенность этого закона явилась стимулом для объяснения его автором универсальности закона Ципфа с точки зрения упомянутого выше принципа наименьшего усилия. Ципф предположил, что устойчивый, равновесный характер этого закона объясняется путем природно-возникающего образования компромисса между противоположными тенденциями во взаимоотношении между каждым отдельным индивидом и обществом в целом. Человек стремится затратить как можно меньше усилий для достижения своих целей, а целью общества является стремление по возможности в большей степени активизировать его деятельности в интересах всего общества.

В приложении к языковому общению это означает, что говорящий стремится истратить как можно меньше слов и быть понятным, а слушатели требуют как можно более разнообразного текста, чтобы облегчить себе его понимание. Равновесная структура языка (по Ципфу) и формируется в результате компромисса между этими устремлениями.

«Конечно, - указывают авторы [12, С. 14-15], - подобная «экономическая» интерпретация сложнейших социальных процессов является весьма упрощенной, в силу чего принцип наименьших усилий Ципфа в целом подвергался справедливой критике. Но эмпирически установленный гиперболический закон Ципфа, не раз подтвержденный статистическими исследованиями, успешно применяется в самых различных практических областях: от составления словарей до выделения и анализа географических регионов. ... Правда, встречающееся иногда стремление к чересчур широкому обобщению области его применения, в частности, на все без исключения аспекты человеческой деятельности, является излишним и необоснованным преувеличением его

универсальности».

16.1.5. Наряду с законом Ципфа примером того же рангового подхода является эмпирическое распределение, которое можно проследить при анализе массива научных журналов (и отражающее, по сути, те же закономерности) и которое обычно выделяется как закон Брэдфорда, или закон рассеивания научной информации. «Этот закон, - пишут авторы в [12, С. 15], - именуемый иногда, в силу его важности, основным библиометрическим законом, или основным законом информации, был открыт известным английским исследователем научной информации С.К. Брэдфордом в тридцатых годах нашего века. Стремясь найти закономерность, которой подчиняется распределение научной информации по данной тематике в различных научных журналах, Брэдфорд отобрал журналы, в которых содержались одна, две и более статей на одну тему определенную тему (в его исследовании это были прикладная геофизика и одна из областей технологии), и статистически обработал этот информационный массив. Найденная им закономерность заключалась в следующем. ... Оказалось, что последовательность множества журналов, ранжированных в порядке уменьшения числа статей по данной тематике (от наиболее продуктивного журнала с максимальным числом статей и рангом, равным единице, до наименее продуктивного журнала с одной статьей, замыкающего ряда), можно разделить на группы с приблизительно одинаковым суммарным числом статей в каждой группе. При этом соотношение пропорциональности для числа журналов в первой, второй и т.д. группах имеет вид $n_1 : n_2 : n_3 : \dots = 1 : q : q^2 : \dots$, т.е. представляет собой геометрическую прогрессию со знаменателем q (единица соответствует числу журналов в первой группе, включающей наиболее продуктивные журналы). В математическом плане закон Брэдфорда (закон рассеивания информации, как его иногда называют) в простейшей формулировке утверждает, что общее число статей по данной тематике в первых n наиболее продуктивных журналах пропорционально (с точностью до константы) логарифму от числа n этих журналов».

Можно заметить, что как качественная, так и количественная формулировка закона Брэдфорда отличается от рассмотренных выше эмпирических закономерностей, описываемых гиперболическими распределениями. В то же время, приводящая к закону Брэдфорда процедура ранжирования журналов в порядке

уменьшения их продуктивности по данной тематике аналогична приводящему к закону Ципфа ранжированию слов по убыванию частоты их встречаемости в соответствующем тексте. «Дело в том, - указывают авторы в [12, С. 16], - что закон Брэдфорда представляет собой, по сути, просто другой способ описания той же закономерности, являясь, в некотором смысле, интегральной (или кумулятивной) формой закона Ципфа. Поэтому, интегрировав закон Ципфа (4), принимая, что r является непрерывно изменяющимся параметром, можно получить закон Брэдфорда в его наиболее простейшей и поэтому обобщающей формулировке, но начиная с некоторого минимального значения числа n_0 наиболее продуктивных журналов:

$$R(n) = \int_1^n \frac{B}{r} dt = B \cdot \ln n, \quad n_0 = 1 ,$$

то есть общее число статей $R(n)$ в n первых журналах, упорядоченных по убыванию продуктивности с первого по n - ый ранг, пропорционально логарифму ранга n последнего (наименее продуктивного) журнала в этом ряду.

«В качестве объяснения закон Брэдфорда можно предположить, - указывают авторы в [12, С. 16], - что описываемое этим законом распределение журналов по числу статей на одну тематику устанавливается в результате компромисса процессов увеличения статей по определенной тематике и существующих ограничений на объем соответствующих журналов. Например, объем «ядра» в законе Брэдфорда определяется двумя обстоятельствами. С одной стороны, все авторы, пишущие на данную тему, стремятся публиковаться в наиболее престижных, в смысле этой темы, специализированных журналах, а с другой – в силу стесненных ограничений на «пропускную способность» эти журналы не могут публиковать все присылаемые статьи. Это и приводит к появлению статей по данной тематике в других журналах, иногда весьма далеких от этой тематике по своему основному профилю, и к образованию некоторой «компромиссной» структуры соответствующего журнального массива. Иными словами, взаимодействие подобных противоречивых процессов, то есть «разбавление» интегрирующего процесса концентрации противоположно направленным, дифференцирующим процессом рассеивания, приводит к некоторому устойчивому компромиссу, реализуемому в виде

иерархической структуры закона Брэдфорда».

16.1.6. Как закон Брэдфорда, так и непосредственно в узком смысле сформулированный закон Ципфа с одной стороны и законы Парето, Уиллиса, Лотки, Хольцмарка с другой отражают, вообще говоря, **два разных метода анализа** соответствующего статистического материала: частотный (распределения Парто, Уиллиса, Хольцмарка, закон Лотки) и ранговый (законы Ципфа, Брэдфорда). Являясь в принципе двумя разными аспектами («проекциями») одной и той же закономерности, характеризующей сложную системную структуру, частотный и ранговый подходы находятся (в некотором смысле) в отношении дополнительности и взаимосвязаны между собой. Эту взаимосвязь авторы в [12, С. 17] трактуют следующим образом: «Пусть имеется совокупность элементов определенного типа: массив публикаций, литературный текст, множество людей, географический регион и другое. Каждый из элементов снабжен меткой, выбираемой из некоторого множества, в качестве которого соответственно выступают: ученые как авторы статей, набор различных слов (словник), доходы, города региона и другое. Пусть $n(x)$ - число различных меток, каждая из которых встречается ровно x раз в данной совокупности элементов, то есть соответственно число ученых, написавших x статей, количество городов с населением x человек и т.д. Тогда для достаточно представительной статистически совокупности элементов имеет место эмпирическая зависимость, аналогичная рассмотренному выше частотному представлению гиперболического распределения:

$$n(x) = \frac{A}{x^\gamma} = \frac{A}{x^{1+\alpha}}; \quad \gamma = 1 + \alpha .$$

А для числа меток $r(x)$, встречающихся x раз и более и с учетом (7), получаем следующее выражение (сумму заменяем интегралом):

$$r(x) = \sum_{\xi=1}^{\infty} n(\xi) \approx \frac{A}{\alpha} \cdot \frac{1}{x^\alpha} = \frac{C}{x^\alpha}; \quad C = \frac{A}{\alpha} .$$

При условии расположения всех меток в ряд в порядке убывания их встречаемости (или уменьшения x), т.е. все проранжировано в соответствии с требованиями, то величина r , называемая рангом и определяемая выражение (8), будет определяться местом расположения номера метки в образованном нами уменьшаемом ряду меток, где порядковый номер этой метки будет характеризовать количество встречаемых случаев в x раз. А

меня в выражениях выше x и r местами, можно перейти от частотного (верхнее выражение) к аналоговому (нижнее выражение) ранговому представлению гиперболического распределения, устанавливая тем самым взаимосвязь между рассматриваемыми переходами:

$$x(r) = \frac{C^{1/\alpha}}{r^{1/\alpha}} = \frac{B}{r^\beta};$$

$$B = C^{1/\alpha}, \quad \beta = \frac{1}{\alpha}.$$

16.1.7. Различные эмпирические совокупности, непременно связанные или зависящие от синергетических проявлений, как, например, массивы публикаций, население городов, доходы, тексты, интенсивности гравитационных полей звездных систем и другие описываются различными формами гиперболического распределения (частотной или ранговой) «в зависимости от удобства и специфики этих совокупностей» [12, С. 18]. В то же время, **наличие взаимозависимости между этими формами является дополнительным свидетельством в пользу существования единой структурной закономерности, характерной для многих биологических и социально-экономических, информационных и технологических систем**, которую следует **выделить как природную закономерность или закон Ципфа – Парето** (по имени двух наиболее активных исследователей этого закона, соответственно открывших его ранговую и частотную формы).

Открытый многочисленными статистическими исследованиями и обоснованный в теоретическом плане гиперболическими распределениями эмпирический закон Ципфа – Парето подтверждается в течение весьма длительного времени представительными статистическими исследованиями, большая часть из которых сопряжена с поведением, жизнедеятельностью и мысленными устремлениями к цели или выгоде живых систем и их социумов. Этот закон обладает в целом рядом весьма значимых особенностей [12, С. 18]: резкая асимметрия **соответствующих параметров**, совместное влияние противоположных факторов в виде концентрации и рассеивания указанных параметров и другими, которые имеют принципиальное значение для понимания механизмов формирования этого закона и специфики его функционирования применительно к рассматриваемым сложным системам.

16.1.8 Теоретический анализ определения сходимости и граничных значений устойчивости закона Ципфа – Парето (в его частотной формулировке) с позиций теории распределений математической статистики.

Достаточно широкое распространение и весьма существенные достижения математической статистики, связанные с влиянием гауссовского распределения, потребовали провести теоретический анализ закона Ципфа – Парето (в его частотной формулировке) и далее получить некоторые и весьма неожиданные результаты и обобщения [12, С. 18 - 25], которые изложены ниже в следующем порядке.

1. Статистические или, точнее, статистико-вероятностные выводы о природе гиперболических распределений, полученных согласно закону Ципфа – Парето, показывают, что особенности этого закона противоречат традиционно принятым в математической статистике «гауссовским» представлениям о вероятностной природе окружающего мира и поэтому законами проявления гауссовского распределения. Традиционно в математической статистике гауссовское распределение (как предельно допустимое или допускаемое) получается и/или образуется всегда, «...когда результат зависит от суммарного воздействия многих независимых случайных величин, каждая из которых может иметь свое распределение: пуассоновское, биномиальное, гауссовское и другое» [15, С. 19]. Тогда «...подтверждается как опытом, так и центральной предельной теоремой, устанавливающей при весьма широких допущениях, сходимость вероятностных распределений к гауссовскому» [13, С. 19]. Но одним «... из основных эмпирических фактов, противоречащих гауссовскому представлению в приложении к закону Ципфа – Парето, является эффект концентрации соответствующих параметров на «слишком» малом (по сравнению с гауссовским характером случайной выборки) числе элементов статистического массива, описываемого этим законом [12, С. 19]. Этот эффект выражается, например, в том, что около 5% наиболее продуктивных журналов могут содержать до 70% всех статей по данной тематике, преобладающая часть городского населения сосредоточена в крайне небольшом числе больших городов, при общем числе 100 авторов около 10-ти высокопродуктивных пишут до половины всего массива статей и т.д.»

Если рассмотреть эффект концентрации более детально,

используя традиционный пример исследования в процессе возникновения нового научного знания, то **наличие** ученых с существенно более высокой продуктивностью, на которые приходится около или более половины всех статей, означает, что статистически «...закон Ципфа – Парето имеет «слишком» длинный «хвост», «слишком» медленную сходимость по сравнению с гауссовскими свойствами распределений. В динамике научной деятельности этот эффект проявляется как процесс накопления преобладающего числа статей на сравнительно небольшом множестве высокопродуктивных ученых, которые несут основную «информационную» нагрузку. Это же явление наблюдается и в других примерах, связанных с исследованием науки, в частности в связи с концентрацией научных кадров в крупных научных центрах. Но явление концентрации является только одной из сторон «негауссовского» закона Ципфа – Парето. Другой его стороной является существенно усиленная сравнительно **асимметрия** полученного распределения. Действительно, если в рассматриваемом примере, демонстрирующем развитие научного знания, предположить, что различие в продуктивности ученых определяется множеством по выражению математиков-статистиков «равномерно проявляемых и бесконечно малых случайных факторов» [12, С. 20], характерных для природного проявления нормального («гауссова») закона распределения, «...то основное число ученых должно концентрироваться по гауссову закону распределения около средней продуктивности, с некоторым разбросом по краям (т.е. сравнительно малым числом, редкими выбросами как малопродуктивных, так и высокопродуктивных ученых). В действительности соответствующая кривая научной продуктивности (закон Лотки ...) непохожа на гауссовы кривые. Она, с одной стороны, имеет пик в области малопродуктивных ученых, написавших одну – две статьи и представляющие собой более половины авторов, а с другой – кривая сходится медленно и обладает длинным «хвостом» в направлении высокопродуктивных ученых с продуктивностью в 30 статей и выше, дающих около половины всей научной продукции. ... Итак, основное число ученых малопродуктивно, а основной массив статей принадлежит сравнительно малому числу высокопродуктивных ученых. Весь этот комплекс «негауссовых» особенностей закона Ципфа – Парето, сводящийся у росту «размера» в хвосте и «числа» в начале распределения (концентрация статей у высокопродуктивных ученых,

рассеивание статей по большому числу малопродуктивных ученых, асимметрия распределения), удобно объединить под одним названием: явление концентрации и рассеивания. Напомним, что упоминавшийся выше закон Брэдфорда для рангового распределения журнальной продукции по данной тематике также отразил это явление наличием небольшого «ядра» высокопродуктивных журналов, концентрирующих статьи по данной тематике, и рассеиванием остальных статей по большому числу малопродуктивных (в смысле данной тематики) журналов. Отметим также, что это **явление концентрации и рассеивания** имеет место и в других явлениях, описываемых законом Ципфа – Парето: рост населения в больших городах и рост малонаселенных городов, концентрация основного текста в малом числе слов и резкое возрастание числа слов при расширении этого содержания (рассеивание информации), рост «размеров» больших фирм и увеличение числа малых фирм, концентрация капитала (в экономике капиталистических стран) и т.д.» [12, С. 20-21]. Такова качественная характеристика негауссовских особенностей закона Ципфа – Парето.

2. Переходя далее к математическим выводам, касающихся, прежде всего, устойчивости проявлений полученных гиперболических распределений, то авторы в [12, С. 21] усматривают то обстоятельство, что «... негауссов характер этого закона вытекает из **обращения в бесконечность моментов распределения Ципфа – Парето**, за исключением, может быть, конечного их числа. Это тоже связано со «слишком» медленной сходимостью закона Ципфа – Парето: порядок сходимости определяется как $1/x^k$, что компенсируется порядком величины моментов x^k (в отличие, кстати, «гауссовых» законов, где более быстрая, «экспоненциальная» сходимость обеспечивает конечность моментов любого порядка). ... Вот почему можно показать, что в законе Ципфа - Парето существуют моменты только порядка $k < \alpha$, где α – характеристический показатель. Экспериментальные данные показывают, что в большинстве практических приложений закона Ципфа – Парето

$$\alpha < 2,$$

Поскольку статистическая обработка многочисленных массивов данных выявила граничные (а точнее, пороговые) значения характеристических показателей в окрестностях числовых значений:

2; 1,5; 1,0; 0,5. Если же оценивать характеристический показатель $\alpha = 2$ при распределении Коши, то представленный числовой ряд значений, характеризующих гиперболические распределения, по определению приводит к бесконечной дисперсии. **Поэтому сходимость закона Ципфа – Парето к закону Гаусса не имеет место, ибо условием сходимости к нему по центральной предельной теореме является конечность второго момента.** Таким образом, «...негауссовский характер закона Ципфа - Парето, выражающийся качественно в явлениях концентрации и рассеивания (одновременно – А.А.), а математически - в бесконечной дисперсии, заставляет отказаться от гауссовского представления по отношению к закону Ципфа – Парето и считать, что в его основе лежат принципы иные, «негауссовские» закономерности» [12, С. 21].

2. Если обратиться к истории развития современной теории вероятностей [12, С. 21], то наличие закона Ципфа – Парето и ему подобных, предполагает архитектурное построение теории вероятностей в теоретическом направлении с позиций квантово-механических принципов мозговой деятельности Человека, что принципиально совпадает с различными вариациями интеллектуальной и информационной деятельностью Человека в составе своего социума, то есть с устремлениями к своеобразной выгоде. Такой подход близок и авторам монографии В.М. Петрову и А.И. Яблонскому [12, С. 21-22], которые указывают: «Пока эта теория, известная под названием теории устойчивых распределений, сравнительно мало применяется в приложениях из-за сложности аппарата и «патологичности» бесконечных моментов; но последние, как мы видели, встречаются не так уж редко в законе Ципфа – Парето. Рассмотрим поэтому связь этой теории с гиперболическими распределениями. Построенная такими крупными учеными, как французский математик Поль Леви, советские математики А.Я. Хинчин, А.Н. Колмогоров и другие, общая теория предельных (устойчивых) распределений сравнительно мало известна специалистам - прикладникам в силу её сложности (связанной с аппаратом характеристических функций) и, как обычно считалось, её чисто математическим характером». Поэтому необходимо привести основные положения этой теории, значимость понимания благодаря которой «негауссовости» закона Ципфа – Парето становится актуальной и непреходящей.

3. Основным параметром устойчивых распределений является,

как было показано в п.п. 1, 2, характеристический показатель $0 < \alpha \leq 2$, определяющий быстроту сходимости. При $\alpha = 2$ в качестве предельного выступает нормальное распределение (дисперсия конечна), а при $\alpha < 2$ в качестве предельных выступают устойчивые распределения негауссовского типа (дисперсия бесконечна). Возникшие соотношения с выделением граничного условия объяснимы, поскольку в основе предельных теорем теории вероятностей лежит схема суммирования случайных величин, число которых стремится к бесконечности. При соответствующей нормировке распределение суммы этих величин должно сходиться к предельному распределению. Обобщение понятия нормального распределения (как предельного для суммы случайных величин с конечной дисперсией) приводит к более общему понятию устойчивого распределения, которое включает и случайные величины с бесконечной дисперсией.

При таком подходе (с привлечением к анализу и устойчивости распределений) существенно подчеркнуть, что сходимость нормированной суммы случайных величин к устойчивым распределениям, отличным от гауссова, имеет место тогда и только тогда, если функция распределения этих величин $F(x)$ при $x \rightarrow \infty$ удовлетворяет следующим условиям:

$$F(-x) \approx \frac{C_1}{|x|^\alpha}; \quad 1 - F(x) \approx \frac{C_2}{x^\alpha}; \quad C_1 \geq 0; \quad C_2 \geq 0; \quad C_1 + C_2 > 0.$$

Непосредственно сам закон Ципфа – Парето совпадает по форме с асимптотикой этих распределений, принадлежащих области «притяжения» устойчивых негауссовских распределений. Сам закон Ципфа – Парето совпадает по форме с асимптотикой этих распределений, принадлежащих «области притяжения» устойчивых негауссовских распределений. Поэтому закон Ципфа – Парето является не одним из многих эмпирических распределений, произвольно подогнанных с тем или иным успехом под результаты измерений, а теоретическим законом, имеющим надежную математическую базу в виде теории устойчивых негауссовских распределений.

4. Первые работы по связи закона Ципфа – Парето с устойчивыми негауссовскими распределениями принадлежат американскому математику французского происхождения Бенуа Мандельброту, известному специалисту по анализу закона Ципфа – Парето и создателю современной теории фракталов. Именно

выявление закономерной взаимообусловленности выражений для устойчивых распределений применительно к закону Ципфа – Парето и соответствующих выражений для асимптотических их приближений в этих распределениях позволяют исследовать закономерности полученных гиперболических распределений с позиций аппарата устойчивых негауссовских распределений. При этом необходимо преодолеть трудность, состоящую в том, что негауссовские распределения «...выражаются, как правило, в неявном виде, а лишь через характеристические функции» [12, С. 23]. В явном виде известны только три устойчивых распределения: (1) распределение Гаусса при $\alpha = 2$ и два негауссовских распределения - распределение Коши при $\alpha = 1$ и распределение, соответствующее $\alpha = 0,5$ и являющееся асимметричным в отличие от двух первых. Именно последнее распределение можно представить в виде:

$$P(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot x^{-3/2} \cdot e^{(-1/2)x} .$$

Это распределение описывает многие модели ветвящихся процессов: разорение игрока, момент первого пересечения в броуновском процессе, химические превращения и другие. Его асимптотика при $x \rightarrow \infty$ выражается формулой:

$$p(x) \approx \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot \frac{1}{x^{3/2}} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot \frac{1}{x^{1+\alpha}} ,$$

откуда $\alpha = 0,5$. Поэтому упомянутое выше эмпирическое распределение Уиллиса (разновидность частотной формы закона Ципфа – Парето с $\alpha = 0,5$), описывающее распределение биологических родов по количеству видов, действительно представляет собой асимптотику теоретически полученного устойчивого негауссова распределения (11) и поэтому обладает одинаковым с последним характеристическим показателем $\alpha = 0,5$.

Второе устойчивое негауссовское распределение – это распределение Коши в простейшем случае и выражается формулой:

$$P(x) = \frac{1}{\pi} \cdot \frac{1}{1+x^2} .$$

Его аксиоматика при $x \rightarrow \infty$ имеет вид:

$$p(x) \approx \frac{1}{\pi} \cdot \frac{1}{x^2}$$

Отсюда следует, что асимптотической форме этого теоретического

распределения соответствует эмпирический закон Лотки (2) (разновидность частотной формы закона Ципфа – Парето с $\alpha = 1$) для распределения научной одинаковой с распределением Коппи (12) характеристический показатель $\alpha = 1$. Следует отметить, что такая ранговая разновидность закона Ципфа – Парето, как закон Ципфа (отдельно), обладает в среднем таким же показателем степени, что, очевидно, свидетельствует о широкой распространенности именно этого значения α . Эта распространенность усиливается расширением данного вида «негауссовского» распределения, поскольку к синергетическим самоорганизующимся живым системам органической и биологической присоединяются многочисленные природные неживые системы устойчивого характера с гиперболическим квадратичным содержанием вида (12), когда функционально-зависимые параметры характеризуют зависимость функционального параметра от аргумента площади (в виде x^2).

5. Рассмотренные параллели и сравнения между ними в виде эмпирических примеров закона Ципфа – Парето (в его частотной формулировке) и аксиоматикой устойчивых негауссовых распределений являются эмпирическим подтверждением существующей глубокой взаимосвязи между закономерностями функционирования, например, социально-экономических систем (которые остаются, как правило, законом Ципфа – Парето с показателем $\alpha < 2$) и теорией устойчивых негауссовых распределений. Поэтому, рассматривая устойчивые распределения в целом как обобщение предельных свойств нормального закона, можно предположить, что закон Ципфа – Парето, совпадающий по форме с асимптотикой, определяющей сходимость к устойчивым негауссовским распределениям, играет в соответствующих областях (связанных, как правило, со сложными информационными и социально-экономическими системами) практически ту же универсальную роль, что и закон Гаусса в стохастических задачах с конечной дисперсией (связанных обычно с естественнонаучными процессами неорганической природы). Это доказывает и удивительная распространенность закона Ципфа – Парето, как уже отмечалось, в самых различных областях, особенно связанных с человеческим поведением.

6. Прикладная важность закона Ципфа – Парето и интересные, «негауссовские» особенности, связанные с ним, дают

основание для интенсивных исследований взаимосвязи между законом Ципфа – Парето и устойчивыми негауссовскими распределениями (своеобразным эмпирическим отражением которых он является).

16.1.9. Резюме как продолжение дальнейшего синтеза идей, достигнутых учёными XX-го века и разъясняющих природное единство совместных воздействий квантово-механических процессов с гравитационными (применительно к животному миру Земли).

Приведенные в статье доказательства указывают на принципиально равнозначную значимость от влияния космических квантово-механических процессов на все происходящие на Земле изменения (как положительно эволюционные, так и явно отрицательно-аномальные в виде природных катаклизмов или техногенеза от человеческой деятельности), которые непременно должны быть более изученными и поэтому более существенно прогнозируемыми.

Что касается современных методов применения совершеннейших измерительных систем ЭПР на психологические воздействия, относящиеся к человеческим устремлениям предупреждений об явной угрожающей опасности, то есть негатива от сиюминутной «выгоде» (в продемонстрированном примере эти устремления демонстрируют катастрофическое предупреждение о наличии у больного существенно-постоянной дозы наркотических соединений, действующих психологически как положительно отрезвляющий фактор), то авторы монографии останавливаются в выводах только на одном примере, приведенном в сравнительно фундаментальной и, к сожалению, зарубежной монографии [13] : «Метки в течение многих лет применялись при исследовании биологических систем. Природа меток весьма разнообразна: от радиоактивных изотопов до флюоресцирующих или окрашенных молекул. Обычно метки стараются поместить вблизи или непосредственно в активном центре белка. В экспериментах по ЭПР используют свободнорадикальные заместители (спин-метки). Преимущества их таковы: 1) эти метки чувствительны к локальному окружению, 2) с их помощью можно исследовать очень быстрое молекулярное движение, 3) диамагнитное окружение не создает помех при регистрации спектров ЭПР и 4) в настоящее время в продаже имеется большой выбор соединений, которые можно

использовать в этом качестве.

Со времени первых экспериментов по спин-меткам в 1965 г. эта область ... усиленно развивалась. Характер спектра ЭПР спин-метки определяется двумя факторами: 1) относительной легкостью, с которой спин-меченый конец молекулы может вращаться или изменять свою ориентацию, и 2) степенью гидрофобности или гидрофильности окружения. ... Исходя из параметров спектра ЭПР, можно грубо оценить скорость вращения. ...

Снижение скорости вращения отражается в спектре ЭПР. Нанограммовые количества опиума (или продуктов его обмена) в капле мочи смещают равновесие между свободной и связанной спин-метками в такой мере, что это смещение уже можно обнаружить методом ЭПР». Такой наглядно-демонстрационный урок действует на начинающего принимать наркотики весьма и весьма впечатляющим шоком, усиливая негативное устремление не создавать для себя весьма негативные проблемы.

16.1.10. Предпринятое изучение механизмов передачи сигналов управления и корректирования работы органов и систем человека и их взаимной синхронизации указывает, что практически в любом нормально функционирующем организме имеет место две синаптические передачи сигналов от коры головного мозга, осуществляющих и обеспечивающих полную и успешную реализацию жизнедеятельности.

1) Передача информации от одного нейрона к другому в организме любого животного, а также от нейрона к эффекторной клетке, например, мышечному волокну, происходит в специализированном месте контакта, которое называется **синапсом**. В работе рассматриваются наиболее распространённые и предельно простые принципы **прямой синоптической передачи**.

2) **Принципиально два предлагаемых природными явлениями передача сигналов между нервными клетками и их мишенями - посредством химической и отдельно электрической синоптической передачи.**

Сущность электрической синоптической передачи опосредуется квантовым путём электронами прямого протекания тока между клетками. Сущность химических синоптических передач осуществляется традиционным ионным путём с применением нейромедиатора, освобождающегося из пресинаптического нервного окончания, что активирует рецепторы на постсинаптической

мембране, а время, необходимое для освобождения медиатора, задает минимальную синаптическую задержку (около 1 мс). Если электрическая синаптическая передача осуществима квантовыми объектами в виде электронов, то химическая передача в животных и растительных организмах осуществляется ионным, то есть традиционным (химическим) путём. Учитывая, что размеры ионов несоизмеримо больше размера электрона, скорость передачи сигналов химическим путём несоизмеримо меньше скорости передачи сигналов по нейронным путям квантово-механическим методом.

3) Прямые, также называемые «быстрые», синапсы могут быть электрическими, в которых передача основана на прохождении тока от пресинаптической клетки к постсинаптической. Однако, *более распространенными* являются **прямые химические синапсы**, в которых *окончания аксона* освобождают **нейромедиатор**, который связывается с *рецепторами на клетках - мишенях*, являющимися **одновременно ионными каналами**.

4) В **электрических синапсах**, отличающихся **ставнительно большой скоростью передачи сигналов по нейронным сетям**, ток протекает напрямую от одной клетки к другой через **коннексоны** - *межклеточные каналы*, которые *кластеризуются* с образованием целевых контактов (gap junctions). В **химических синапсах** **деполяризация пресинаптического нервного окончания** вызывает освобождение медиатора, который взаимодействует с *рецепторами на постсинаптическом нейроне*, вызывая возбуждение или торможение.

5) Смешанные синапсы часто встречаются у позвоночных, например, на интернейронах спинного мозга и мотонейронах в спинном мозге лягушки. Постсинаптические клетки могут получать отдельные электрические и химические синаптические входы из различных источников.

6) Одним из характерных свойств электрических синапсов является отсутствие синаптической задержки. В химических синапсах около 1 мс. разделяет момент прихода импульса в нервное окончание и появление электрического потенциала в постсинаптической клетке. Эта задержка обусловлена тем временем, которое необходимо для освобождения медиатора нервным окончанием. В электрическом синапсе такой задержки не существует, и ток немедленно проводится от одной клетки к другой.

Смешанные синапсы с электрической и химической передачей являются удобной моделью для сравнения этих двух механизмов синаптической передачи. Стимуляция входящего в ганглий нерва вызывает потенциал действия в постсинаптической клетке с очень короткой задержкой. Если постсинаптический нейрон слегка гиперполяризовать, то потенциал действия возникает позднее, выявляя раннюю кратковременную деполяризацию, которая не достигает порога потенциала действия, поскольку клетка гиперполяризована. Ещё бо́льшая гиперполяризация полностью блокирует потенциал действия, выявляя химический синаптический потенциал. Таким образом, в этой клетке в нормальных условиях инициация постсинаптического потенциала от действия химической передачи предусиливается электрической связью. В этом примере потенциал электрической связи предшествует химическому потенциалу с интервалом около 2 мс., что позволяет напрямую оценить синаптическую задержку. Дополнительные эксперименты на этих клетках выявили, что электрическая связь является двухсторонней, то есть эти синапсы не являются выпрямляющими.

7) Электрическая передача обладает рядом преимуществ. Одно из них то, что электрические синапсы обладают большей надежностью, чем химические синапсы: они не подвержены синаптической депрессии и не блокируются нейротоксинами. Второе преимущество - в бо́льшей скорости электрической передачи. Скорость является существенным фактором в быстрых рефlekсах избегания, в которых экономия миллисекунды может стать принципиальной для выживания при нападении хищника. Другими функциями электрических синапсов являются синхронизация электрической активности в группах нейронов и межклеточная передача таких молекул, как АТФ, цАМФ и ионов кальция. Было показано, что химическое соединение - **дофамин** может модулировать активность целевых контактов между клетками в сетчатке. Таким образом, целевые контакты являются не просто пассивными контактами, но могут также быть динамическим компонентом нейрональных сетей.

Из перечисленных свойств непременно вытекают два принципиальных обстоятельства: (1) абсолютная совместимость кванованно-волновых процессов с химическими (ионными), поскольку оба процесса фактически имеют единую электронную атомно-молекулярную структуру, в большей части разьединенную

рамками принадлежности либо к физике, либо к химии. Но поскольку в организмах животного и растительного мира Земли обе передачи нейронного характера обладают способностью и возможностями слияния для целевых и совместных действий, то квантовая дискретность результативного проявления должна сказываться и в проявлении единых свойств жизнесуществования и жизневыживания любого живого организма Земли.

Исходя из такого своеобразного вывода, мы обязаны, а возможно, вынуждены обратить внимание на открытые в XX-ом веке характеристики закона Маслоу, привлекая в понимание его психологической сущности имеющие место квантово-механические управляющие от ЦНС проявления.

17. Иерархия потребностей по Маслоу

Исследования американского психолога Абрахама Маслоу (A.Maslow, 1908-1970) являются основой изучения поведения человека в процессе его производственной деятельности и используются в управлении его мотивацией, управлении конфликтами и другими областями современного менеджмента.

Согласно Маслоу (Hierarchy of Needs), «человеческие потребности располагаются в виде иерархии. Иными словами, **появлению одной потребности обычно предшествует удовлетворение другой, более насущной.**

Маслоу определяет *пять* наборов целей-потребностей, которые он именует базовыми потребностями. К ним он относит: (1) физиологические нужды, (2) потребность в безопасности, (3) потребность в любви и продлении рода (вида), (4) потребность в удовлетворении чувства собственного достоинства или статуса в своем клане, семье, социуме, и, наконец, (5) потребность в самоактуализации. Иерархическая природа этих потребностей или целей означает, что «доминантная цель монополизирует сознание и определенным образом, стимулирует и организует различные способности организма, потребные для ее достижения. Менее насущные потребности минимизируются, или даже забываются, или отрицаются» [Maslow, 1943, pp. 394–395] (эта точка зрения вызывает наибольшую критику).

17.1.1. Потребности в порядке их очередности (принятой А. Маслоу принцип как основание к более логичному восприятию теории; в целом, А. Маслоу допускал варианты интерпретации потребностей):

(1) физиологические потребности (голод, жажда, кров, тепло, сон и т.п.);

(2) потребности безопасности (безопасность семьи, здоровье, трудоустройство, стабильность);

(3) потребности принадлежности и любви (дружба, семья, принадлежность группе, общение);

(4) потребности в уважении, признании (самооценка, отношение окружающих);

(5) потребности самоактуализации, или потребности личного совершенствования (самовыражение, персональное развитие).

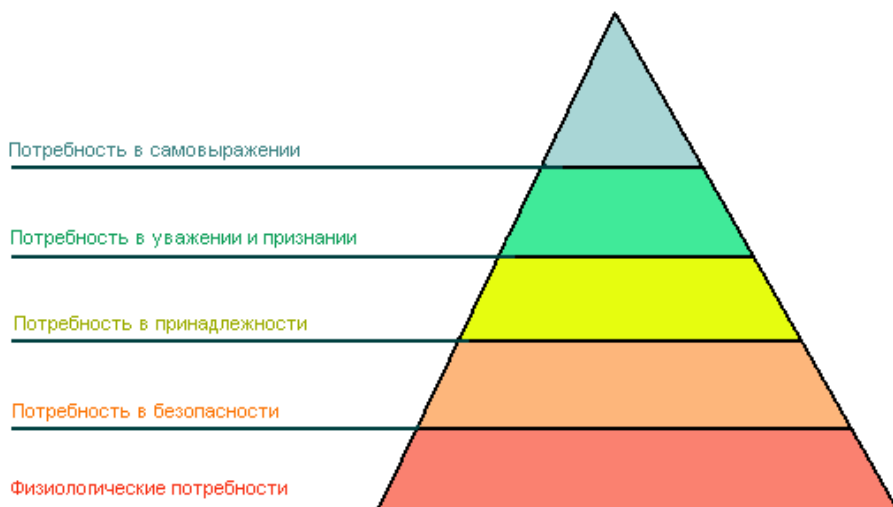


Рис. М1. Дифференциация потребностей человека по мере их удовлетворения организмом

Основанием иерархии потребностей Маслоу считает физиологические потребности и, прежде всего, потребность в пище. Вот что пишет А. Маслоу по этому поводу: «Вне всяких сомнений, физиологические потребности являются самыми насущными из всех нужд. Прежде всего, это означает, что для человеческого существа, не имеющего вообще ничего, основой мотивации будут именно физиологические нужды, а не что-то иное. Человек, лишенный пищи, безопасности, любви и уважения, естественным образом, прежде всего, будет стремиться к получению

пищи. Тяга к писанию стихов, желание приобрести автомобиль, интерес к истории, желание купить новые туфли в экстренных случаях совершенно забываются или становятся второстепенными. Для человека, испытывающего сильное чувство голода, не существует иного интереса, кроме пищи. Он мечтает и думает о ней, он вспоминает ее и стремится к ее обретению... Свобода, холод или жара, любовь, чувство общности, уважительное отношение, — все они отменяются как мишура, ибо ими нельзя наполнить желудок. Воистину такой человек живет **только хлебом единым**. ... Когда нет хлеба, человек действительно живет хлебом единым. Но что происходит с человеческими желаниями в том случае, когда он **не испытывает недостатка** в хлебе? Тут же возникают другие (более «возвышенные») потребности, которые замещают собой физиологические нужды и становятся доминирующими. Когда и они находят удовлетворение, возникают новые (и вновь «более возвышенные») потребности, и так далее. Вот что мы имеем в виду, когда говорим о том, что *основные человеческие нужды образуют иерархию относительного доминирования*... Доминантными для организма и его поведения являются только неудовлетворенные нужды. Если голод утолен, чувство голода теряет свое значение в системе факторов активности личности.» [Maslow, 1943, p. 373-375].

Если физиологические нужды будут удовлетворены, то, по мысли Маслоу, возникнут новые потребности, в данном случае, потребности безопасности. Он полагает, что «все, сказанное о физиологических нуждах, может быть — пусть и в несколько меньшей степени — отнесено и к желаниям такого рода. Организм может быть охвачен только ими. Они могут выступать в качестве едва ли не единственных определяющих поведение начал, подчиняющих себе все способности организма, что позволяет нам в данном случае представить организм как механизм, стремящийся к обретению безопасности» [Maslow, 1943, p. 376]. Маслоу иллюстрирует свою мысль о потребности в безопасности, рассматривая желание защищенности у ребенка и поведение взрослых невротиков или почти невротиков, которые во многих случаях ведут себя так же, как и ребенок, не ощущающий себя в безопасности. Так же, как и в случае физиологических нужд, он полагает, что «потребности здорового, нормального, удачливого взрослого человека в безопасности в рамках нашей культуры находят достаточное удовлетворение... вследствие чего подобные потребности не играют активной мотивационной роли. Подобно

тому, как сытый человек не чувствует голода, человек, находящийся в безопасности, не испытывает в этом смысле особого беспокойства» [Maslow, 1943, pp. 378–379].

Если и физиологические нужды, и потребность в безопасности удовлетворяются в достаточной мере, то, по Маслоу, возникает потребность в любви, привязанности и в ощущении собственной принадлежности к некоей общности людей, и весь цикл, описанный применительно к физиологическим потребностям и потребности в безопасности, повторяется. Так, «... человек начинает особенно остро чувствовать отсутствие друзей, возлюбленной, жены или детей. Он жаждет чувственных отношений с другими людьми, он пытается занять определенное место в некой группе и активно стремится к достижению этой цели. Он хочет этого более всего на свете и обычно совершенно забывает о том, что в ту пору, когда он был голоден, любовь вызывала у него усмешку» [Maslow, 1943, pp. 380–381]. В отличие от потребности в безопасности и физиологических потребностей, потребность в любви, привязанности и принадлежности к определенной группе людей удовлетворить в современном обществе гораздо труднее. Как указывает Маслоу, «невозможность удовлетворения этих потребностей обычно является причиной всевозможных расстройств и более серьезных психических патологий» [Maslow, 1943, p. 381].

И вновь при достаточном удовлетворении этих потребностей возникают нужды иного рода. Маслоу пишет: «Все люди в нашем обществе (за исключением патологических случаев) имеют потребность в стабильной, основательной (и обычно высокой) самооценке, в самоуважении или в чувстве собственного достоинства, которое должно подкрепляться уважительным отношением со стороны других людей. Под основательностью самоуважения мы понимаем чувство, которое вызывают некие реальные достижения и соответственное уважительное отношение окружающих... Удовлетворение потребности в самоуважении приводит к появлению чувства уверенности в себе, достоинства, ощущения собственной силы, дееспособности, полезности и необходимости в этом мире. Невозможность же удовлетворения этих потребностей имеет следствием появление чувства собственной неполноценности, слабости и беспомощности» [Maslow, 1943, pp. 382–383].

Последней и высшей стадией в иерархии потребностей Маслоу считал **самореализацию или самоактуализацию**. Если физиологические нужды и потребности в безопасности, любви и уважении будут удовлетворены в достаточной степени, «мы вправе ожидать, что у человека возникнет (это происходит не всегда) новая потребность, если только он уже не делает того, к чему, как ему кажется, он призван. Музыкант должен творить музыку, художник — писать картины, поэт — писать стихи, в противном случае они не будут чувствовать себя счастливыми людьми. Человек должен стать тем, кем он может стать. Эту потребность мы называем самоактуализацией..., она состоит в желании все более и более становиться тем, кто вы есть, становиться всем тем, что определяется вашей способностью к становлению» [Maslow, 1943, p. 382]. Маслоу с готовностью соглашается с тем, что эта потребность может сильно меняться от человека к человеку. Он вновь подчеркивает, что **предпосылкой возникновения потребности в самоактуализации является удовлетворение потребностей физиологических, в безопасности, любви и уважении**. Он пишет: «Людей, удовлетворивших указанные потребности [первых четырех уровней], мы вправе назвать, «в основном, удовлетворенными людьми»; и отсюда следует, что мы можем ожидать от них наиболее полного (и здорового) творчества. Поскольку «в основном удовлетворенные люди» в нашем обществе являются исключением, мы плохо знакомы — и экспериментально, и клинически — с явлением самоактуализации. Его исследование — дело будущего» [Maslow, 1943, p. 385].

17.1.2. Зачем закон Маслоу необходим экономическому знанию и принцип проявления этим законом свойств взаимодействия потребностей

Маслоу не настаивал на том, что его теория является безусловно правильной. Он готов был, например, согласиться с тем, что иерархия потребностей может зависеть от условий, в которых находится личность. В некоторых случаях потребность в удовлетворении нужд достаточно высокого порядка может совершенно отпадать. Как пишет Маслоу, «у некоторых людей уровень духовных потребностей может постепенно снижаться или исчезать. Иными словами, менее предпочтительные цели могут быть просто утеряны... Индивида, привыкшего к существованию в очень скромных

условиях, может удовлетворять в течение всей его жизни и получение достаточного количества пищи» (Maslow, 1943, p. 386). Помимо прочего, некоторая вариация характера и уровня нужда может являться следствием культурных особенностей различных сообществ. Так, «мотивационное содержание индивидуального сознания в рамках любой конкретной культуры, как правило, резко отличается от аналогичного содержания сознания индивидов, представляющих другую культуру» [Maslow, 1943, p. 389]. Тем не менее, несмотря на все сказанное, Маслоу сохранял убежденность в том, что идея иерархии потребностей позволяет лучше понять мотивацию человека.

17.1.3. Маслоу для вывода открытых им природных закономерностей избрал принцип **предверия в понимании мистических особенностей психологии бытия Человека, то есть** по методологии Маслоу наиболее достоверное в природе выявление психических особенностей природного характера должно использовать более надёжный метод **изучения патологии психических болезней в детском возрасте: как «наимверное» устремление к природной приспособляемости.**

Этот принцип Маслоу получил в дальнейшем определение **«гуманистической психологии»**. Со времени появления первого издания цитируемой книги А. Маслоу [Maslow, 1943] с аналогичным по содержанию названием в мире психологии произошло немало событий: теперь *гуманистическая психология* – именно так ее чаще всего называют – безоговорочно признана как имеющая право на существование альтернатива объективистской, бихевиористской (в духе механицизма) психологии и ортодоксальному фрейдизму. Уже существует изрядная литература по психологии данного направления. Более того, эта психология уже находит *применение*, особенно в области образования, промышленности, религии, организационно-управленческой деятельности, терапии и самосовершенствования. А. Маслоу указывает: «Я должен признаться, что не могу не думать об этой новой тенденции в психологии как о революции в самом истинном, изначальном смысле этого слова, в каком можно назвать революциями свершения Галилея, Дарвина, Эйнштейна, Фрейда и Маркса, которые формировали новый образ мышления и восприятия, создавали новое видение человека и общества, разрабатывали новые нравственные концепции, указывали новые

направления движения вперед. ... В настоящее время эта *третья психология*, будучи одним из аспектов нового мировоззрения, новой философии жизни, новой концепции человека, открывает непечатый край работы на столетие вперед (если, конечно, мы сумеем справиться с угрозой всеобщей катастрофы). Любому человеку доброй воли, любому, кто ценит жизнь, здесь найдется работа – полезная, достойная, приносящая удовлетворение работа, которая может придать глубочайший смысл его жизни и жизни окружающих его людей. ... Эта психология отнюдь не является чисто описательной или академической; она предполагает действие и влечет за собою определенные последствия. Она помогает сформировать новый образ жизни, и не только применительно к конкретной личности с ее индивидуальной *psyche*, но и для человека как существа общественного, как члена общества. Кстати, она помогает нам понять, насколько тесно, на самом деле, взаимосвязаны эти два аспекта жизни. Безусловно, лучшим "помощником" здесь является сама "здоровая личность". Нездоровая или неадекватная личность, пытаясь помочь, зачастую приносит только вред. Я должен также сказать, что считаю гуманистическую третью психологию переходной формой, готовящей нас к более "высокой", *четвертой психологии*, – трансперсональной, трансчеловеческой, скорее обращенной к миру вообще, чем к человеческим потребностям и интересам, выходящей за пределы человеческой природы и самобытности человека, его самоактуализации и т.п.»

«Я считаю, - пишет далее А. Маслоу в исследовании «На подступах к психологии бытия», - что прежде чем мы сможем создать мир добра, мы должны решить еще одну задачу – **разработать гуманистическую и трансперсональную психологию зла**, написанную на основании сострадания и любви к человеческой природе, а не отвращения к ней или же чувства безнадежности. Исправления, внесенные мною в новое издание ..., касаются, прежде всего, этих проблем. Везде, где я мог это сделать без значительного вмешательства в текст, я пояснял эту свою психологию зла – "зла свыше", а не "преисподнего". Внимательный читатель обнаружит эти, хотя и весьма сжатые дополнения. Читателям эти рассуждения о зле могут показаться парадоксальными или противоречащими ее основным идеям, но это не так, отнюдь. Разумеется, в этом мире есть добрые, сильные и отмеченные судьбой люди – святые, мудрецы, достойные лидеры, ответственные

политики и государственные деятели; люди недюжинные – победители, а не побежденные, созидатели, а не разрушители, "отцы", а не "дети". Они открыты любому, кто хочет изучать их, как изучал их я. Но правда заключается также и в том, что таких людей меньше, чем могло бы быть, и зачастую их современники недооценивают их. Поэтому следует изучать это явление, это недоверие к добру, человечности и величию человека, это незнание того, как стать добродетельным и сильным, эту неспособность использовать свой гнев в мирных целях, этот страх перед взрослением и приходящим вместе с ним уподоблением Богу, это нежелание почувствовать себя праведником, достойным любви и уважения, и возлюбить себя. И прежде всего мы должны научиться тому, как преодолевать нашу глупую склонность превращать наше сострадание к слабым в ненависть к сильным».

И далее: «Я им настоятельно рекомендую рассматривать науку – гуманитарную науку – как средство достижения этой цели, очень хорошее и необходимое средство, возможно даже лучшее из всех. В настоящее время нам просто недостает достоверных знаний для построения *единого доброго мира*. Нам не хватает знаний даже для того, чтобы научить людей любить друг друга – по крайней мере, чтобы как следует научить их этому. Я уверен, что лучшим средством является расширение пределов познания. ... Я убежден, что **психологи должны пойти в направлении примирения психологии бытия и становления с психологией неполноценности, то есть совершенного с несовершенным, идеального с реальным, психического с реальным, вечного с бренным, психологии цели с психологией средств**».

17.1.4. Маслоу и достоверный его прогноз в притивопоставлении двух взаимодействующих типов мотивации: (1) в процессе устремления к развитию и (2) применительно к преодолению дефицита

Выделяя два типа мотивации, А. Маслоу пишет [BY А.Н. Maslow (1943) A THEOLOGY OF HUMAN MOTIVATION]: «Понятие «фундаментальные потребности» можно определить через те вопросы, на которые оно отвечает, и те подходы, благодаря которым оно было открыто [*Motivation and Personality*. Harper, 1954.]. Моим самым исходным вопросом был вопрос о психопатогенезе. "Что делает людей невротиками?" Если кратко, то я ответил так (и полагаю, это был модифицированный и улучшенный вариант

аналитического ответа): мне представляется, что невроз – по самой своей сути и с самого начала – является **"болезнью обездоленных"**; его порождает неудовлетворенность, которую я связываю с определенными потребностями, в том смысле, в каком мы говорим о потребности в воде, аминокислотах и кальции, отсутствие которых приводит к заболеванию. Большинство неврозов вызвано, наряду с другими сложными детерминантами, неудовлетворенной потребностью в безопасности, в сопричастии, в любви, уважении и признании. Свои "данные" я собирал на протяжении двенадцати лет психотерапевтической и исследовательской работы и двадцати лет изучения личности. Целью одного откровенно контрольного исследования (проводимого параллельно с одним и тем же материалом) была результативность терапии "замещения". Это сложное исследование показало, что с преодолением недостаточности болезнь, как правило, исчезает.

Эти выводы, которые, кстати, сейчас разделяют многие клиницисты, терапевты и специалисты по детской психологии (чаще всего формулируя их иначе), все больше способствуют естественному, непринужденному, спонтанному выявлению потребности посредством обобщения экспериментальных данных (такой путь, что касается объективности, лучше прямолинейных, произвольных и преждевременных обобщений, предшествующих накоплению знаний [ГТТШНЕ, В.Ф. Comments on Professor Farber's paper, in: Jones, M.G. (ed.) *Nebraska Symposium on Motivation*. Univ. of Nebg., 1954, 46-50.]).

Ниже приводятся характеристики пролонгированной недостаточности. Речь идет об фундаментальной или инстинктно образной потребности, если:

- (1) *неудовлетворение ее порождает болезнь;*
- (2) *удовлетворение – предотвращает болезнь;*
- (3) *восстановление удовлетворенности излечивает от болезни;*
- (4) *в определенных (сложно обусловленных) ситуациях, предполагающих свободу выбора, человек предпочитает преодоление этой недостаточности удовлетворению всех других потребностей;*
- (5) *у здорового человека эта недостаточность функционально отсутствует или незаметна.*

Есть еще две субъективные характеристики, а именно – осознанное или бессознательное желание и чувство обделенности

как, с одной стороны, переживание утраты, а с другой – предвкушение.

И последнее, к вопросу об определении. Множество проблем, с которыми сталкивались пишущие на эту тему авторы, когда они пытались определить мотивацию и обозначить ее границы, является следствием стремления использовать исключительно бихевиористские, наблюдаемые внешне критерии. Изначальным критерием мотивации, и поныне приемлемым для всякого человеческого существа, за исключением психологов-бихевиористов, является субъективный критерий. Мотивация – это мое стремление к чему-то, или моя потребность в чем-то, или моя жажда чего-то, или мое желание чего-то, или мое ощущение нехватки чего-то. До сих пор не обнаружено никакого объективно наблюдаемого состояния, которое в достаточной мере совпадало бы с этими субъективными показателями, то есть пока не существует толкового бихевиористского определения мотивации.

Разумеется, мы должны продолжать искать объективные корреляты субъективных состояний. В тот день, когда мы откроем общезначимый внешний коррелят удовольствия, тревоги или желания, психология шагнет вперед на целое столетие. Но пока мы его не открыли, мы не должны внушать себе обратное. И не следует пренебрегать имеющимися в нашем распоряжении субъективными данными. К сожалению, нельзя попросить крысу, чтобы она рассказала нам о своих субъективных ощущениях. Но, к счастью, мы можем попросить об этом человеческое существо, и не существует никаких причин не делать этого, покуда у нас не появится более надежный источник информации.

"Дефицитом" я называю те потребности, неудовлетворение которых создает в организме, так сказать, "пустоты", которые должны быть заполнены во имя сохранения здоровья организма, и более того, должны быть заполнены извне, не самим субъектом, а другими человеческими существами. Это определение я сформулировал для того, чтобы противопоставить эти потребности совершенно другому типу мотивации.

Никому не придет в голову усомниться в том, что мы "испытываем потребность" в йоде или витамине С. Я хочу напомнить читателю, что наша "потребность" в любви стоит в том же ряду потребностей.

В последние годы все больше и больше психологов сталкиваются с необходимостью определить основания развития

или самосовершенствования, в дополнение к понятиям равновесия, гомеостаза, снятия напряжения, самозащиты и прочих форм мотивации, направленной на самосохранение. Тому есть много разных причин.

1. *Психотерапия.* Стремление к здоровью обуславливает саму возможность терапии. Это ее абсолютно *необходимое условие*. Если бы такого стремления не существовало, было бы непонятно, почему действие терапии не ограничивается созданием защиты от боли и тревоги [6, 142,50,67].

2. *Травмы мозга.* Работа Голдстайна на эту тему [55] всем хорошо известна. Он считал необходимым разработать концепцию самоактуализации, чтобы объяснить перестройку способностей личности, получившей травму мозга.

3. *Психоанализ.* Некоторые психоаналитики, в частности Фромм [50] и Хорни [67], полагали, что даже невроз нельзя понять, если не предположить, что он является уродливой формой выражения стремления к развитию, к совершенству, к осуществлению потенциальных возможностей личности.

4. *Творчество.* Для понимания творчества в целом чрезвычайно важно изучение нормально развивающихся людей и результатов их развития, причем в сопоставлении с людьми больными; особенно же требуют разработки понятий развития и спонтанности теория искусства и теория эстетического воспитания [179, 180].

5. *Детская психология.* Наблюдения за детьми все с большей и большей ясностью показывают, что здоровые дети получают *удовольствие* от своего развития и движения вперед, обретения новых навыков и способностей. Это прямо противоречит теории Фрейда, согласно которой, каждый ребенок отчаянно жаждет приспособиться и достичь состояния покоя или равновесия. На основании этой теории, ребенка как существо неактивное и консервативное следует постоянно подгонять вперед, выталкивая из предпочтительного для него уютного состояния покоя в новую пугающую ситуацию.

Хотя клиницисты утверждают, что **эта Фрейдова концепция верна в отношении переживших испуг и неуверенных в себе детей и, отчасти, в отношении всех человеческих существ, тем не менее, в отношении здоровых, счастливых, уверенных в себе детей она практически неверна. У таких детей мы ясно видим стремление к росту, взрослению, желание сбросить с себя старое состояние, как**

старую одежду. Особенно ясно мы видим у них, наряду с желанием обрести новые навыки, явное наслаждение от постоянного удовлетворения этого желания. Карл Бюлер назвал это явление *Funktionslust* [24].

Для представляющих различные группы авторов, особенно для Фромма [50], Хорни [67], Юнга [73], Ш. Бюлер [22], Ангьяла [6], Роджерса [143], Олпорта [2], Шахтеля [147], Линда [92] и, с недавнего времени, для некоторых католических психологов [9, 128], рост, индивидуация, самостоятельность, самоактуализация, саморазвитие, продуктивность, самопознание являются, в большей или меньшей степени, синонимами, обозначающими скорее смутно представляемую область, чем четко сформулированное понятие. Я придерживаюсь мнения, что в настоящее время четко обозначить эту область не представляется возможным. Это и нежелательно, поскольку определение, которое не рождается легко и естественно из хорошо известных фактов, скорее искажает реальную картину, чем помогает понять ее, ибо, если оно создается усилием воли, на априорных основаниях, то оно вполне может оказаться неточным или ошибочным. Кроме того, мы изучили процессы развития еще не настолько хорошо, чтобы быть в состоянии дать точное его определение.

Смысл этого понятия можно скорее *обозначить*, чем определить, **отчасти указав на его положительное направление, отчасти через его отрицание**, то есть указав на то, что *развитием не является*. Например, **развитие – это не то же самое, что равновесие, гомеостаз, снятие напряжения и т.д.**

Поборники концепции развития осознают ее необходимость, с одной стороны, в силу неудовлетворенности существующим положением дел (определенные вновь обнаруженные феномены, просто не могут быть объяснены известными на данный момент теориями); с другой стороны, в силу положительной потребности в теориях и концепциях, соответствующих новым системам общечеловеческих ценностей, возникающим на обломках старых.

Таким образом, Маслоу нас научил выделить два противоположных противостояния (или взаимодействия), в взаимозависимости от точки зрения устремлений: во-первых, такой подход опирается, в основном, на непосредственное изучение психически здоровых индивидов; мы занимаемся этим, не только из врожденного и личного интереса, но также с целью **подвести более надежную основу под теорию терапии, концепцию нормы и**

патологии и, стало быть, систему ценностей. Мне представляется, что истинная цель образования, семейного воспитания, психотерапии, саморазвития может быть установлена только посредством такой лобовой атаки. Конечный продукт развития позволяет нам значительно лучше понять процесс развития. В своей предыдущей книге "Мотивация и личность" [97] я уже приводил данные, полученные мною в результате такого исследования, и без особых ограничений теоретизировал о последствиях, которые может иметь для общей психологии такое (1) прямое изучение лучших, а не худших из людей, здоровых индивидов, а не больных, положительного, а не отрицательного. (Я должен предупредить читателя, что эти данные не могут считаться достоверными, пока кто-нибудь еще не повторит это исследование. В такого рода исследованиях очень велика вероятность проецирования, которое сам исследователь, конечно же, вряд ли может обнаружить.) Теперь я хотел бы обсудить некоторые различия, замеченные мною в мотивации: (1) здоровых людей и (2) "остальных", то есть различия в мотивации: (1) людей, которыми движет потребность в развитии, и (2) людей, которыми движет стремление удовлетворять фундаментальные потребности.

Если речь идет о "мотивационном статусе", то здоровые люди уже в достаточной степени удовлетворили свои фундаментальные потребности в безопасности, сопричастности, любви, уважении и самоуважении и потому могут руководствоваться, прежде всего, стремлением к самоактуализации (понимаемой как непрерывное осуществление потенциальных возможностей, способностей и талантов, как свершение своей миссии, или призвания, судьбы и т.п., как более полное познание и, стало быть, приятие своей собственной изначальной природы, как неустанное стремление к единству, интеграции, или внутренней синергии личности).

Однако это общее определение во многом уступает описательному и функциональному определению, которое я уже приводил в своей предыдущей книге [97], где здоровые люди определяются посредством их клинически наблюдаемых характеристик. Вот эти показатели:

(1) *Высшая степень восприятия реальности.*

(2) *Более развитая способность принимать себя, других и мир в целом такими, какими они есть на самом деле.*

- (3) *Повышенная спонтанность.*
- (4) *Более развитая способность сосредоточиваться на проблеме.*
- (5) *Более выраженная отстраненность и явное стремление к уединению.*
- (6) *Более выраженная самостоятельность и противостояние приобщению к какой-то одной культуре.*
- (7) *Большая свежесть восприятия и богатство эмоциональных реакций.*
- (8) *Более частые прорывы на пик переживания.*
- (9) *Более сильное отождествление себя со всем родом человеческим.*
- (10) *Изменения (клиницисты сказали бы "улучшения") в межличностных отношениях.*
- (11) *Более демократичная структура характера.*
- (12) *Высокие творческие способности.*
- (13) *Определенные изменения в системе ценностей. Причем в этой книге я указываю также ограничения предложенного определения, обусловленные неизбежными погрешностями в отборе показателей либо отсутствием данных.*

Основная сложность заключается в несколько статичном характере рассматриваемой концепции. Поскольку я наблюдал самоактуализацию, главным образом, у людей старшего возраста, то она представлялась мне высшим пределом, далекой целью, а не динамичным процессом, не активной и насыщенной жизнью: то есть Бытием, а не Становлением».

«Если же мы определим развитие как совокупность различных процессов, приводящих личность к полной самоактуализации, это будет больше соответствовать тому очевидному факту, что оно продолжается на протяжении *всей* жизни, то есть в сравнительно продолжительном периоде человеческой жизни. Именно это и опровергает концепцию "позитного" или "скачкообразного" смещения мотивации в сторону самоактуализации (согласно этой концепции сначала, одна за одной, полностью удовлетворяются все фундаментальные потребности, а потом в сознание проникает следующая потребность более высокого порядка). В таком случае, мы рассматриваем развитие не только как прогрессирующее удовлетворение фундаментальных потребностей вплоть до их "полного исчезновения", но также как специфическую форму мотивации роста над этими фундаментальными потребностями, например, развитие талантов, способностей, творческих наклонностей, врожденных возможностей. Именно благодаря этому мы можем понять и поэтому выделить с точки зрения именно гуманистической психологии, что фундаментальные потребности (с одной стороны) и

самоактуализация как таковая (с другой стороны) **противоречат друг другу ничуть не больше, чем противоречат друг другу детство и зрелость** (ведь ребёнок в детстве стремится к движению, обновлению, познанию и творчеству, а в зрелом возрасте - возмужавший субъект стремиться только к преодолению барьеров удовлетворения всех видов потребностей вплоть до самоактуализации, но уже практически лишённой динамичности. *Одно переходит в другое и является его обязательным условием.*

«Специфика *потребности*, - указывает А. Маслоу (1944), - в развитии при сравнении с сопоставлениями с фундаментальными потребностями, которые мы собираемся исследовать, были выявлены в результате клинического наблюдения качественных различий в жизни людей, испытывающих потребность в необычной самоактуализации, и "остальных" людей, воспринимающих самоактуализацию как очередную традиционно проявляемую потребность! Эти рассматриваемые ниже различия довольно точно выражены в двух (практически противоборствующих по Маслоу или следуя удовлетворениям Маслоу) понятиям: (1) "потребность в ликвидации дефицита" и (2) "потребность в развитии". Впрочем, это уже не идеально точные выражения или характеристики самоактуализированных субъектов. Например, далеко не все физиологические потребности можно отнести к первой группе. Скажем, потребность в сексе, выведении экскрементов, сне и отдыхе.

В любом случае, психологическая жизнь личности, во многих ее аспектах, проживается в одном ключе, когда личность зациклена на "ликвидации дефицита", и совершенно в другом, когда она руководствуется "метамотивацией", то есть сосредоточена на своеобразной (типа творческой и динамично-ориентированной к совершенствованию, движению) самоактуализации. Приводимые ниже различия сделают это утверждение более понятными и позволят вскрыть единый квантово-механический характер сущности присходящего.

17.1.5. Отношение к импульсу: сопротивление или подчинение

Тщательно проведенные наблюдения А. Маслоу показывают, что практически ... «все известные в истории и современные *теории мотивации* едины в том, что рассматривают потребности, наклонности и мотивирующие состояния, как тревожные,

раздражающие и, в принципе, нежелательные явления, от которых следует избавляться. *Мотивированное поведение, целенаправленность, стремление довести начатое до конца – все это, таким образом, лишь способы ликвидации этих неприятных ощущений.*

Это отношение красноречиво *выражают* такие широко используемые **определения мотивации, как удовлетворение потребностей, снятие напряжения, ослабление внутреннего импульса и преодоление состояния тревоги.**

Подобный подход вполне уместен в психологии животных и в рамках бихевиоризма, который в значительной степени основывается на результатах работы с животными. Может быть, *животные действительно испытывают потребность исключительно в ликвидации дефицита.* Так это или не так, покажет будущее, но ради объективности мы подходим к животным именно с такой точки зрения. **"Цель" обязательно должна находиться вне животного организма, чтобы мы могли измерить усилия, затраченные животным на ее достижение.**

Вполне понятно и то, почему *фрейдистская психология должна была опираться на подобный подход к мотивации, согласно* которому импульсы опасны и с ними следует бороться. В конце концов, *вся эта психология исходит из опыта общения с пациентами, людьми, которые действительно страдают от своих потребностей, попыток их удовлетворения и разочарований.* Нет ничего удивительного в том, что такие люди должны бояться своих импульсов или даже ненавидеть их, ибо они причинили этим людям немало неприятностей и ибо люди эти не смогли с этими импульсами совладать, пытаясь справиться с ними, в основном, средствами подавления.

Разумеется, *укрощение желаний и потребностей на протяжении всей истории человечества было постоянной темой философии, теологии и психологии.* Стоики, большинство гедонистов, практически все теологи, многие политологи и философы и большинство экономистов-теоретиков **единодушно утверждают, что добро, счастье или удовольствие – это, по сути, следствия исправления этого неприятного положения дел, связанного с состоянием желания, стремления, ощущения потребности.**

Если выражаться предельно кратко, то *все эти мыслители считали желание или импульс неприятностью или даже угрозой и поэтому стремились либо избавиться от него, либо избегать его, либо просто отрицать его существование.*

Иногда эта точка зрения соответствует точному описанию реальных явлений. Физиологические потребности, потребности в безопасности, в любви и уважении, в информации действительно зачастую причиняют неприятности людям, разрушая психику и создавая проблемы, особенно для тех, кому не удалось их удовлетворить, и тех, кто не может рассчитывать на их удовлетворение.

Однако, даже применительно к указанным потребностям, это не всегда справедливо: человек может радостно осознавать их наличие и получать от них удовольствие, если: (а) в прошлом ему успешно удавалось их удовлетворять и (б) если он может рассчитывать на их удовлетворение в настоящем и будущем. Например, если человеку в принципе доставляет удовольствие прием пищи, и если в настоящий момент ему доступна хорошая еда то появление аппетита является приятным, а не болезненным ощущением. ("Единственная проблема с едой состоит в том, что в результате я теряю аппетит".) Иногда то же самое верно относительно жажды, сна, секса, любви и какой-либо привычной зависимости. Однако, гораздо более мощным аргументом против теории потребностей как "неприятностей" является растущее осознание мотивации собственно развития (*самоактуализации*) и интерес к этой мотивации.

Вряд ли можно составить полный список всех специфических мотивов, относящихся к "самоактуализации", поскольку каждая личность обладает свойственными только ей талантами, способностями и потенциальными возможностями. Но некоторые характеристики остаются для всех общими. Вот одна из них: появление импульса ожидается с радостью, доставляет удовольствие и наслаждение, так что человек жаждет его повторения, а не прекращения, а если импульс и создает напряжение, то напряжение это – приятное. Творец, как правило, приветствует появление импульса к творчеству, а талантливый человек наслаждается, применяя и развивая свой талант.

В таком случае выражение типа "снятие напряжения" будет неточным, поскольку под ним понимается преодоление неприятного состояния. А речь идет о состоянии, которое никак не является неприятным.

17.1.6. Противопостояние двух понятий по Маслоу «потребности в ликвидации дефицита» и «потребности в развитии»: эффект удовлетворения потребностей развития способностей и возможностей человека в достижении благоприятной цели

Цитируя более детально А. Маслоу, получаем [Maslow, 1944]: «Отрицательное отношение к потребности почти всегда связано с концепцией, согласно которой первичной целью организма является избавление от раздражающей потребности и, тем самым, снятие напряжения, равновесие, гомеостаз, покой, избавление от боли. Стремление или потребность требует ликвидировать самое себя. Его единственной целью является точка, где оно прекращается, где от него избавляются, – "состояние не - желания" Впадая во вполне логичную крайность, мы упираемся во фрейдово "стремление к смерти". ... Ангьял, Голдстайн, Олпорт, Ш. Бюлер, Шахтель и другие подвергли убедительной критике этот, в сущности, образующий порочный круг подход. Если *вся мотивация в жизни сводится лишь к защитному снятию раздражающего напряжения и если единственным продуктом снятия напряжения является состояние пассивного ожидания новых нежелательных раздражителей, которые должны быть, в свою очередь, уничтожены, то каким образом происходят перемены, развитие, движение вперед? Почему люди становятся лучше, мудрее? Что придает остроту жизни?*

Шарлотта Бюлер [22] указывала, что *теория гомеостаза отличается от теории покоя*. В последнем случае речь идет исключительно о снятии напряжения, то есть подразумевается, что *нулевое напряжение – это наилучшее состояние*. **Гомеостаз же означает достижение не нулевого, а оптимального уровня. Иногда это означает снижение напряжения, иногда – его повышение.** Например, *кровеняное давление может быть и слишком низким, и слишком высоким*. ... И та, и другая теория отличаются явным отсутствием определения постоянного направления движения на протяжении всей жизни. В обоих случаях развитие личности, повышение умственного уровня, самоактуализация, укрепление характера и планирование жизни не принимаются и не могут приниматься в расчет. **Чтобы придать смысл происходящему на протяжении всей жизни развитию, необходим некий устойчивый вектор или тенденция к движению в определенном направлении**» [72].

И далее [Maslow, 1944]: «Такого рода теорию не стоит принимать во внимание, как неадекватное описание даже самого

стремления "ликвидировать дефицит". Здесь недостает осознания *динамического принципа*, который обуславливает связь и соотношение всех этих отдельных мотивационных эпизодов. Различные фундаментальные потребности связаны друг с другом в иерархической порядке, так что удовлетворение одной потребности и следующий за этим её уход со сцены приводят не к состоянию покоя или апатии в духе стоиков, а в осознанию другой, "высшей" потребности; желание и стремление продолжают, но на "высшем" уровне. Так что теория "стремления к покою" неадекватна даже применительно к такой мотивации, как "борьба с дефицитом". ... Как бы то ни было, когда мы изучаем людей, у которых преобладает мотивация развития личности, концепция "стремления к покою" становится совершенно бесполезной. У таких людей удовлетворение потребности усиливает, а не ослабляет мотивацию, обостряет, а не притупляет удовольствие. Их аппетиты разгораются. Такие люди поднимаются над самими собой и вместо того, чтобы хотеть все меньше и меньше, они хотят все больше и больше знаний, например. Человек, вместо того, чтобы обрести покой, становится более активным. Утоление жажды развития разжигает, а не ослабляет её. **Развитие, само по себе, является восхитительным и приносящим удовлетворение процессом.** В качестве примера можно указать на удовлетворение желания быть хорошим врачом: приобретение желанных навыков, типа игры на скрипке или резьбы по дереву; развитие умения разбираться в людях, или во вселенной, или в самом себе; применение творческого подхода в любой избранной профессии: наконец, самое главное – просто удовлетворение желания быть хорошим человеческим существом.

Верхаймер [172] давно обратил внимание на другой аспект того же самого развития, сделав на первый взгляд, парадоксальное заявление, что действительно целенаправленная деятельность занимает менее 10% его времени. Деятельность может приносить удовольствие сама по себе или иметь ценность только потому, что благодаря ей достигается желанное удовлетворение. В последнем случае она теряет свою ценность и не доставляет удовольствия, если становится неэффективной или безуспешной. В большинстве случаев она вообще не доставляет удовольствия – его доставляет лишь достижение цели. **Это очень напоминает такое отношение к жизни, когда жизнь ценится не сама по себе, а как возможность попасть в Рай. Наше обобщение основано на**

наблюдении; "осуществляющие себя" люди наслаждаются, и самой жизнью вообще, и практически всеми ее аспектами, в то время как остальные люди в большинстве своем наслаждаются лишь отдельными моментами триумфа, достижения цели или высшими пирами переживаний. ... Эта внутренняя обоснованность жизни, самодостаточность бытия отчасти объясняется изначальной радостью самого процесса развития, в той же мере, что и достижения результатов. Но таким же внутренним основанием является способность здоровых людей трансформировать деятельность (средства) в ощущение (цель), так что даже вспомогательная деятельность доставляет такое же наслаждение, как и основная [97]. Мотивация развития по своему характеру может быть очень долгосрочной – можно потратить бо'льшую часть жизни на то, чтобы стать хорошим психологом или художником. Теории "равновесия", "гомеостаза" или "покоя", все, как одна, применимы только к мимолетным эпизодам, которые никак не связаны между собой. Олпорт особенно подчеркивает этот аспект. Он указывает, что планирование и умение смотреть в будущее являются центральным свойством здоровой человеческой природы. Он признает [2], что мотив "ликвидации дефицита", действительно, толкает к снятию напряжения и восстановлению равновесия. А мотив "развития личности", напротив, поддерживает напряжение ради далекой и зачастую недостижимой цели. *Как таковой, этот мотив отличает становление человека от становления животного, и становление взрослого человека от становления ребенка.*

17.1.7. Объединение противостоящих психологически понятий по Маслоу «потребности в ликвидации дефицита» и «потребности в развитии» для оценки состояния любого индивидуума человеческого социума

Каким образом приведенные в названии параграфа два фактически противоборствующие друг другу понятия, разграничивающие человеческий социум на две группы могут создавать условия для выборочного удовлетворения индивидуальных потребностей любого или кадного отдельного субъекта общества: в противном случае мы получаем достаточно неопределённое модельно-структурное построение, не имеющее продолжения в будущем. Это становится достижимым только благодаря возникновению природной особенности для вероятностной по сути совместимости двух принципов (или

возможностей), так называемого, нейронного управления особенностями каждого индивидуума социума. Как показывает представленный выше обзор, согласно которому и быстрая передача по биологическим сетям нейронных импульсов в человеческом организме (и не только!) и ионная (молекулярная) система сравнительно медленной передачи сигналов фактически токов согласуются в функционировании человеческого организма (и не только!) путём согласования как совместимых, так и не совместимых случаях. В этом случае, Человек как существо (исследуемый объект) выступает в исследовательском плане в виде особенного объекта исследования исключительно с позиций социального плана, а точнее, социального существования! Он представляет собой индивидуально - сложный организм, который выступает и поэтому достиг в своём развитии особенности не только духовности, но и душевности, когда его творческое развитие в любом избранном направлении начинает генерировать такие самоактуализованные устремления к выгоде, точнее к духовному удовлетворению, которые трудно сравнимы с любыми другими земными устремлениями. Бесспорно, что приведенные особенности самоактуализованного устремления свойственно не каждому индивидууму социума, но развитие человечества, повышение его культуры, образования и нравственности способствуют этому.

И в этом плане, отклоняясь от различных мистических «привороотов», следует указать основную бытовую структурную причину, способствующую генетическому появления указанных выше самоактуализованных личностей в бо'льшей или ме'ньшей степени: для человеческого организма как внутренне (генетически), так и внешне (индивидуальное достижение и преодоление барьерного уровня самоактуализации; семейный образ проживания и существования с непременным переносом обучения на своих детей и подрастающего поколения; социальное существование любого индивидуума в составе социума (племени, рода, корпорации и т.д.), без наличия которого человек в одиночку существовать или выжить не в состоянии.

Именно сосуществование в рамках человеческого социума для выбора любым Человеком одной из двух возможностей удовлетворения либо **«потребности в ликвидации дефицита»**, либо **«потребности в развитии»** способствует возникновению в любом социуме двух групп (как показало историческое

развитие человечества, в ряде случаев с печальными событиями сжигания на кострах инакомыслящих!):

(1) группы с удовлетворением «потребности в ликвидации дефицита»;

(2) группы с удовлетворением «потребности в развитии».

Если теперь обратиться к представленному выше обзору с рассмотрением принципов нейронной передачи управляющих тенденций в человеческом организме, то можно убедиться в наличии и принципиальном воздействии только двух предлагаемых природными явлениями передача сигналов между нервными клетками и их мишенями - посредством химической и отдельно электрической синаптической передачи. При этом смешанные синапсы совместно и с электрической, и с химической передачей являются удобной моделью для сравнения этих двух механизмов синаптической передачи. Стимуляция входящего в ганглий нерва вызывает потенциал действия в постсинаптической клетке с очень короткой задержкой. Если постсинаптический нейрон слегка гиперполяризовать, то потенциал действия возникает позднее, выявляя раннюю кратковременную деполяризацию, которая не достигает порога потенциала действия, поскольку клетка гиперполяризована. Ещё бо́льшая гиперполяризация полностью блокирует потенциал действия, выявляя химический синаптический потенциал. Таким образом, в этой клетке в нормальных условиях инициация постсинаптического потенциала от действия химической передачи предусиливается электрической связью. В этом примере потенциал электрической связи предшествует химическому потенциалу с интервалом около 2 мс., что позволяет напрямую оценить синаптическую задержку. Дополнительные эксперименты на этих клетках выявили, что электрическая связь является двухсторонней, то есть эти синапсы не являются выпрямляющими.

Сохранение и трансформация квантово-механических свойств разнообразнейших синаптических передач сигналов позволяют применительно к взаимодействующим двум группам как в отдельности, так и при их совместном взаимодействии в едином социуме обитания привлекать и индивидов первой группы к совместному участию и посильной помощи в удовлетворении «потребностей в развитии», повышая в целом интеллект всего социума. А чтобы убедиться в эффективности результатов взаимодействия (особенно в количественных статистических

прогнозах), как показал опыт, необходимо расширить во времени статистическо-дисперсионный разброс данных, обеспечивая при этом наблюдаемость тенденций изменения трендов временных прогнозов данных.

Список дополнительной зарубежной литературы для факультативного изучения материала

1. ALLPORT, G. *The Nature of Personality*. Addison-Wesley, 1950.
2. ALLPORT, G. *Becoming*. Yale Univ., 1955.
3. ALLPORT, G. Normative compatibility in the light of social science, in Maslow, A.H. (ed.). *New Knowledge in Human Values*. Harper, 1959.
4. ALLPORT, G. *Personality and Social Encounters*. Beacon, 1960.
5. ANDELFSON, H.H. (ed.) *Creativity and Its Cultivation*. Harper, 1959.
6. ANGYAL, A. *Foundations for a Science of Personality*. Commonwealth Fund, 1941.
7. Anonymous, Finding the real self. A letter with a foreword by Karen Horney, *Amer. J. Psychoanal.*, 1949, 9, 3.
8. ANSBACHER, H. and G. *The Individual Psychology of Alfred Adler*. Basic Books, 1956.
9. AINOLD, M. and GASSON, J. *The Human Person*. Ronald, 1954.
10. ASCH, S.E. *Social Psychology*. Prentice-Hall, 1952.
11. ASSAGIOLI, G. *Self-Realization and Psychological Disturbances*. Psychosynthesis Research Foundation, 1961.
12. BANHAM, K.M. The development of affectionate behavior in infancy, *J. General Psychol.*, 1950, 76, 283-289.
13. BAGGETT, W. *Izzational Man*. Doubleday, 1958.
14. BAGGLET, F.C. *Remembrance*. Cambridge Univ., 1932.
15. BEGBIE, T. *Twice Born Men*. Gevell, 1909.
17. BETTELHEIM, B. *The Informed Heart*. Free Press, 1960.
18. BOSSOM, J., and MASLOW, A.H. Security of judges as a factor in impressions of warmth in others, *J. Abn. Soc. Psychol.*, 1957, 55, 147-148.
19. BOWLBY, J. *Maternal Care and Mental Health*. Geneva: World Health Organization, 1952.
20. BIGNOWSKI, J. The values of science, in: Maslow, A.H. (ed.) *New Knowledge in Human Values*. Harper, 1959,
21. BROWN, N. *Life Against Death*. Gandom House, 1959.
22. BUBER, M. *I and Thou*. Edinburgh: T. and T. Clark, 1937.

23. BUCKE, Г. *Cosmic Consciousness*. Dutton, 1923.
24. BUHLEГ, C. Maturation and motivation, *Dialectica*, 1951, 5, 312-361.
25. BUHLEГ, C. The reality principle, *Amez. J. Psychothez.*, 1954, 8, 626-647.
26. BUHLEГ, K. *Die geistige Entwicklung des Kindes*, 4th ed. Jena: Fischer, 1924.
27. BUГTT, E.A. (ed.) *The Teachings of the Compassionate Buddha*. Mentor Books, 1955.
28. BYTD, B. *Cognitive needs and human motivation*. Unpublished.
29. CANNON, W.B. *Wisdom of the Body*. Norton, 1932.
30. CANTTIL, H. *The "Why" of Man's Expeziencie*. Macmillan, 1950.
31. CANTTIL, H., and BUMSTEAD, C. *Reflections on the Human Ventuze*. N. Y. Univ., 1960.
32. CLUTTON-BFOCK, A. *The Ultimate Belief*. Dutton, 1916.
33. COHEN, S. A growth theory of neurotic resistance to psychotherapy, *J. Humanistic Psychol.*, 1961, 1, 48-63.
34. COHEN, S. Neurotic ambiguity and neurotic hiatus between knowledge and action, *J. Existential Psychiatry*, 1962, 3, 75-96.
35. COLEMAN, J. *Pezsonality Dynamics and Effective Behavior*. Scott, Foresman, 1960.
36. COMBS, A. and SNYGG, D. *Individual Behavior*. Harper, 1959.
37. COMBS, A. (ed.) *Perceiving, Behaving, Becoming: A New Focus for Education*. Association for Supervision and Curriculum Development, Washington, D.C., 1962.
38. D'AFICY, M.C. *The Mind and Heart of Love*. Holt, 1947.
39. D'AFICY, M.C. *The Meeting of Love and Knowledge*. Harper, 1957.
40. DEUTSCH, F. and MUIPHY, W. *The Clinical Inteeview* (2 vols.). Int. Univs. Press, 1955.
41. DEWEY, J. *Theoy of Valuation*. Vol. II, No. 4 of *Inteznational Encyclopedia of Unified Science*, Univ. of Chicago (undated).
42. DOVE, W.F. A study of individuality in the nutritive instincts, *Amez. Naturalist*, 1935, 69, 469-544.
43. EHГENZWEIG, A. *The Psychoanalysis of Artistic Vision and Heazing*. Goutledge, 1953.
44. EГIKSON, E.H. *Childhood and Society*. Norton, 1950.
45. EГIKSON, E.H. Identity and the Life Cycle. (Selected papers.) *Psychol. Issues*, 1, Monograph 1, 1959. Int. Univs. Press.
46. FESTINGEГ, L.A. *Theoy of Cognitive Dissonance*. Peterson, 1957.
47. FEUEГ, L. *Psychoanalysis and Ethics*. Thomas, 1955.

48. FIELD, J. (pseudonym), *see*: MILNER, M.
49. FRANKL, V.E. *The Doctor and the Soul*. Knopf, 1955.
50. FRANKL, V.E. *From Death-Camp to Existentialism*. Beacon, 1959.
51. FREUD, S. *Beyond the Pleasure Principle*. Int. Psychoan. Press., 1922.
52. FREUD, S. The Interpretation of Dreams, in *The Basic Writings of Freud*. Modern Lib., 1938.
53. FREUD, S. *Collected Papers*, London, Hogarth, 1956. Vol. III, Vol. IV.
54. FREUD, S. *An Outline of Psychoanalysis*. Norton, 1949.
55. FROMM, E. *Man For Himself*. Finehart, 1947.
56. FROMM, E. *Psychoanalysis and Religion*. Yale Univ., 1950.
57. FROMM, E. *The Forgotten Language*. Finehart, 1951.
58. FROMM, E. *The Sane Society*. Finehart, 1955.
59. FROMM, E. SUZUKI, D.T., and DE MARTINO, F. *Zen Buddhism and Psychoanalysis*. Harper, 1960.
60. GISELIN, B. *The Creative Process*. Univ. of Calif., 1952.
61. GOLDSTEIN, K. *The Organism*. Am. Bk. Co., 1939.
62. GOLDSTEIN, K. *Human Nature from the Point of View of Psychopathology*. Harvard Univ., 1940.
63. GOLDSTEIN, K. Health as value, in Maslow, A.H. (ed.) *New Knowledge in Human Values*. Harper, 1959, 178-188.
64. HALMOS, P. *Towards a Measure of Man*. London: Kegan Paul, 1957.
65. HAITMAN, F. The science of value, in Maslow, A.H. (ed.) *New Knowledge in Human Values*. Harper, 1959.
66. HAITMANN, H. *Ego Psychology and the Problem of Adaptation*. Int. Univs. Press, 1958.
67. HAITMANN, H. *Psychoanalysis and Moral Values*. Int. Univs. Press, 1960.
68. HAYAKAWA, S.I. *Language in Action*. Harcourt, 1942.
69. HAYAKAWA, S.I. The fully functioning personality, *ETC.* 1956, 13, 164-181.
70. HEBB, D.O., and THOMPSON, W.F. The social significance of animal studies, in: Lindzey G. (ed.) *Handbook of Social Psychology*, Vol. 1. Addison-Wesley, 1954, 532-561.
71. HILL, W.E. Activity as an autonomous drive. *J. Comp. & Physiological Psychol.*, 1956, 49, 15-19.

72. HOGA, T. Existential group psychotherapy, *Amer. J. of Psychotherapy*, 1959, 13, 83-92.
73. HOGNEY, K. *Neurosis and Human Growth*. Norton, 1950.
74. HUIZINGA, J. *Homo Ludens*. Beacon, 1950.
75. HUXLEY, A. *The Pezennial Philosophy*. Harper, 1944.
76. HUXLEY, A. *Heaven & Hell*. Harper, 1955.
77. JAHODA, M. *Cuzzent Conceptions of Positive Mental Health*. Basic Books, 1958.
78. JAMES, W. *The Vazieties of Feligious Expeziencie*. Modern Lib., 1942.
79. JESSNER, L. and KAPLAN, S. "Discipline" as a problem in psychotherapy with children, *The Nevous Child*, 1951, 9, 147-155.
80. JOUGARD, S.M. *Pezsonal Adjustment*, 2nd ed. Macmillan, 1963.
81. JUNG, C.G. *Modezn Man in Seazch of a Soul*. Harcourt, 1933.
82. JUNG, C.G. *Psychological Reflextions* (Jacobi, J., ed.). Pantheon Books, 1953.
83. JUNG, C.G. *The Undiscoverezed Self*. London: Kegan Paul, 1958.
84. KAPPF, F.B. *The Psychology & Psychothezapy of Otto Fank*. Philosophical Library, 1953.
85. KAUFMAN, W. *Existentialism fzom Dostoersky to Sartze*. Meridian, 1956.
86. KAUFMAN, W. *Nietzsche*. Meridian, 1956.
87. KEPES, G. *The New Landscape in Art and Science*. Theobald, 1957.
88. *The Journals of Kiezkegaard*, 1834-1854. (Dru, Alexander, ed. and translator). Fontana Books, 1958.
89. KLEE, J.B. *The Absolute and the Relative*. Unpublished.
90. KLUCKHOHN, C. *Mizzoz foe Man*. McGraw-Hill, 1949.
91. KOFZYBSKI, A. *Science and Sanity: An Intzoduction to Non-Azistotelian Systems and Genezal Semantics* (1933). Lakeville, Conn.: International Non-Aristotelian Lib. Pub. Co., 3rd ed., 1948.
92. KRIS, E. *Psychoanalytic Explozations in Art*. Int. Univs. Press, 1952.
93. KRISHNAMURTI, J. *The Fiest and Last Fzeedom*. Harper, 1954.
94. KUBIE, L.S. *Neuzotic Distoztion of the Czreative Procez*. Univ. of Kans., 1958.
95. KUENZLI, A.E. (ed.) *The Phenomenological Pzoblem*. Harper, 1959.

96. LEE, D. *Freedom & Culture*. A Spectrum Book, Prentice-Hall, 1959.
97. LEE, D. Autonomous motivation, *J. Humanistic Psychol.*, 1962, 1, 12-22.
98. LEVY, D.M. *Personal communication*.
99. LEVY, D.M. *Matepnal Overpotection*. Columbia Univ., 1943.
100. LEWIS, C.S. *Suprized by Joy*. Harcourt, 1956.
101. LYND, H.M. *On Shame and the Search for Identity*. Harcourt, 1958.
102. MAFCUSE, H. *Egos and Civilization*. Beacon, 1955.
103. MASLOW, A.H. and MITTELMANN, B. *Principles of Abnozmal Psychology*. Harper, 1941.
104. MASLOW, A.H. Experimentalizing the clinical method, *J. Clinical Psychol.*, 1945, 1, 241-243.
105. MASLOW, A.H. Gesistance to acculturation, *J. Soc. Issues*, 1951, 7, 26-29.
106. MASLOW, A.H. Comments on Dr. Old's paper, in: Jones, M.Г.(ed.) *Nebraska Symposium on Motivation*, 1955. Univ. of Neb., 1955.
107. MASLOW, A.H. *Motivation and Personaloty*. Harper, 1954.
108. MASLOW, A.H. A philosophy of psychology, in: Fairchild, J. (ed.) *Personal Peoblems and Psychological Fzontiezs*. Sheridan, 1957.
109. MASLOW, A.H. Power relationships and patterns of personal development, in: Kornhauser, A. (ed.) *Peoblems of Power in Amezican Democzacy*. Wayne Univ., 1957.
110. MASLOW, A.H. Two kinds of cognition. *Genezal Semantics Bulletin*, 1957, Nos. 20 and 21, 17-22.
111. MASLOW, A.H. Emotional blocks to creativity, *J. Individ. Psychol.*, 1958, 14, 51-56.
112. MASLOW, A.H. (ed.) *New Knowledge in Human Values*. Harper, 1959.
113. MASLOW, A.H. ГAND, H. and NEWMAN, S. Some parallels between the dominance and sexual behavior of monkeys and the fantasies of psychoanalytic patients, *J. of Nevvous and Mental Disease*, 1960, 131, 202-212.
114. MASLOW, A.H. Lessons from the peak-experiences, *J. Humanistic Psychol.*, 1962, 2, 9-18.
115. MASLOW, A.H. and DIAZ-GUEPTEFO, Г. Juvenile delinquency as a value disturbance, in: Peatman, J., and Hartley, E. (eds.). *Festschzift for Gardnez Muzphy*. Harper, 1960.

116. MASLOW, A.H. *Peak-experiences as completions*. (To be published.)
117. MASLOW, A.H. Eupsychia — the good society, *J. Humanistic Psychol.*, 1961, 1, 1-11.
118. MASLOW, A.H. and MINTZ, N. L. Effects of esthetic surroundings: I. Initial short-term effects of three esthetic conditions upon perceiving "energy" and "well-being" in faces, *J. Psychol.*, 1956, 41 247-254.
119. MASLOW, A.H. A THEORY OF HUMAN MOTIVATION, 1944.
120. MASSELMAN, J. (ed.) *Psychoanalysis and Human Values*. Grane and Stratton, 1960.
121. MAY, Г., et al. (eds.) *Existence*. Basic Books, 1958.
122. MAY, Г.,(ed.) *Existential Psychology*. Fandom House, 1961.
123. MILNEF, M. (Joanna Field, pseudonym). *A Life of One's Own*. Pelican Books, 1952.
124. MILNEF, M. *On Not Being Able to Paint*. Int. Univs. Press, 1957
125. MINTZ, N.L. Effects of esthetic surroundings: II. Prolonged and repeated experiences in a "beautiful" and an "ugly" room, *J. Psychol.*, 1956, 41, 459-466.
126. MONTAGU, ASHLEY, M.F. *The Dizection of Human Development*. Harper, 1955.
127. MOIENO, J. (ed.) *Sociometry Feadez*. Free Press, 1960.
128. MOTTIS, C. *Vazieties of Human Value*. Univ. of Chicago, 1956.
129. MOUSTAKAS, C. *The Teacher and the Child*. McGraw-Hill, 1956.
130. MOUSTAKAS, C. (ed.) *The Self*. Harper, 1956.
131. MOWTEF, O.H. *The Czisis in Psychiatry and Feligion*. Van Nostrand, 1961.
132. MUMFOFD, L. *The Transformations of Man*. Harper, 1956.
133. MUNFOE, Г.L. *Schools of Psychoanalytic Thought*. Dryden, 1955.
134. MUTPHY, G. *Pezsonality*. Harper, 1947.
135. MUTPHY, G., and HOCHBEFG, J. Perceptual development: some tentative hypotheses, *Psychol Fev.*, 1951, 58, 332-349.
136. MUTPHY, G. *Human Potentialities*. Basic Books, 1958.
137. MUTFAY, H.A, Vicissitudes of Creativity, in: Anderson H.H., (ed.) *Czeativity and Its Cultivation*. Harper, 1959.
138. NAMECHE, G. Two pictures of man, *J. Humanistic Psychol.*, 1961 1, 70-88.

140. NIEBUHR, G. *The Nature and Destiny of Man*. Scribner's, 1947.
141. NORTHROP, F.C.S. *The Meeting of East and West*. Macmillan, 1946.
142. NUTTIN, J. *Psychoanalysis and Personality*. Sheed and Ward, 1953.
143. O'CONNELL, V. *On brain washing by psychotherapists: The effect of cognition in the relationship in psychotherapy*. Mimeographed, 1960.
144. OLDS, J. Physiological mechanisms of reward, in: Jones, M.G. (ed.) *Nebraska Symposium on Motivation, 1955*. Univ. of Nebr., 1955.
145. OPPENHEIMER, O. Toward a new instinct theory, *J. Social Psychol.*, 1958, 47, 21-31.
146. OVERSTREET, H.A. *The Mature Mind*. Norton, 1949.
147. OWENS, C.M. *Awakening to the Good*. Christopher, 1958.
148. PEFLS, F., HEFFELINE, G. and GOODMAN, P. *Gestalt Therapy*. Julian, 1951
150. PETERS, G.S. "Mental health" as an educational aim. Paper read before Philosophy of Education Society, Harvard University, March, 1961.
151. PLOGOFF, I. *Jung's Psychology and Its Social Meaning*. Grove, 1953.
152. PLOGOFF, I. *Depth Psychology and Modern Man*. Julian, 1959.
153. ГАРАОГГ, D. *Organization and Pathology of Thought*. Columbia Univ., 1951
154. REICH, W. *Character Analysis*. Orgone Inst., 1949.
155. REIK, T. *Of Love and Lust*. Farrar, Straus, 1957.
156. RIESMAN, D. *The Lonely Crowd*. Yale Univ., 1950.
157. RITCHIE, B.F. Comments on Professor Farber's paper, in: Jones, M.G. (ed.) *Nebraska Symposium on Motivation*. Univ. of Nebr., 1954, 46-50.
158. ROGERS, C. *Psychotherapy and Personality Change*. Univ. of Chicago, 1954.
159. ROGERS, C. A theory of therapy, personality and interpersonal relationships as developed in the client-centered framework, in: Koch, S. (ed.) *Psychology: A Study of a Science*, Vol. III. McGraw-Hill, 1959.
160. ROGERS, C. *Therapist's View of Personal Goals*. Pendle Hill, 1960.
161. ROGERS, C. *On Becoming a Person*. Houghton Mifflin, 1961.
162. ROKEACH, M. *The Open and Closed Mind*. Basic Books, 1960.

163. SCHACHTEL, E. *Metamorphosis*. Basic Books, 1959.
164. SCHILDEG, P. *Goals and Desires of Man*. Columbia Univ., 1942.
165. SCHILDEG, P. *Mind, Perception and Thought in Their Constructive Aspects*. Columbia Univ., 1942.
166. SCHEINFELD, A. *The New You and Heredity*. Lippincott, 1950.
167. SCHWAFZ, O. *The Psychology of Sex*. Pelican Books, 1951.
- 168/ SHAW, F.J. The problem of acting and the problem of becoming, *J. Humanistic Psychol.*, 1961, 1, 64-69.
169. SHELDON, W.H. *The Varieties of Temperament*. Harper, 1942.
170. SHLIEN, J.M. *Creativity and Psychological Health*. Counseling Center Discussion Paper, 1956, 11, 1-6.
171. SHLIEN, J.M. A criterion of psychological health, *Group Psychotherapy* 1956, 9, 1-18.
172. SINNOTT, E.W. *Matte, Mind and Man*. Harper, 1957.
173. SMILLIE, D. Truth and reality from two points of view, in: Moustakas, C. (ed.) *The Self*. Harper, 1956.
174. SMITH, M.B. "Mental health" reconsidered: A special case of the problem of values in psychology, *Amer. Psychol.*, 1961. 16, 299-306.
175. SOFOKIN, P.A. (ed.) *Explorations in Altruistic Love and Behavior*. Beacon, 1950.
176. SHITZ, F. Anaclitic depression, *P.S.O.*, 1946, 2, 313-342.
177. SUTTIE, I. *Origins of Love and Hate*. London: Kegan Paul, 1935.
178. SZASZ, T.S. The myth of mental illness, *Amer. Psychol.*, 1960, 15, 113-118.
179. TAYLOR, C. (ed.) *Research Conference on the Identification of Creative Scientific Talent*. Univ. of Utah, 1956.
180. TLAD, O. Toward the knowledge of man, *Main Currents in Modern Thought*, Nov. 1955.
181. TILLICH, P. *The Courage To Be*. Yale Univ. 1952.
182. THOMPSON, C. *Psychoanalysis: Evolution & Development*. Grove, 1957.
183. VAN KAAM, A.L. *The Third Force in European Psychology — Its Expression in a Theory of Psychotherapy*. Psychosynthesis Research Foundation, 1960.

184. VAN КААМ, A.L. Phenomenal analysis: Exemplified by a study of the experience of "really feeling understood," *J. Individ. Psychol.*, 1959, 15, 66-72.
185. VAN КААМ, A.L. Humanistic psychology and culture, *J. Humanistic Psychol.*, 1961, 1, 94-100.
186. WATTS, A.W. *Nature, Man and Woman*. Pantheon, 1958.
187. WATTS, A.W. *This is IT*. Pantheon, 1960.
188. WEISSKOPF, W. Existence and values, in: Maslow, A.H. (ed.) *New Knowledge of Human Values*. Harper, 1958.
189. WEINER, H. *Comparative Psychology of Mental Development*. Harper, 1940.
190. WEITHEIMER, M. *Unpublished lectures at the New School for Social Research*, 1935-6.
191. WEITHEIMER, M. *Productive Thinking*. Harper, 1959.
192. WHEELIS, A. *The Quest for Identity*. Norton, 1958.
193. WHEELIS, A. *The Seeker*. Gandom, 1960.
194. WHITE, M. (ed.) *The Age of Analysis*. Mentor Books, 1957.
195. WHITE, Г. Motivation reconsidered: the concept of competence, *Psychol. Rev.*, 1959, 66, 297-333.
196. WILSON, C. *The Statute of Man*. Houghton, 1959.
196. WILSON, F. Human nature and esthetic growth, in: Moustakas, C. (ed.) *The Self*. Harper, 1956.
197. WILSON, F. *Unpublished manuscripts on Art Education*.
198. WINTHROP, H. Some neglected considerations concerning the problems of value in psychology, *J. General Psychol.*, 1961, 64, 37-59.
199. WINTHROP, H. Some aspects of value in psychology and psychiatry, *Psychological Record*, 1961, 11, 119-132.
200. WOODGE, J. *Biological Principles*. Harcourt, 1929.
201. WOODWORTH, Г. *Dynamics of Behavior*. Holt, 1958.
202. YOUNG, P.T. *Motivation and Emotion*. Wiley, 1961.
203. ZUGEГ, B. Growth of the individuals concept of self. *A.M.A. Amer. J. Diseased Children*, 1952, 83, 719.
204. ZUGEГ, B. The states of being and awareness in neurosis and their redirection in therapy, *J. Nervous and Mental Disease*, 1955, 121, 573.

Гринштейн М. М.

НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ЭТИОЛОГИИ, ДИАГНОСТИКЕ И ЛЕЧЕНИЮ РАКА

Аннотация

В статье рассмотрены современные гипотезы по механизму деления раковых клеток и приведены результаты исследований автора по выявлению этиологии рака, а так же по механизму деления раковых клеток с позиции информационно-волновой медицины.

Оглавление

1. Вступление
 2. Что такое информационно-волновая медицина?
 3. О новейших гипотезах происхождения рака
 4. Как видит рак информационно-волновая медицина
 5. Ранняя диагностика рака
 6. Заключение
- Литература

1. Введение

По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), рак входит в десятку ведущих причин смерти людей во всем мире. На сегодняшний день в медицине существует несколько десятков гипотез в области причин возникновения онкологических заболеваний. Ежегодно врачи-онкологи получают новые препараты для лечения онкологических больных. Однако, несмотря на это, за последнее время количество заболевших этой страшной болезнью не только не уменьшается, а, наоборот, увеличивается.

Так, по статистике, в Израиле каждый четвертый житель подвержен онкологическим заболеваниям. По данным российских исследователей ежегодно в стране заболевают примерно полмиллиона человек, при этом в ближайшем будущем следует ожидать значительный рост этого показателя.

Как показывает динамика, с каждым годом увеличивается также число заболевших в молодом трудоспособном возрасте, причем у 60% из них болезнь выявляют уже в запущенной форме.

Из приведенной статистики можно сделать лишь один вывод: все существующие гипотезы о возникновении и лечении рака не отражают действительного механизма его возникновения. В противном случае число раковых заболеваний уменьшалось бы с каждым годом. Если бы ученые знали, от чего возникают онкологические заболевания и как происходит деление раковых клеток, то проблема рака была бы решена. Но, к сожалению, сегодня классическая медицина этого не знает. Коварство онкологических заболеваний заключается в том, что, несмотря на разработку новых препаратов, совершенных диагностических приборов и методов лечения, только в течение первого года после установления диагноза умирают порядка 50% заболевших. Существующие методы ранней диагностики рака требуют существенных материальных и временных затрат, и поэтому они малоэффективны для обследования больших групп населения, не говоря уже о диспансеризации.

Как известно, любые исследования взаимодействия различных структур человеческого организма проводятся на животных и добровольцах при использовании соответствующих аналитических методов классической медицины. При этом в расчет принимается не только течение биохимических реакций, происходящих в организме в результате его жизнедеятельности, но и действие различных внешних факторов.

Однако, имеется еще один метод, который связан с информационно-волновым излучением. Это излучение существует на всех уровнях любых биологических объектов, в том числе человеческого организма. Оно несет на себе информацию о происходящих в организме процессах и занимает широкий спектр частот (вибраций).

Справедливости ради следует отметить, что эти излучения еще очень мало изучены, но доказано, что они не являются излучениями электромагнитной природы. К сожалению, классическая наука не хочет признавать факт их существования, т.к. не может подвести под них теоретическую базу.

В результате многолетних исследований автором создана концепция, названная «Информационно-волновая медицина» (другая медицина), которая дает возможность обеспечить

дистанционную диагностику и лечение любых заболеваний, что недоступно для классической медицины.

2. Что такое информационно-волновая медицина?

Созданная автором концепция «Информационно-волновая медицина» (ИВМ) дает возможность по-новому взглянуть на этиологию и патогенез большинства заболеваний. Чтобы не отсылать читателя каждый раз к основополагающей статье, изложим кратко основные положения этой концепции.

Согласно концепции ИВМ, организм человека, его физическое тело характеризуется сверхслабым излучением (вибрациями) всех структур организма, начиная от нижнего уровня и кончая клеточно-молекулярным. Эти излучения, на наш взгляд, являются информационно-волновыми излучениями неэлектромагнитной природы.

ИВМ рассматривает организм человека как волновой портрет его физического тела. Сумма всех излучений представляет собой биополе человека.

ИВМ рассматривает организм человека не как совокупность отдельных органов, а как открытую биологическую систему, где все процессы связаны между собой.

Управление технологиями ИВМ осуществляется методом радиэстезии (биолокации). В качестве индикатора используется биолокационный прибор маятник.

Излучение здорового органа тестируется биолокационным прибором вращением по часовой стрелке и названо нами «правовращательным» излучением либо излучением «положительной поляризации».

Излучение органа, содержащего патологический очаг, тестируется биолокационным прибором вращением против часовой стрелки и названо нами «левовращательным» излучением либо излучением «отрицательной поляризации».

Оба излучения находятся в противофазе, то есть сдвинуты друг относительно друга на 180° .

Геном человека состоит из двух частей. Гены первой из них обеспечивают нормальное развитие организма человека от рождения до смерти (онтогенез). Вторая часть представляет собой группу болезнетворных генов, различных для каждого человека (патогенез). Эти гены накапливаются в геноме в течение многих лет под влиянием внешних или внутренних неблагоприятных условий.

Механизм образования таких генов представляется нам как мутации соответствующих хромосом и перевод их в аномальное состояние. Гены, соответствующие аномальным хромосомам, переводятся в разряд болезнетворных. Например, ген нормализации глазного давления, мутированный внешними или внутренними неблагоприятными условиями, переведен в ген глаукомы, который нарушает нормальное состояние внутриглазного давления, то есть приводит к возникновению глаукомы.

Примерно 80% всех заболеваний являются **геновирусными**. Болезнетворный ген воздействует на организм человека путем внедрения соответствующей клетки некоторой связанной с ним болезнетворной динамической структуры, названной нами **геновирусом**. Геновирус представляет собой две или более генетические копии вирусов (далее по тексту – вирусы), заключенные в белковую оболочку положительной поляризации. Все геновирусы патогенеза характеризуются отрицательной поляризацией.

Важно понимать, что геновирусы, рассматриваемые с позиции ИВМ, не являются «биологическими субъектами», а лишь набором информационно-волновых структур. Иными словами, геновирусы – это информационно-волновые болезнетворные структуры, которые вызывают в организме те же патологические очаги, что и адекватные им по излучению группы живых вирусов.

Созданные технологии позволяют удалять болезнетворные гены путем разрыва генетической цепочки линии предков и удаления гена из генома больного методом инверсии соответствующих геновирусов.

Технологии радиэстезии позволяют измерять волновые параметры излучений – частоту в абсолютных единицах и интенсивность в условных единицах.

3. О новейших гипотезах происхождения рака

Рассматривая различные гипотезы возникновения рака, следует отметить две гипотезы, представляющие определенный интерес. В каждой из них изложены попытки объяснить причины возникновения рака и механизм деления раковых клеток.

Первая гипотеза является мутационной и высказана ученым Ф. Бернетом в 1974 году. Суть ее заключается в том, что раковая опухоль происходит от одной исходной соматической клетки.

Мутации в этой клетке возникают под действием химических, физических агентов, а также вирусов, повреждающих ДНК. В популяции таких мутантных клеток происходит накопление дополнительных мутаций, приводящих к неограниченному размножению клеток. Медленное развитие рака автор гипотезы связывает с тем, что накопление мутаций требует определенного времени.

С нашей точки зрения, такая гипотеза имеет ряд недостатков, основным из которых является отсутствие описания конкретного процесса, определяемого термином «мутация». В результате, из этой гипотезы не вытекает четкий механизм деления раковых клеток.

Вторая гипотеза, являющаяся вирусно-генетической, представляет собой, по нашему мнению, больший интерес. Эта гипотеза была высказана русским ученым Л.А. Зильбером. Суть ее заключается в том, что рак вызывают онкогенные вирусы, которые интегрируются в хромосому клетки, создавая при этом раковый генотип.

Долгое время эта теория не признавалась по той причине, что онкогенные вирусы имеют РНК-геном, поэтому было не понятно, как он интегрируется в хромосому клетки. Однако, в последствии было доказано, что РНК-геном способен при определенных условиях производить ДНК-провирус. После этого вирусно-генетическая теория получила признание. Однако, и эта гипотеза не смогла решить проблемы рака. Здесь имеется в виду практическое применение гипотезы, приводящее к высокому эффекту при лечении рака. К сожалению, на сегодняшний день таких гипотез не существует.

4. Как видит рак информационно-волновая медицина

Надеюсь, читатель уже понял, что автор подводит свою гипотезу возникновения рака к общей гипотезе возникновения генно-вирусных болезней, изложенной выше. И действительно, в своём большинстве возникновение рака ни чем не отличается от возникновения любой другой болезни генно-вирусной этиологии. Как установлено в результате многолетних исследований, предрасположенность к онкологическим заболеваниям определяется наличием в мужской или женской ветви предков гена онкологии (онкогена).

Одна из технологий информационно-волновой медицины дает возможность проследить наличие такого гена до 8 колена по

женской и до 13 колена по мужской ветви предков. При отсутствии соответствующих механизмов запуска болезни, онкоген может присутствовать в геноме человека в неактивном состоянии практически всю его жизнь.

Как указывалось в [3], самым частым механизмом активации онкогена является излучение геопатогенной зоны (ГПЗ). Это может происходить при нахождении спального места человека в области действия ГПЗ. При этом длительность пребывания субъекта в этой зоне может измеряться несколькими годами. Другими источниками активации онкогена могут явиться канцерогенные продукты питания, курение и другие.

Исследуя онковирус, вызывающий деление клеток, было установлено, что он представляет собой комбинацию двух известных вирусов, одним из которых является ДНК-содержащий, а другим – РНК-содержащий вирус. Как указывалось выше, геновирус (онковирус) заключён в белковую оболочку положительной поляризации. При этом оба вируса обладают отрицательной поляризацией.

В результате длительного воздействия ГПЗ, обладающей сильным полем отрицательной поляризации, оболочка онковируса разрушается, и находящиеся в ней вирусы становятся активными. Очевидно, словесное описание причин механизма деления раковых клеток является недостаточным. И поэтому было решено с помощью метода ситуационного моделирования установить интенсивность излучения всех структур, участвующих в делении клетки.

Оказалось, что ДНК клетки органа-хозяина характеризуются положительной поляризацией с интенсивностью 50 условных единиц (у.е.). А каждый из вирусов, входящих в онковирус, обладает такой же интенсивностью излучения при отрицательной поляризации. Таким образом, ДНК клетки органа-хозяина будет нейтрализована, и в этой клетке останется РНК-содержащий вирус.

В итоге нормальная работа этой клетки будет полностью нарушена, т.к. в ней остаётся РНК-содержащий вирус со своим набором хромосом. Понятно, что геном этого вируса предусматривает ген размножения с вытекающими отсюда последствиями: клетка, управляемая этим геном, станет безудержно размножаться.

Из описанного механизма деления клетки вытекает эффективный метод лечения рака. Здесь существуют три варианта.

Первый заключается в том, чтобы инактивировать или удалить из клетки РНК-содержащий вирус. В этом случае клетка потеряет ген размножения вируса и деление прекратится. Однако, клетка будет мертва, т.к. в ней отсутствует активная ДНК.

Второй вариант предусматривает удаление ДНК-содержащего вируса из клетки органа-хозяина. Это даст возможность возродить живую клетку, инфицированную РНК-содержащим вирусом.

Третий вариант заключается в удалении обоих вирусов. В этом случае в начальных стадиях заболевания клетка полностью восстанавливается.

При этом следует иметь ввиду, что перед выполнением указанных действий первым делом необходимо разорвать генетическую цепочку и удалить ген из генома больного. Данная методика лечения рака многократно проверена на раковых больных, но только на ранних стадиях заболевания. Т. к. при клиническом проявлении заболевания больными занимаются онкологи, наш принцип - не вмешиваться в их работу.

Для уяснения полной картины механизма деления клеток, следует учесть ещё одно обстоятельство. Ранее, говоря о блокировании ДНК-содержащим вирусом ДНК клетки органа-хозяина, мы имели ввиду лишь практическое совпадение интенсивности излучения этих структур при противоположных значениях поляризации. Однако, следует учитывать также их частотные параметры.

Полное блокирование ДНК клетки органа-хозяина может наступить только при достижении биорезонанса, когда частота информационно-волновых излучений ДНК-вируса совпадёт с частотой излучения ДНК-клетки органа-хозяина.

При исследовании большой группы людей было установлено, что у части из них частота излучения (частота вибрации) ДНК здоровой клетки составляет 1 МГц. У других же людей эта частота составляет 2 МГц (не имея в виду частоту излучений ДНК некоторых органов репродуктивной системы). При измерении этого параметра у ДНК-содержащего вируса и входящего в состав онковируса, мы обнаружили частоту излучения, также равную 1 МГц. Таким образом, можно сделать вывод, что развитие раковой опухоли под действием онковируса может происходить только в органах, частота излучения ДНК которых равна 1 МГц.

5. Ранняя диагностика рака

Как указывалось выше, существующие на сегодняшний день методы ранней диагностики рака по ряду причин не позволяют осуществлять проверку больших групп населения, т.е. проводить массовый скрининг. Следует отметить, что под термином «ранняя диагностика» не оговаривается чувствительность методов, необходимых для выявления раковых заболеваний на самой ранней ее стадии.

Известные аппаратные методы, такие как УЗИ, компьютерная томография, магнитно-резонансная томография, позитронно-эмиссионная томография эффективны лишь при наличии клинических признаков болезни. Однако, на самых ранних стадиях, до появления опухолевых процессов, использование этих аппаратов является неэффективным.

Существующие группы маркеров, применяющиеся сегодня для самой ранней диагностики, не всегда дают однозначный результат. Кроме того, их определение является инвазивным, т.к. осуществляется по анализу крови.

Между тем, созданные автором технологии информационно-волновой медицины позволяют тестировать даже единичные раковые клетки, появляющиеся в организме человека. Это осуществляется с использованием двух видов маркеров, дающих всегда однозначный результат.

Первый из них - **онкобелок**. История его открытия такова. Д.м.н., профессор Е. Рапис, изучая белки крови, обнаружила, что у всех людей, страдающих онкологическими заболеваниями, «рисунком» белковых структур идентичен. Эту группу белков она назвала онкобелками.

У здоровых людей структура белков крови также идентична, но отличается от онкобелков. Эту группу она назвала **нормобелками**. Тестирование онкобелков и нормобелков методами информационно-волновых технологий показало, что первые характеризуются отрицательной поляризацией, а вторые - положительной. Таким образом, у любого человека в крови можно определить наличие белков только одной из указанных выше групп.

Вторым маркером является **киназа (ERK 1/2)**. На эту белковую структуру указывают ученые лаборатории мозга института Вейцмана (Израиль). При облучении мозга животных сверхслабыми электромагнитными сигналами, адекватными излучениям сотовых телефонов, наблюдалось появление киназы (**ERK 1/2**). Ученые считают, что данная белковая структура является внеклеточной и

всегда сопровождает деление раковых клеток. Как нами установлено, этот белок является внутриклеточной структурой и может служить надежным фактором обнаружения раковых клеток в любом органе организма.

Чрезвычайно высокую чувствительность метода можно продемонстрировать следующим экспериментом. Например, вредное излучение сотового телефона даже в выключенном состоянии в руках человека провоцирует образование в крови единичных раковых клеток. Этот факт подтверждается появлением онкобелка и киназы (**ERK 1/2**) в крови испытуемого.

Кроме описанных, имеется еще один метод, дающий возможность выявления группы риска онкологических заболеваний. Как указывалось выше, рак является геновирусным заболеванием, и поэтому к группе риска следует относить тех людей, у которых в составе генома предков имеется ген онкологии. Проверка наличия этого гена по материнской и/или отцовской линии дает возможность сузить круг людей, подлежащих ранней диагностике. Нельзя не отметить, что проверка генома предков проводится методом радиэстезии.

И, наконец, наличие в крови и/или в клетках соответствующего органа только вирусов, входящих в состав онковируса, является безусловным подтверждением наличия в организме онкологического заболевания.

Локализация онкологического процесса может быть легко установлена путём тестирования состояния чакр.

6. Заключение

Мы понимаем, что реакция, которую вызовет настоящая статья у врачей – онкологов, будет неоднозначна. Это и понятно. Те медики, которые много лет «исповедуют» каноны классической медицины, не могут сразу обрести новое мышление.

Но мы не сомневаемся в том, что найдутся врачи, которые не отмахнутся от нового взгляда на изложенную выше этиологию и лечение онкологических заболеваний и постараются вникнуть в суть моих рассуждений.

Внимательный читатель заметит, что в статье не указаны названия вирусов, входящих в состав онковируса. Это сделано намеренно, так как в настоящий момент эта информация представляет собой ноу-хау. Она будет раскрыта при проведении совместных исследований с врачами-онкологами, согласившимися на сотрудничество с автором.

Мы не претендуем на то, что изложенное выше является «истиной в последней инстанции». По этой причине будем считать, что новый взгляд на проблему рака является пока гипотезой. И таковой он должен считаться до тех пор, пока соответствующие клинические испытания не подтвердят её.

В этом плане я хочу обратиться к врачам-онкологам и к руководителям лечебных онкологических центров и предложить дальнейшую совместную апробацию изложенного метода. Заинтересованных прошу обращаться по электронной почте: markgrin24@gmail.com.

Литература

1. Гринштейн М.М. - Незнакомая медицина. http://samlib.ru/e/etkin_w/
2. Гринштейн М.М. - О чем шепчутся гены. http://samlib.ru/e/etkin_w/
3. Гринштейн М.М. – Геопатогенные зоны как враг номер один. http://samlib.ru/e/etkin_w/
4. Кутушов М.В. - РАК. Были и небылицы. Киев. Изд. 'Герб'. 2010 г.
5. Онкогенные вирусы: http://ilive.com.ua/health/onkogennye-virusy-onkovirusy_22304i2368.html

Андреев Ю.П.

Вечный двигатель второго рода Андреева.

Часть 3.

Аннотация

В журнале ДНА, №26 описан этот двигатель. Здесь предлагается более обоснованное описание работы этого вечного двигателя.

Для описания и понимания принципа работы такого ВД достаточно знание молекулярно-кинетической теории газов, закона Паскаля и формулы $F = PS$. Сила равна давлению, умноженному на площадь. Вот рисунок всего ВД.

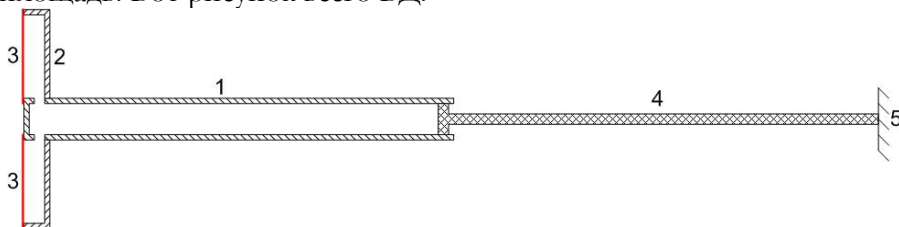


Рис. 1.

1 - малый цилиндр, 2 - большой цилиндр, 3 – мембрана, 4 – поршень, 5 опора, в которой закреплён поршень.

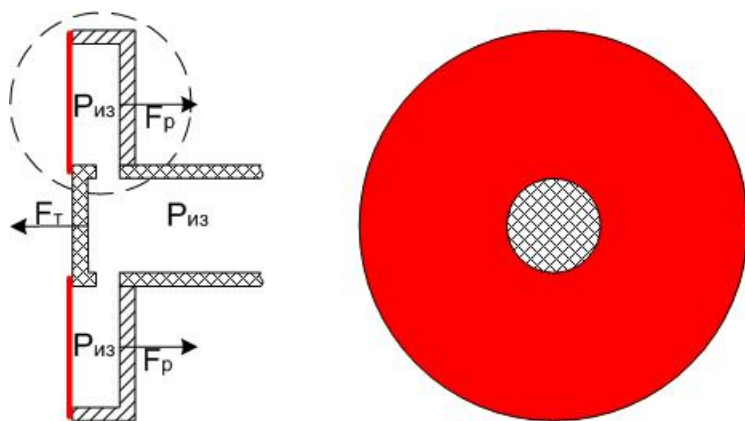


Рис. 2.

Но, так как все основные процессы происходят в той части, где большой цилиндр и мембрана, то будем рассматривать эту часть ВД. На рис. 2 справа вид со стороны мембраны.

Когда давления внутри и снаружи равны, то все силы компенсируются и на цилиндры не действует никакая сила. Чтобы ВД заработал, необходим толчок от внешней силы. Под действием внешней силы цилиндры смещаются вправо. Внутри возникает избыточное давление $P_{из}$. По закону Паскаля давление $P_{из}$ равно по всему внутреннему объёму цилиндров. Это избыточное давление вызывает силу давления на торцевую стенку малого цилиндра $F_T = P_{из}S_T$. S_T – это площадь торцевой стенки малого цилиндра. На внутреннюю поверхность большого цилиндра действует сила F_P . Для лучшего понимания возникновения этой силы, рассмотрим на рис. 3 часть большого цилиндра, выделенного штриховой линией.

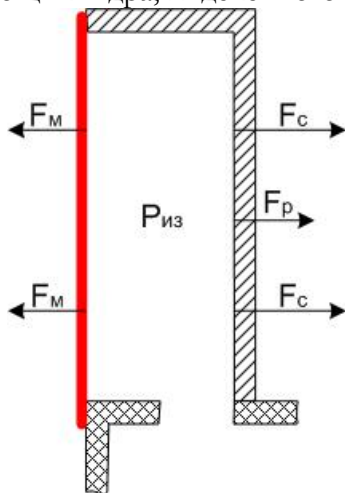


Рис. 3.

Когда цилиндры под действием внешней силы сдвинулись вправо, то в большом цилиндре также возникает избыточное давление $P_{из}$, так как его внутренний объём соединяется с внутренним объёмом малого цилиндра. Вследствие этого на стенку и мембрану действуют силу F_C и F_M . $F_C = P_{из}S_C$, где S_C – это площадь стенки. На мембрану действует сила $F_M = P_{из}S_M$, где S_M – это площадь непроницаемой части мембраны. Так как в мембране множество отверстий размером порядка несколько нанометров, то часть молекул попадает в отверстия и вылетает наружу. Эти молекулы не оказывают воздействие на мембрану. И за счёт этих отверстий непроницаемая часть мембраны меньше общей площади мембраны на суммарную площадь отверстий. $S_M = S_{ом} - S_о$. Где $S_{ом}$ – это общая

площадь мембраны, а S_o – это суммарная площадь отверстий в мембране. Так как цилиндры прямые, а не конусные, то $S_{om} = S_c$. То есть, общая площадь мембраны равна площади стенки. Поэтому $S_m = S_c - S_o$. То есть, непроницаемая часть мембраны равна площади стенки минус суммарная площадь отверстий в мембране. Отсюда $F_m = P_{из}(S_c - S_o)$. Площадь стенки больше площади непроницаемой части мембраны, поэтому результирующая сила $F_p = F_c - F_m = P_{из}S_c - P_{из}(S_c - S_o) = P_{из}S_c - P_{из}S_c + P_{из}S_o = P_{из}S_o$. Сила F_p создаётся молекулами, которые вылетают через отверстия мембраны. Как пишет Сивухин Д.В. в «Общем курсе физики», взаимодействие молекул со стенкой можно мысленно разделить на 2 этапа. На первом этапе молекулы тормозятся, останавливаются и как бы прилипают к стенке. При этом на стенку действует сила F_1 . Но втором этапе молекулы как бы отлипают от стенки, отталкиваются стенкой, ускоряются и отскакивают от стенки, создавая силу F_2 . На самом деле оба этапа происходят одновременно и сила, действующая на стенку $F = F_1 + F_2$. Силы $F_1 = F_2$. Поэтому $F_1 = F/2$ и $F_2 = F/2$. Вылетающие молекулы можно представить в виде отлипающих от мембраны молекул. То есть, эти молекулы создают силу $F_2 = F/2$. Поэтому $F_p = P_{из}S_o/2$. Силы F_p и F_T противодействуют друг другу. Выясним, при каких условиях эти силы равны. $(F_p = F_T) = (P_{из}S_o/2 = P_{из}S_T) = (P_{из}S_o = 2P_{из}S_T)$. Но так как $P_{из}$ в обоих случаях равно, то $S_o = 2S_T$. То есть, если суммарная площадь отверстий в мембране будет ровно в 2 раза больше площади торцевой стенки малого цилиндра, то тогда $F_p = F_T$ при любом избыточном давлении внутри. Для того, чтобы цилиндры после первоначального толчка от внешней силы продолжали движение, необходимо, чтобы $F_p > F_T$. Иначе говоря, для этого необходимо, чтобы $S_o > 2S_T$. Если $S_o > 2S_T$, то $F_p > F_T$ при любом избыточном давлении $P_{из}$ внутри цилиндров. То есть, главное условие работоспособности данного ВД – это $S_o > 2S_T$.

Был рассмотрен вариант, когда давление внутри цилиндров избыточное. Теперь рассмотрим вариант, когда давление внутри меньше наружного. Это можно представить в виде избыточного давления снаружи цилиндров. В этом случае все рассуждения о внутреннем избыточном давлении можно применить к внешнему избыточному давлению. Только в этом случае силы F_c , F_m , F_p и F_T действуют на внешние поверхности стенки, мембраны и торца. Поэтому векторы этих всех сил меняют направление на 180 градусов - см. рис. 4.

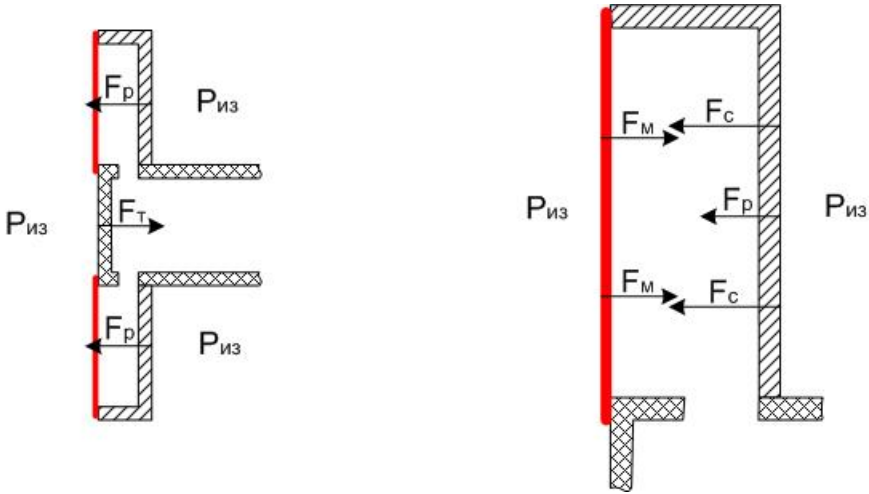


Рис. 4.

То есть сила F_p и в этом случае действует по направлению движения цилиндров. При движении цилиндров внутри цилиндров будет создаваться разрежение. А за счёт этого разрежения создаётся сила F_p , которая в свою очередь создаёт разрежение.

Суммарная площадь отверстий в мембране зависит от количества отверстий на единицу площади мембраны и от общей площади мембраны. Комбинируя эти два способа, можно подобрать мембрану такой площади, что $S_o > 2S_T$. Ниже на рис. 5 показан один из вариантов ВД.

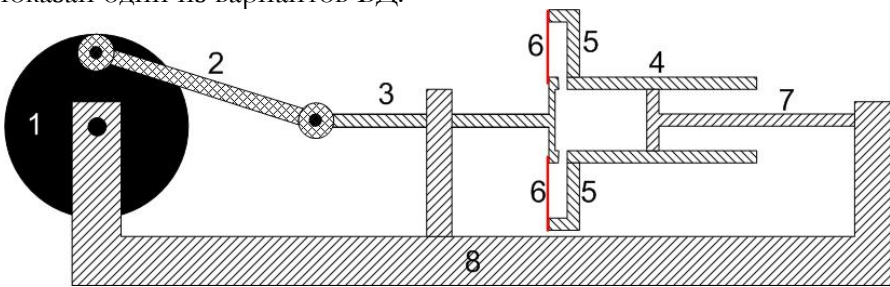


Рис. 5.

1 – маховик, 2 – шатун, 3 - тяга, соединённая с торцом малого цилиндра, 4 - малый цилиндр, 5 - большой цилиндр, 6 – мембрана, 7 – поршень, 8 - станина двигателя.

Для запуска ВД в работу необходимо за счёт внешней силы крунуть маховик в любую сторону. Пусть первоначальное положение ВД таково, что цилиндры находятся в правой «мёртвой» точке. При вращении маховика в любую сторону цилиндры будут

перемещаться влево. При этом внутри цилиндров будет создаваться разрежение. На цилиндры будет действовать F_p , направленная по ходу движения цилиндров. Эта сила будет двигать цилиндры, поддерживая внутри разрежение. Таким образом цилиндры доходят до левой «мёртвой» точки. Цилиндры за счёт запасённой в маховике энергии получают толчок вправо и начинают двигаться вправо. В этом случае внутри создаётся избыточное давление. Вектор силы F_p меняет направление и снова направлен по ходу движения цилиндров. Сила F_p двигает цилиндры вправо, поддерживая внутри цилиндров избыточное давление. Таким образом ВД будет крутиться бесконечно долго, пока не сломается какая-нибудь деталь механизма.

ВД – это аналог двигателя Стирлинга. Сила давления на торец малого цилиндра F_T – это аналог силы давления $F_{мп}$ на малый поршень, а F_p – это аналог силы давления $F_{бп}$ на большой поршень. Избыточное давление внутри двигателя Стирлинга одинаково для обоих цилиндров. То есть, $F_{мп} = P_{из}S_{мп}$ и $F_{бп} = P_{из}S_{бп}$. Где мп и бп – это малый поршень и большой поршень. Соответственно, двигатель Стирлинга может работать, если $F_{бп} > F_{мп}$. Или $S_{бп} > S_{мп}$. В принципе, все одинаково, как в предложенном мною ВД. Есть только одно отличие. В рабочем цикле двигателя Стирлинга при движении поршней происходит увеличение суммарного объёма обоих цилиндров. Для компенсации этого увеличения объёма приходится подогревать газ, который вытесняется из малого цилиндра в большой. Газ при нагреве расширяется и компенсирует увеличение объёма в большом цилиндре и этим поддерживает избыточное давление внутри цилиндров. В предложенном мной ВД при рабочем цикле происходит уменьшение суммарного внутреннего объёма цилиндров. Поэтому подогревать газ от внешнего источника тепла нет необходимости. Поэтому такой ВД работает без источника внешнего тепла. В процессе работы такого двигателя, часть энергии будет превращаться снова в тепло за счёт силы трения и других потерь. Но это не страшно. В последующих циклах это тепло будет снова использовано для производства полезной работы. То есть, если такой ВД будет работать в теплоизолированном от окружающей среды объёме, то он все тепло этого объёма использует на производство работы. $\eta_{ВД} = 100\%$.

Но за счёт какой энергии работает ВД? Рассмотрим это на примере движения цилиндров, когда они движется влево. То есть, когда при движении внутри цилиндров создаётся разрежение. На

внешнюю стенку большого цилиндра действует часть результирующей силы давления $F_p' = F_p - F_T$ и двигает цилиндра влево. Так как цилиндры движутся с некоторой скоростью, то скорость ударяющихся в эту стенку внешних молекул, больше скорости отскакивающих молекул на скорость движения цилиндров. То есть, $V_o = V_{п} - V_{ц}$. Где V_o – скорость отскакивающих молекул, $V_{п}$ – скорость подлетающих молекул, $V_{ц}$ – скорость цилиндров. Скорость молекул уменьшается. Соответственно, уменьшается кинетическая энергия молекул $mv^2/2$. А вместе с ней уменьшается и температура внешнего газа у внешней стенки большого цилиндра. То есть, такой ВД работает за счёт тепла окружающей среды.

Каков термодинамический цикл такого ВД? Так как у такого ВД есть только два этапа работы и при каждой происходит совершение полезной работы, то, в принципе, без разницы с какой точки начинать. Допустим, цилиндры находятся в правой «мёртвой» точке. Внутренний объём цилиндров минимален. Это точка Б. За счёт внешней силы придали маховику вращение в какую-нибудь сторону, без разницы. Цилиндры в любом случае начнут двигаться влево. Цилиндры доходят до левой «мёртвой» точки. Внутренний объём цилиндров максимален. Это точка А. Один этап цикла прошёл. Так как скорость движения цилиндров имеет синусоидальный закон, то кривая БА (нижняя ветвь) также будет, я так думаю, иметь синусоидальную форму - см. рис. 6

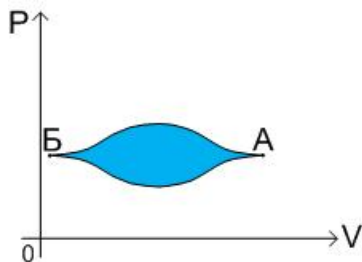


Рис. 6.

После прохождения «левой» мёртвой точки цилиндры, получив толчок от маховика, начнут движение вправо и дойдут до правой «мёртвой» точки. Кривая АБ (верхняя ветвь) также имеет синусоидальную форму. Цилиндры вернулись в первоначальную точку и цикл завершился. При этом на каждом этапе совершается полезная работа.

Несмотря на известные утверждения, вечный двигатель второго рода, нарушающий второе начало термодинамики, всё-таки

возможен. При этом такой ВД не нарушает законов физики. А второе начало термодинамики - всего лишь постулат, подтверждённый многочисленными экспериментальными данными. Предлагаемого эксперимента пока никто не проводил и предлагаемого двигателя не создал. Лично я, конечно, не смогу сделать такой двигатель. Но любая лаборатория или университет, занимающиеся нанотехнологиями, смогут его сделать.

В книге С. Карно "Рассуждения о движущей силе огня и машинах, способных развивать эту силу" также не было графиков, формул. Только позднее другой французский учёный Э. Клапейрон привёл рассуждения к каноническому виду. Может быть, найдётся современный Клапейрон, который приведёт мои рассуждения к более научному виду.

Хмельник С.И.

Силы Лоренца, Ампера и закон сохранения импульса. Количественный анализ и следствия.

Аннотация

Известно, что силы Лоренца и Ампера противоречат третьему закону Ньютона, но не противоречат более общему закону сохранения импульса, поскольку электромагнитное поле обладает импульсом. Из этого следует, что эти силы должны уравниваться потоком электромагнитного импульса. Однако, насколько известно автору, нет соответствующего количественного сопоставления и поэтому оно рассматривается ниже. При этом, в частности, показывается, что из закона сохранения импульса можно найти некоторые следствия.

Оглавление

1. Вступление
 2. Конфигурация поля
 3. Сила Лоренца
 4. Сила Ампера
 5. Обсуждение
- Литература

1. Вступление

Известно, что сила Ампера противоречит третьему закону Ньютона, но не противоречит более общему закону сохранения импульса, поскольку электромагнитное поле обладает импульсом. Важно отметить, что стационарное электромагнитное поле также может обладать импульсом, и поэтому сила Ампера не противоречит закону сохранения импульса и в том случае, когда она возникает при взаимодействии постоянного тока с постоянным магнитным полем. Из этого следует, что сила Ампера должна уравниваться потоком электромагнитного импульса. Однако,

насколько известно автору, нет количественного сопоставления силы Ампера с потоком электромагнитного импульса. Именно это сопоставление и рассматривается ниже. При этом определяются некоторые параметры и с их учетом показывается, что силы Лоренца и Ампера можно рассматривать как следствия существования потока электромагнитного импульса и закона сохранения импульса.

2. Конфигурация поля

Обозначим для электромагнитного поля:

W - плотность энергии (скаляр), $\text{кг}\cdot\text{м}^{-1}\cdot\text{с}^{-2}$,

S - плотность потока энергии (вектор), $\text{кг}\cdot\text{с}^{-3}$,

p - плотность импульса (скаляр), $\text{кг}\cdot\text{м}^{-2}\cdot\text{с}^{-1}$,

f - плотность потока импульса (вектор), $\text{кг}\cdot\text{м}^{-1}\cdot\text{с}^{-2}$

V - объем электромагнитного поля (скаляр), м^3 ,

На рис. 1 показаны проводник длиной L с током I , находящийся в магнитном поле с индукцией B и движущийся со скоростью v под действием силы Ампера F . Векторы напряженности E электрического поля, создающего ток, и индукции B взаимно перпендикулярны. Поэтому возникает поток электромагнитной энергии с плотностью S , показанный на рис. 1 окружностями. Можно представить его в виде двух сфер, объединяющихся в теле проводника и пронизывающего проводник в вертикальном направлении. Этот поток эквивалентен потоку электромагнитного импульса f .

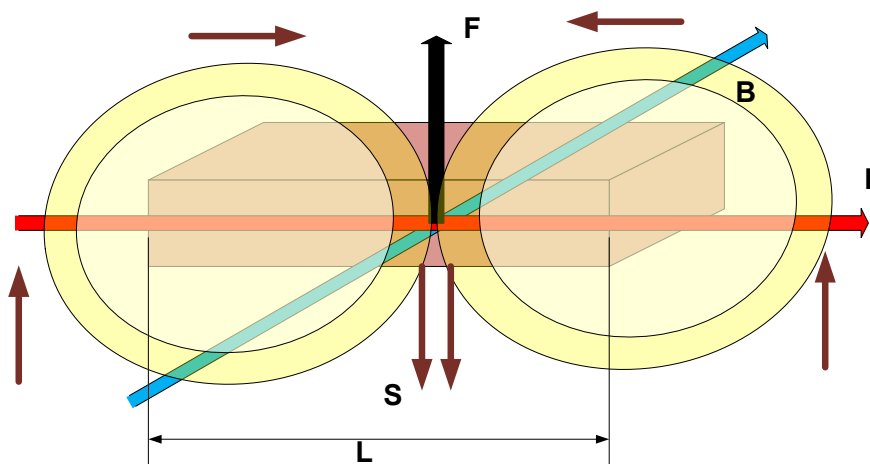


Рис. 1.

Известно [1, 2], что

$$|f| = W. \quad (1)$$

$$S = W \cdot c, \quad (2)$$

$$p = W/c, \quad p = S/c^2, \quad (3)$$

$$f = p \cdot c, \quad f = S/c. \quad (4)$$

Интеграл от плотности по объему будем обозначать как

$$A_V = \int_V A \cdot dV. \quad (4a)$$

Поток энергии S_V может существовать и в статическом электромагнитном поле [3]. Следовательно, поток импульса f_V существует и в статическом электромагнитном поле, создаваемом постоянным током и постоянным магнитным полем.

Закон сохранения импульса для устройства, взаимодействующего с электромагнитным полем, можно записать в следующем виде [3]:

$$-\frac{\partial}{\partial t}(J) = \frac{\partial}{\partial t}(pV) + fV, \quad (5)$$

где

J – механический импульс устройства,

V - объем устройства; объем, в котором электромагнитный импульс взаимодействует с устройством (суммарный поток импульса во всем объеме поля равен нулю).

Известно, что сила, действующая на устройство,

$$F = -\frac{\partial}{\partial t}(J). \quad (6)$$

Следовательно,

$$F = \left(\frac{\partial}{\partial t}(p_V) + f_V \right). \quad (7)$$

Объединяя (7) и (3, 4), получаем:

$$F = \left(\frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{S_V}{c^2} \right) + \frac{S_V}{c} \right). \quad (8)$$

Таким образом, если устройство находится в потоке электромагнитной энергии S_V , то на него действует сила (8),

зависящая только от потока электромагнитной энергии S_V . Эта сила существует и при постоянном потоке S_V , и тогда

$$F = \frac{S_V}{c}. \quad (9)$$

В том случае, если поток электромагнитной энергии распространяется в веществе с относительными диэлектрической ϵ и магнитной μ проницаемостями, в формулы (8, 9) вместо скорости света c в вакууме необходимо подставить скорости света в веществе

$$c_s = \frac{c}{\sqrt{\epsilon\mu}} \quad (10)$$

Рассмотрим случай (показанный на рис. 1), когда векторы электрической E и магнитной H напряженностей перпендикулярны. Тогда

$$S = EH \quad (11)$$

Пусть еще поле в устройстве является равномерным и сосредоточено в объеме V . Тогда из (8, 10, 11) получаем:

$$F = V \left(\frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{EH\epsilon\mu}{c^2} \right) + \frac{EH\sqrt{\epsilon\mu}}{c} \right). \quad (12)$$

Если, кроме того, поле является постоянным, то

$$F = V \frac{EH\sqrt{\epsilon\mu}}{c}. \quad (13)$$

3. Сила Лоренца

Рассмотрим магнитную силу Лоренца, действующую на тело с зарядом q ,двигающееся со скоростью v перпендикулярно вектору магнитной индукции B :

$$F_L = qvB. \quad (14)$$

Мы будем пренебрегать индукцией собственного магнитного поля движущегося заряда (по сравнению с индукцией внешнего магнитного поля) и собственным электромагнитным импульсом движущегося заряда. Тогда надо принять, что сила (14) вызвана потоком импульса электромагнитного поля, пронизывающего тело заряда. При этом из (13, 14) получаем:

$$F_L = V \frac{EH\sqrt{\epsilon\mu}}{c}. \quad (15)$$

где V – объем тела. Отсюда находим:

$$qvB = V \frac{EH\sqrt{\varepsilon\mu}}{c} \quad (16)$$

или, при $B = \mu_0\mu H$,

$$qvc = \frac{VE\sqrt{\varepsilon/\mu}}{\mu_0}. \quad (17)$$

Следовательно, внутри тела должна существовать напряженность электрического поля, направленная вдоль скорости, и равная

$$E = \frac{qvc\mu_0}{V\sqrt{\varepsilon/\mu}}. \quad (18)$$

Заметим, что

$$c\mu_0 = \sqrt{\frac{\mu_0}{\varepsilon_0}} \approx 377 \quad (19)$$

При этом

$$E\sqrt{\frac{\varepsilon}{\mu}} = \frac{qvc\mu_0}{V} \approx 377 \frac{q}{V}v. \quad (20)$$

Следовательно, внутри заряженного тела, движущегося в магнитном поле и находящегося под действием силы Лоренца, существует напряженность электрического поля, пропорциональная скорости движения.

Пример с электроном

У него заряд $q_0 = 1.6 \cdot 10^{-19}$, классический радиус $r_0 = 2.8 \cdot 10^{-15}$, объем, соответствующий этому радиусу,

$V_0 = \frac{4\pi r_0^3}{3} = 92 \cdot 10^{-45}$. При этом $E\sqrt{\frac{\varepsilon}{\mu}} \approx 7 \cdot 10^{26} \cdot v$. Можно

также сказать, что на диаметре электрона вдоль направления скорости существует разность потенциалов – напряжение

$U_0 = 2E_0r_0 \approx 4 \cdot 10^{12} \cdot v\sqrt{\frac{\mu}{\varepsilon}}$. Рассматривая рассуждения

Фейнмана [3] о внутренних силах электрона, удерживающих заряды электрона на поверхности сферы, можно заметить, что это напряжение является той силой, которая "подтягивает" отстающие заряды к своему месту на сфере тогда, когда он движется под действием силы Лоренца.

4. Сила Ампера

Рассмотрим силу Ампера, действующую на проводник с током I ,двигающийся со скоростью v перпендикулярно вектору магнитной индукции B :

$$F_A = IBL. \quad (21)$$

Если эта сила вызвана потоком импульса электромагнитного поля, пронизывающего проводник, то

$$F_A = V \frac{EH\sqrt{\varepsilon\mu}}{c}. \quad (22)$$

где V – объем проводника. Отсюда находим:

$$IBL = V \frac{EH\sqrt{\varepsilon\mu}}{c} \quad (23)$$

или, при $B = \mu_0\mu H$,

$$IHL\mu_0\mu = V \frac{EH\sqrt{\varepsilon\mu}}{c}. \quad (24)$$

Следовательно, напряженность электрического поля в этом случае

$$E = \frac{ILc\mu_0}{V\sqrt{\varepsilon/\mu}}. \quad (24a)$$

Если s - площадь сечения, L - длина проводника, то

$$V = sL. \quad (25)$$

Если напряжение на проводнике постоянно и равно U , то

$$E = U/L. \quad (26)$$

Если удельное сопротивление проводника равно ρ , то

$$U = I\rho L/s = j\rho L \quad (27)$$

и

$$E = j\rho \quad (28)$$

Тогда

$$j\rho = \frac{jsc\mu_0}{s\sqrt{\varepsilon/\mu}} \quad (29)$$

или

$$\varepsilon = \left(\frac{c\mu_0}{\rho} \right)^2 \mu. \quad (30)$$

Таким образом, диэлектрическая проницаемость проводника с током зависит только от μ и ρ .

Например, при $\mu = 1$, $\rho = 2 \cdot 10^{-6}$ (ом*м) из (30) находим, что $\varepsilon \approx 7 \cdot 10^{16}$.

Для проверки подставим (30) в (22) или в (13) получим

$$F_A = VEH \frac{\mu_o \mu}{\rho} = \frac{VEB}{\rho}. \quad (31)$$

и далее с учетом (28) получим (21). Аналогично, подставляя (30, 28) в (12), получим

$$F_A = V \left(\frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{EH}{c} \left(\frac{\mu_o \mu}{\rho} \right)^2 \right) + \frac{EH \sqrt{\varepsilon \mu}}{c} \right) = V \left(\frac{\mu_o \mu}{c \rho} \frac{\partial}{\partial t} \left(EH \frac{\mu_o \mu}{\rho} \right) + EH \frac{\mu_o \mu}{\rho} \right)$$

или

$$F_A = \frac{L \mu_o \mu}{c \rho} \frac{\partial}{\partial t} (IB) + IBL. \quad (32)$$

Следовательно, сила Ампера должна зависеть также и от скорости изменения тока и/или магнитной индукции. Эти изменения могут быть вызваны изменением тока, изменением поля или изменением положения тока относительно поля. Практически такая зависимость может быть обнаружена только при очень высокой частоте (из-за коэффициента $\frac{\mu_o}{c} \approx 4 \cdot 10^{-15}$).

Подставляя (28) в (31), находим:

$$F = VjB, \quad (32a)$$

где (напомним) V – объем токопровода.

Например, при $B = 1[T]$, $j = 4[A/sm^2] = 4 \cdot 10^4[A/m^2]$ из (32a) находим, что $F[N] = 4 \cdot 10^4 V[m^3]$. В частности, при $V = 10^{-3}[m^3]$ находим, что $F = 40[N]$.

5. Обсуждение

Из вышесказанного следует, что силу Ампера можно рассматривать как следствие существования потока электромагнитного импульса и закона сохранения импульса. Но при этом надо еще предположить, что диэлектрическая проницаемость проводника с током зависит от μ и ρ по (30). В этом случае обнаруживается также зависимость силы Ампера от скорости изменения тока и/или магнитной индукции.

Совмещая (20) и (30), найдем

$$E\left(\frac{c\mu_o}{\rho}\right) = \frac{qvsc\mu_o}{V}. \quad (33)$$

или

$$E = \frac{q\rho v}{V}. \quad (34)$$

Качественно эту силу можно объяснить тем, что свободные электроны "отстают" от тела и скапливаются в "хвосте" ускоряющегося тела – такое явление рассмотрено Фейнманом для ускоряющегося электрона [3]. Электрическое сопротивление материала тормозит равномерное распределение зарядов. На это расходуется дополнительная энергия. Следовательно, движение заряженного тела с постоянной скоростью происходит с затратой энергии на тепловые потери. При этом обеспечивается постоянство энергии электрического поля внутри заряженного тела.

Таким образом, силу Лоренца можно рассматривать как следствие существования потока электромагнитного импульса и закона сохранения импульса. Но при этом придется еще предположить, что внутри ДВИЖУЩЕГОСЯ заряженного тела существует напряженность электрического поля вида (34), пропорциональная скорости движения.

Литература

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теория поля.
2. Иванов В.К. Курс общей физики.
http://lms.physics.spbstu.ru/pluginfile.php/2134/mod_resource/content/1/opt_1_03.pdf
3. Р. Фейнман, Р. Лейтон, М. Сэндс. Фейнмановские лекции по физике. Т. 6. Электродинамика. Москва, изд. "Мир", 1966.

Хмельник С.И.

Сила Хмельника

Аннотация

Показано, что из существования потока электромагнитного импульса и закона сохранения импульса следует существование неизвестной ранее силы. Автор приглашает экспериментаторов проверить появление силы Хмельника и дополнить ее название своим именем.

Оглавление

1. Введение
 2. Двигатель Фарадея
 3. Мысленный эксперимент Тамма
 4. Эксперимент Грехема и Лахоза
 5. Мысленный эксперимент Иванова
 6. Предлагаемая конструкция
- Литература

1. Введение

В [1] показано, что силы Лоренца и Ампера могут быть определены как следствия существования потока электромагнитного импульса и закона сохранения импульса. При этом они определяются в виде (в системе СИ)

$$F = V \cdot S \cdot \sqrt{\varepsilon\mu} / c, \quad (1)$$

где

S - плотность потока энергии,

V - объем тела, пронизываемого потоком электромагнитного поля,

ε - относительная диэлектрическая проницаемость тела,

μ - относительная магнитная проницаемость тела,

c - скорость света в вакууме.

На основе этой формулы можно утверждать, что существует еще одна сила, которую для краткости назовем силой Хмельника (если, конечно, никто еще не рассматривал эту силу). В частности, она может быть силой Лоренца или силой Ампера. Но в других

случаях она не эквивалентна этим силам. Рассмотрим некоторые такие случаи.

2. Двигатель Фарадея

Наиболее яркий пример такой силы можно наблюдать в конструкции, изображенной на следующем [рис. 1](#). "Изобретатель данного мотора взял дисковый неодимовый магнит с никелевым покрытием, намагниченный по оси, к нему в центре примагнитил шуруп с острым концом, а этот конец примагнитил к плюсу круглой батарейки. Минусовой вывод батарейки он соединил тонким проводом (как щетка) с цилиндрической поверхностью магнита. Таким образом, между острием шурупа и плюсовым выводом образовался подшипник с очень малым трением. Когда минус батареи был соединен с окружностью магнита, магнит закрутился сразу и в течении пары секунд развил скорость порядка 15,000 об/мин, после чего за счет дисбаланса сорвался с шурупа и улетел!". Цитата и рис. 1 взяты из [2], но каждый может легко повторить такой эксперимент. Ранее в [3] было дано краткое объяснение этого эксперимента.



Рис. 1.

В сущности, это – частный случай двигателя Фарадея – см. рис. 2. В нем имеется электропроводящий магнит с индукцией B , линия тока I , проходящего по оси вращения (вертикальному шурупу на рис. 1), радиусу магнита и неподвижный контакт K . На токопроводящем радиусе имеется электрическая напряженность

$$E = j\rho, \quad (2)$$

где j - плотность тока, ρ - удельное сопротивление. Магнитная напряженность H пропорциональна индукции B . Векторы этих

напряженностей взаимно перпендикулярны и поэтому возникает поток электромагнитной энергии с плотностью

$$S = EH, \quad (3)$$

показанный на рис. 2 окружностями в плоскости магнита. Заметим, что этот поток возникает в статическом электромагнитном поле. Этот поток создает силу F , вращающую магнит со скоростью v . Эта сила не является ни силой Лоренца, ни силой Ампера.

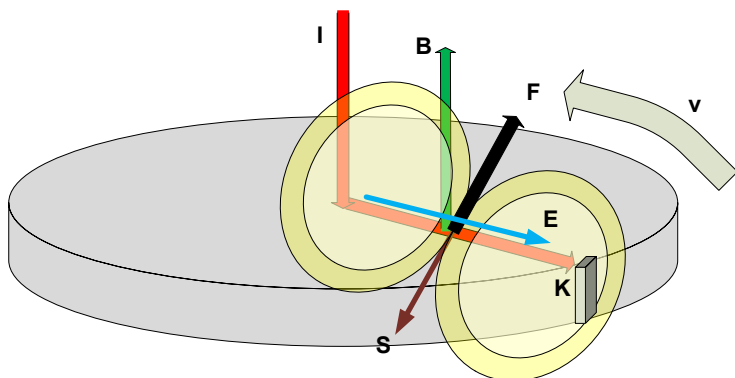


Рис. 2.

3. Мысленный эксперимент Тамма

В [4] Тамм описывает следующий мысленный эксперимент – см. рис. 3. Рассматривается цилиндрический конденсатор, помещённый в однородное магнитное поле H , параллельное его оси. В пространстве между обкладками конденсатора, помимо магнитного, существует также и радиальное электрическое поле напряжённости E , созданное заряженным конденсатором. В пространстве между обкладками конденсатора в статическом электромагнитном поле существует вектор Пойнтинга (3). Линии вектора Пойнтинга, т. е. линии потока энергии, представляют собой концентрические окружности, плоскости которых перпендикулярны к оси конденсатора.

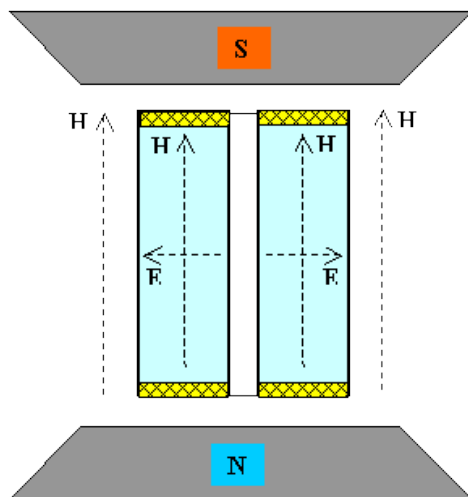


Рис. 3.

4. Эксперимент Грехема и Лахоза

Схема эксперимента приведена на рис. 4, где

- 1 - цилиндрический конденсатор,
- 2 - торсионно-осцилляционная подвеска,
- 3 - зеркальце,
- 4 - радиально расположенные провода для подачи переменного напряжения на пластины,
- 5 - сверхпроводящий соленоид.

Авторы пишут: "Наша программа измерения сил, связанных с электромагнитным импульсом на низких частотах в веществе достигла кульминации в первом прямом наблюдении свободного электромагнитного момента импульса, создаваемого квазистатическими (неволновыми) независимыми полями E и B в пространстве между пластинами цилиндрического конденсатора. Чтобы зарегистрировать его (конденсатора) движение использовалась резонансная подвеска. Наблюдаемые изменения момента импульса согласуются с классической теорией в пределах ошибки $\sim 20\%$. Это наводит на мысль, что вакуум есть место, где что-то движется, при наличии статических полей, обладающих ненулевым вектором Пойнтинга, как и предвидели Максвелл и Пойнтинг."

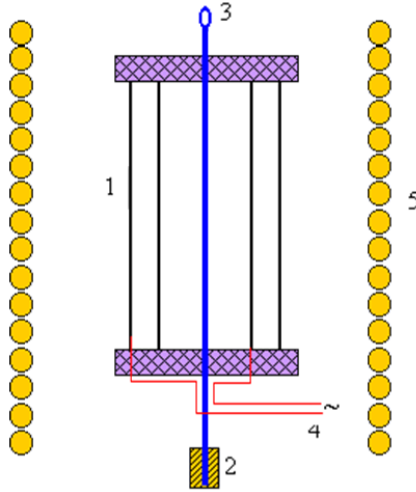
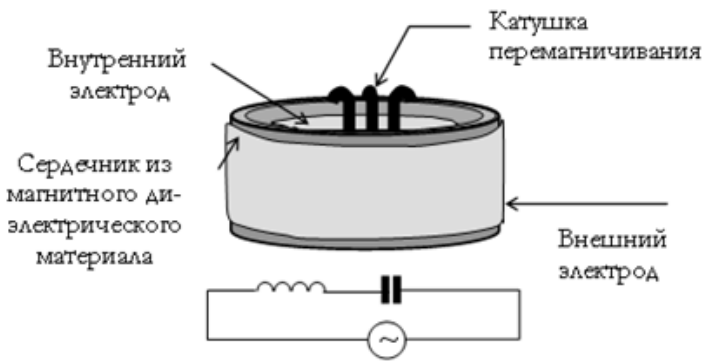


Рис. 4.

5. Мысленный эксперимент Иванова

Эксперименты Тамма, Грэхема и Лахоза обсуждает Иванов в [6] (откуда взяты иллюстрации и перевод статьи [5]). Из них, по его мнению, следует, что "момент импульса вещества и поля не сохраняется". Позднее в [7] он предлагает конструкцию, изображенную на рис. 5. Он полагает, что его конструкция будет двигаться только при переменном напряжении. Его доказательство построено "на основании законов сохранения импульса, энергии и принципа относительности, согласно которым такое движение осуществляется благодаря силовому и энергетическому взаимодействию с физическим вакуумом (эфиром)".



Эквивалентная электрическая схема

Рис. 6.

3. Предлагаемая конструкция

Все вышеперечисленные эксперименты не могут быть объяснены силами Лоренца или Ампера, но легко объясняются силами (1). Наиболее отчетливо это можно показать на предлагаемой далее конструкции.

Рассмотрим рис. 7, где изображено тело, находящееся внутри соленоида с **постоянным** током I . Тело имеет обкладки-электроды, находящиеся под **постоянным** напряжением U . При этом в теле создается стационарное электромагнитное поле с электрической E и магнитной H напряженностями. Возникает поток электромагнитной энергии с плотностью (3), показанный на рисунке окружностями. Можно представить его в виде двух сфер, объединяющихся в теле и пронизывающих его в вертикальном направлении. Этот поток создает силу (1), действующую на тело.

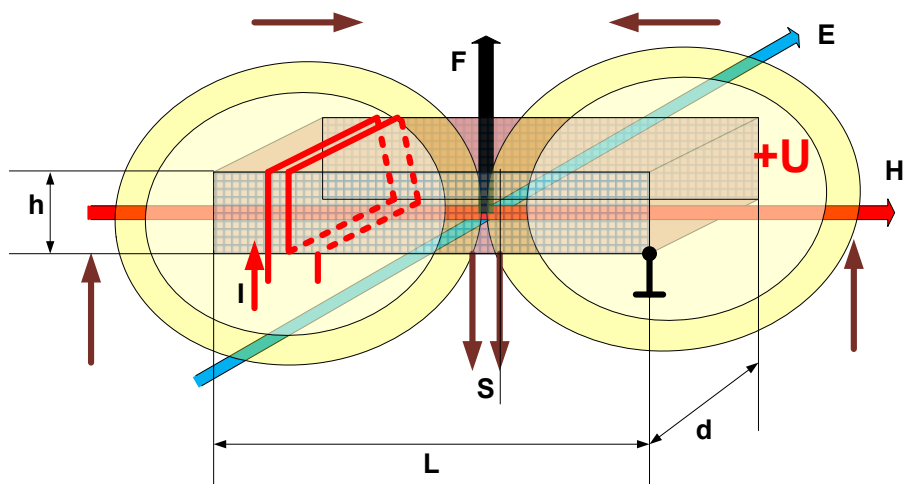


Рис. 7.

Рассмотрим подробнее расчет силы (1), используя для этого обозначения размеров тела, показанные на рис. 3: L, d, h . Имеем:

$$E = U / d, \tag{4}$$

$$H = Iw / L, \tag{5}$$

$$V = hdL. \tag{6}$$

При этом

$$F = V \cdot E \cdot H \cdot \sqrt{\epsilon\mu} / c, \tag{7}$$

или

$$F = hUIw\sqrt{\varepsilon\mu}/c. \quad (8)$$

Пример. Пусть в системе СИ $\mu = 1$, $\varepsilon = 4$, $c = 3 \cdot 10^8$, $U = 30000$, $I = 20$, $h = 0.2$, $w = 100$.
Тогда $F = 0.2 \cdot 30000 \cdot 20 \cdot 100 \sqrt{4 \cdot 1} / 3 \cdot 10^8 = 0.08 [N]$.

Таким образом, **устройство обещает быть реализуемым.** Автор приглашает экспериментаторов проверить появление силы Хмельника и дополнить ее название своим именем.

Литература

1. Хмельник С.И. Силы Лоренца, Ампера и закон сохранения импульса. Количественный анализ и следствия, <http://vixra.org/pdf/1407.0065v1.pdf>
2. Геннадий Ивченков. Магнитное поле – статическое образование, не принадлежащее носителю поля, или парадокс униполярных машин, <http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/11565.html>
3. Хмельник С.И. Униполярный двигатель Фарадея и закон сохранения импульса, «Доклады независимых авторов», изд. «ДНА», ISSN 2225-6717, Россия – Израиль, 2012, вып. 21, ISBN 978-1-300-55019-8, printed in USA, Lulu Inc., ID 13514159, <http://lib.izdatelstwo.com/Papers/23.155.pdf>
4. Тамм И.Е. Основы теории электричества. Издательство технико-теоретической литературы, М., ”НАУКА”, 1989
5. Graham G.M., Lahoz D.G. Nature, 285, 154, 1980.
6. Иванов Г.П. Это не FLYWHEEL или первые шаги настоящей физики, <http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/4225.html>
7. Иванов Г.П. Обоснование существования эфириопорных сил в классической электродинамике. «Доклады независимых авторов», изд. «ДНА», ISSN 2225-6717, Россия – Израиль, 2010, вып. 15, ISBN 978-0-557-52134-0, printed in USA, Lulu Inc., ID 8976094, <http://lib.izdatelstwo.com/Papers/15.120.pdf>

Хмельник С.И.

Принцип обратимости в униполярных машинах Фарадея

Аннотация

Показано, что из существования потока электромагнитного импульса и закона сохранения импульса следует объяснение принципа действия генератора Фарадея.

Оглавление

1. Вступление
 2. Моделирование двигателя Фарадея
 3. Моделирование генератора Фарадея
- Литература

1. Введение

Электрические униполярные машины, прообразом которых послужил генератор Фарадея, имеют широкую область применения и изготавливаются многими крупными фирмами. Естественно, имеется и методика расчета [1]. Вместе с тем научная обоснованность этой методики, а, проще говоря, общепризнанное объяснение принципа действия этого генератора отсутствует.

Казалось бы, для объяснения генератора проще всего воспользоваться принципом обратимости электрических машин и использовать принцип действия двигателя Фарадея. Но проблема в том, что и этот принцип плохо обоснован (и доказательством этого служит как раз невозможность "инвертировать" его в применении к генератору).

Ниже используется объяснение принципа действия двигателя Фарадея, данное в [2], и показывается, что аналогичный подход можно использовать для объяснения принципа действия генератора Фарадея.

2. Моделирование двигателя Фарадея

В двигателе Фарадея (см. рис. 1) имеется электропроводящий магнит с индукцией B , линия тока I , проходящего по оси

вращения, радиусу магнита и неподвижный контакт K . На токопроводящем радиусе имеется электрическая напряженность

$$E = j\rho, \quad (1)$$

где j - плотность тока, ρ - удельное сопротивление. Магнитная напряженность H пропорциональна индукции B . Векторы этих напряженностей взаимно перпендикулярны и поэтому возникает поток электромагнитной энергии с плотностью

$$S = EH. \quad (2)$$

Заметим, что этот поток возникает в статическом электромагнитном поле. Поток статического поля замкнут (из-за закона сохранения энергии) и поэтому показан на рис. 1 цилиндрами. Радиус магнита, по которому течет ток I , является линией соприкосновения этих цилиндров. Вектор потока S , лежащий на поверхности магнита, перпендикулярен указанному радиусу. Этот поток S создает силу F , направленную противоположно вектору потока S , и вращающую магнит со скоростью v . Эта сила является силой Хмельника [2] и вычисляется по формуле

$$F = V \cdot S \cdot \sqrt{\varepsilon\mu}/c, \quad (3)$$

где

S - плотность потока энергии,

V - объем тела, пронизываемого потоком электромагнитного поля,

ε - относительная диэлектрическая проницаемость магнита, точнее, той его части, по которой протекает ток,

μ - относительная магнитная проницаемость магнита,

c - скорость света в вакууме.

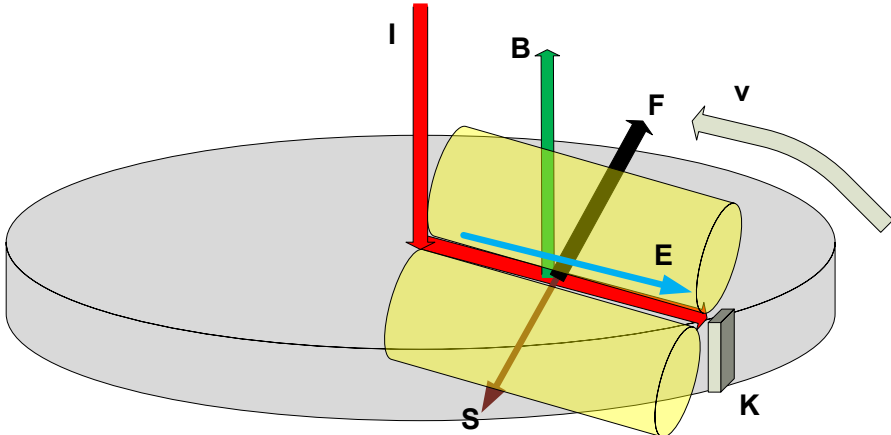


Рис. 1.

В [3] показано, что диэлектрическая проницаемость проводника с током зависит только от μ и ρ :

$$\varepsilon = \left(\frac{c\mu_0}{\rho} \right)^2 \mu. \quad (4)$$

где

μ_0 - магнитная проницаемость вакуума,
 ρ - удельное сопротивление проводника.

Объединяя (1, 3, 4), получаем

$$F = VjB, \quad (5)$$

где

j - плотность тока,
 B - магнитная индукция.

или

$$F = IBL, \quad (6)$$

где

I - ток,
 L - длина радиуса.

Формально эта формула совпадает с формулой силы Ампера, но только формально, т.к. здесь сила приложена к магниту.

Например, при $B = 1[T]$ $j = 4[A/sm^2] = 4 \cdot 10^4 [A/m^2]$ из (5) находим, что $F[N] = 4 \cdot 10^4 V[m^3]$. В частности, при $V = 10^{-3}[m^3]$ находим, что $F = 40[N]$.

Обозначим:

U - напряжение источника,
 R - общее сопротивление,
 L - длина радиуса,
 $l = L/2$ - средний радиус приложения силы,
 J - момент инерции,
 ω - скорость вращения,
 $v = \omega l = \omega L/2$ - средняя линейная скорость,
 P_H - мощность нагрузки двигателя.
 M_H - момент нагрузки.

По закону сохранения момента импульса имеем:

$$J \frac{d\omega}{dt} = Fl - M_H. \quad (7)$$

Следовательно,

$$\frac{d\omega}{dt} = (FL/2 - M_H) / J. \quad (8)$$

Мощность, развиваемая силой F ,

$$P_F = vF = \omega FL/2 \quad (9)$$

или, с учетом (6),

$$P_F = \omega BL^2 / 2. \quad (10)$$

Уравнение баланса мощности имеет вид:

$$UI = I^2 R + P_F. \quad (11)$$

или

$$U = IR + e, \quad (12)$$

где

$$e = B\omega L^2 / 2, \quad (13)$$

т.е. двигатель Фарадея создает для источника напряжения противо-э.д.с. Таким образом, в проводнике, движущемся в неподвижном магнитном поле, создается э.д.с. В нашем случае проводник движется вместе с источником магнитного поля. Но и в этом случае в нем должна создаваться э.д.с., т.к. магнитное поле не перемещается вместе с объектом, его создающим.

Из (12) имеем:

$$I = \frac{U - e}{R}, \quad (14)$$

Из (6, 8) имеем:

$$\frac{d\omega}{dt} = (IBL^2 / 2 - M_H) / J. \quad (15)$$

Очевидно,

$$P_H = M_H \omega. \quad (16)$$

Приведенные уравнения (13-16) позволяют найти все неизвестные, как функции времени, при $\omega(0) = 0$ - см. рис. 2 при $L=0.2, J=0.02, R=0.5, U=5.9, B=1, M_H=0.2$ в системе СИ.

В установившемся режиме

$$I = 2M_H / BL^2, \quad (17)$$

$$e = U - IR, \quad (18)$$

$$\omega = 2e / BL^2. \quad (19)$$

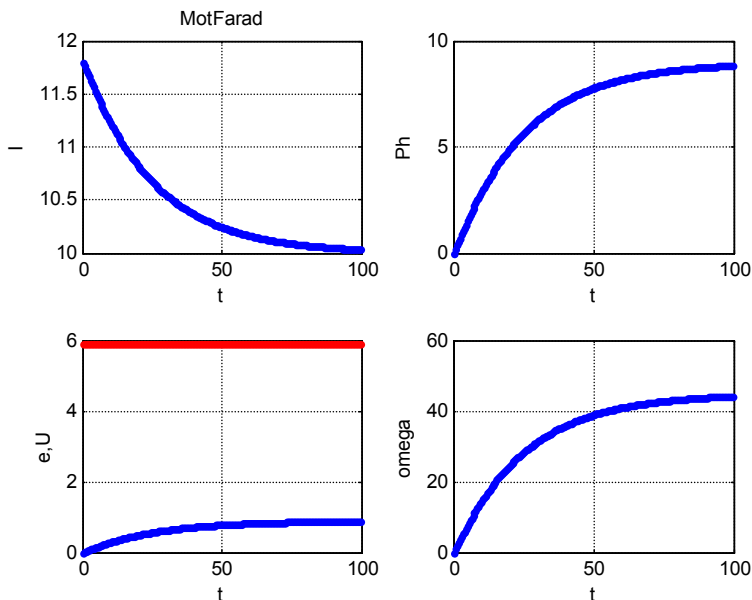


Рис. 2.

Совмещая уравнения (13-15), найдем:

$$\frac{d\omega}{dt} = \left(\frac{\left(U - \frac{BL^2\omega}{2} \right) BL^2}{2R} - M_H \right) / J . \tag{20}$$

или

$$\frac{d\omega}{dt} = -a\omega + d, \quad b = BL^2, \quad a = \frac{b^2}{4RJ}, \quad d = \frac{2bU - 4RM_H}{4RJ} . \tag{21}$$

Следовательно,

$$\omega = \frac{d}{a} (1 - \exp(-at)), \tag{22}$$

$$\omega_{\max} = \frac{d}{a} = \frac{2bU - 4RM_H}{b^2} \tag{22a}$$

и длительность разгона

$$\tau \approx \frac{3}{a} = \frac{12RJ}{b^2} \tag{23}$$

3. Моделирование генератора Фарадея

Для моделирования генератора Фарадея воспользуемся принципом обратимости электрических машин.

Предположим, что в генераторе тоже существует сила F вида (6). В начальный момент она может появиться как результат возникновения тока, вызванного силой Лоренца – в этом случае она должна иметь очень незначительную величину, поскольку экспериментально такой ток не обнаруживается.

Обозначим момент двигателя и момент силы F как M_D, M_F .

Тогда

$$M_F \approx FL/2 = IBL^2/2. \quad (31)$$

Мощность, развиваемая силой F , определена по (10), а мощность двигателя

$$P_D = M_D \omega \quad (32)$$

Используя принцип обратимости электрических машин, запишем по аналогии (20) уравнение закона сохранения момента импульса для генератора:

$$J \frac{d\omega}{dt} = \frac{P_D}{\omega} - M_F. \quad (33)$$

Следовательно,

$$\frac{d\omega}{dt} = \left(\frac{P_D}{\omega} - M_F \right) / J. \quad (34)$$

Уравнение баланса мощности имеет вид:

$$P_D = I^2 R + P_F. \quad (35)$$

Из (10, 35) находим:

$$P_D = I^2 R + \omega IBL^2/2$$

или

$$I^2 R + eI - P_D = 0. \quad (36)$$

где

$$e = \omega BL^2/2. \quad (37)$$

Эта формула совпадает с формулой (13) для двигателя и с формулой Тамма [4], полученной иначе. Из (36) следует, что генератор Фарадея является источником тока

$$I = \frac{-e + \sqrt{e^2 + 4RP_D}}{2R}, \quad (38)$$

Напряжение на генераторе

$$U = IR. \tag{39}$$

Электрическая мощность генератора

$$P = UI = I^2R. \tag{40}$$

Из (34, 31) находим:

$$\frac{d\omega}{dt} = \left(\frac{P_D}{\omega} - IBL^2/2 \right) / J. \tag{41}$$

В установившемся режиме находим из (41):

$$\left(\frac{P_D}{\omega} - IBL^2/2 \right) = 0. \tag{42}$$

Следовательно, если двигатель вырабатывает мощность P_D при скорости ω , то ток генератора

$$I = 2P_D / \omega BL^2. \tag{43}$$

Приведенные уравнения (37-41) позволяют найти все неизвестные, как функции времени, при данных начальных условиях $I(0)=0$, $\omega(0) = \omega_0$ - см. рис. 3 при $\omega_0 = 10$, $J=0.02$, $L=0.2$, $R=0.5$, $B=1$, $P_D=11$, $\omega_{\max} = 50$ в системе СИ. Функции на рис. 3, указанные слева от окон, перечислены в соответствии с графиками сверху вниз; в скобках указан цвет линии.

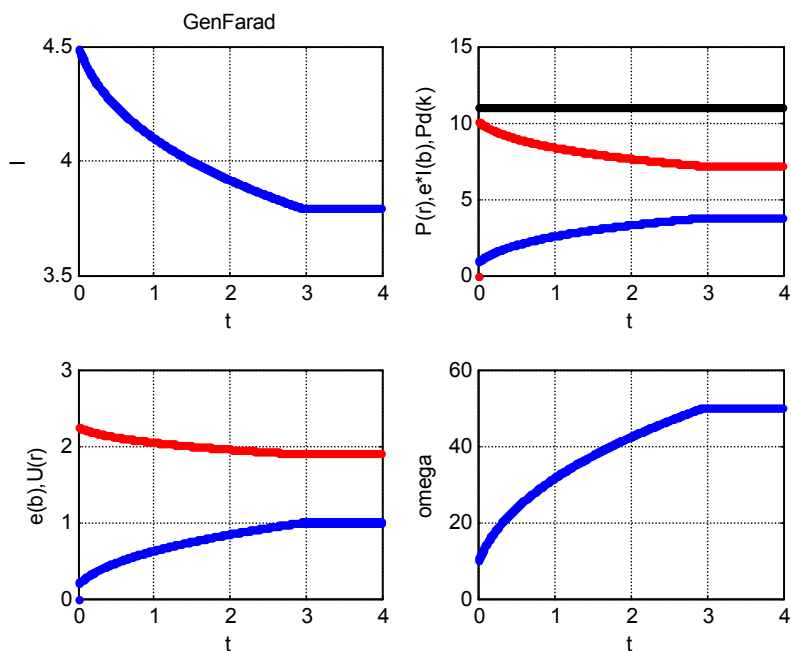


Рис. 3.

Решение этих уравнений существует при данных начальных условиях $I(0)=0$, $\omega(0)=\omega_0$. Следовательно, если в некоторый момент при вращении возникнет ток I , то через некоторое время он резко возрастет, а в дальнейшем начнет уменьшаться вместе с увеличением скорости вращения ω . При стабилизации скорости $\omega = \omega_{\max}$ двигателя (вращающего генератор) ток I генератора примет значение (43).

Начальный скачок тока может быть обеспечен (как уже говорилось) силой Лоренца. При этом сила F должна возникнуть как следствие закона сохранения момента импульса.

Литература

1. Электрические униполярные машины.
<http://www.vbega.ru/engineering/uniolyar/1/index.html>
2. Хмельник С.И. Сила Хмельника,
<http://vixra.org/pdf/1407.0076v2.pdf>
3. Хмельник С.И. Силы Лоренца, Ампера и закон сохранения импульса. Количественный анализ и следствия,
<http://vixra.org/pdf/1407.0065v1.pdf>
4. Тамм И.Е. Основы теории электричества, Москва, ФИЗМАТЛИТ, 2003, стр. 547.

Шагов В.В.

Элементарный электрический заряд, опыты Милликена и природа многократно заряженных ионов

Аннотация

Исследование посвящено природе "квантования" электрического заряда, который у элементарных частиц по величине равен заряду электрона или отсутствует. В работе дан критический анализ классических экспериментов Милликена по измерению элементарного заряда на каплях масла. Выдвинута гипотеза о природе многократно заряженных ионов и предложены способы ее проверки.

Оглавление

1. Введение
2. Основная часть
 - 2.1. Дискретный электрический заряд в химии
 - 2.2. О дискретной структуре зарядов ионов в электролитах
 - 2.3. Многократно заряженные ионы в плазме
 - 2.4. Опыт Милликена
 - 2.4.1. Роль диэлектрической проницаемости среды в опытах Милликена
 - 2.4.2. Роль электрического поля в опытах Милликена
 - 2.4.3. Роль X-лучей в опытах Милликена
3. Заключение
 - 3.1. Размышления о природе элементарного электрического заряда

- 3.1.1. Связь электрической энергии с механической и элементарный электрический заряд
- 3.2. Предпосылки появления гипотезы о природе многократно заряженных ионов
- 3.3. Гипотеза о природе многократно заряженных ионов и ее экспериментальная проверка

Литература

1. Введение

В резолюции XXIV Генеральной конференции по мерам и весам 2011 г. было предложено перейти к определению единиц измерения через фундаментальные константы. К примеру, ампер собираются выражать через элементарный электрический заряд (эз). Переход на систему единиц измерения, основанную на фундаментальных константах, требует не только знания точных значений величин, но и глубокого понимания сущности этих постоянных.

Методы определения эз можно разделить на две группы. В одной, поведение свободных электронов изучают в электрических и магнитных полях; в другой – методы применяются к электронам, связанным в атомных оболочках: в них используется излучение света электронами или их взаимодействие со светом, т. е. последние опираются на модель строения атома (МАТ) и теорию атомных спектров.

Множество определений эз выполнено через удельный заряд электрона e/m . К ним относятся: метод скрещенных электрических и магнитных полей; определение скорости электронов, прошедших известную разность потенциалов (методы Кирхнера [1] и Деннингтона [2]). Спектроскопические методы [1] основаны на измерении разностей длин волн спектральных линий: первый метод опирается на "классическую теорию" нормального эффекта Зеемана, второй метод (дает массу электрона, а не его удельный заряд) основан на измерении разностей длин волн соответствующих линий в спектрах водорода и ионизированного гелия или изотопов водорода: протия и дейтерия.

Эз также был оценен методом Резерфорда-Гейгера [3] путем счета числа и измерения общего заряда α -частиц.

Довольно точно эз получается через число Авогадро – N_{Av} , определенное рентгеноструктурным методом, когда эз рассчитывается из соотношения: $e = F/N_{Av}$, где F – число Фарадея.

На сегодняшний день лучшее значение ээз основано на определении постоянной тонкой структуры [7].

Непосредственно ээз был измерен только в классическом эксперименте Милликена с масляными каплями [4 – 6] и в его модификациях, поэтому в данной работе ему уделено особое внимание. Милликен в своих исследованиях опирался на результаты опытов Фарадея [4, стр. 21], ибо понятие дискретности электричества изначально базируется на электрохимических экспериментах. Основываясь на числе элементарных зарядов, якобы переносимых ионами в электролитах, в науку было введено понятие дискретного электричества, электрические силы привлечены для объяснения химических взаимодействий, а в модель строения атома включены элементарные заряженные частицы.

Данная работа является продолжением исследования природы ээз, начатого в [8]. В ней предложены способы проверки гипотезы о многократно заряженных ионах (МЗИ), наличие которых в плазме, исходя из МАТ, является важным доказательством как существования ээз, так и адекватности самой МАТ.

2. Основная часть

2.1. Дискретный электрический заряд в химии

Частицы с элементарными электрическими зарядами в химии фигурируют в виде ионов и электронов. Также используются понятия степени окисления (условного электростатического заряда атома) и эффективного заряда атома.

Анализ обоснованности использования зарядовых чисел ионов и чисел электронов в уравнениях и формулах химии, представленный в работе [8] показывает, что дискретность электрических зарядов не следует из электрохимических экспериментов и законов электролиза. Этот вывод базируется на следующих фактах.

Степень окисления – это формальная характеристика, она относится к стехиометрии реакции (бывает нецелочисленной), а не к зарядовым числам ионов или штучным электронам, участвующим в реакции.

Коэффициенты в уравнениях химии, электрохимии (и в законах Фарадея), приписываемые элементарным электрическим зарядам, определяются стехиометрическими составами реагентов и продуктов реакций.

Эквиваленты (в том числе, в законах электролиза) определяются без привлечения элементарных зарядов из стехиометрических чисел

компонентов реакций, основываясь на законе кратных отношений. Экспериментально определяемым является химический состав соединения; он реален при любой возможной интерпретации природы химических сил (чего нельзя сказать о передаче электронов в реакциях).

Эффективные заряды атомов в молекулах и кристаллах не бывают целнократными к ээз, а их значения редко превышают двух.

При современном описании химической связи оперируют не штучными электронами, а плотностью вероятности.

Равновесная электрохимия может вовсе обходиться без привлечения электрически заряженных частиц, без ионов [9].

Законы электролиза не доказывают дискретности электричества. Химические реакции, идущие самопроизвольно в гальваническом элементе, вырабатывают электрическую энергию, тогда как в электролизере, наоборот, процессы идут "принудительно" за счет электрической энергии, подводимой от внешнего источника. Электролиз начинается после того, как напряжение, создаваемое внешним источником тока на электродах, достигает значения, превышающего разность равновесных потенциалов обоих электродов на величину катодного и анодного перенапряжений и омического падения напряжения в электролизере.

Электроды заряжаются по внешней цепи и, как постулируется, без протекания тока электронов через электролит. Сила тока, идущего от источника электрической энергии к электродам электролизера для поддержки заданного напряжения, определяется скоростью реакций на них: чем больше вещества превращается в единицу времени, тем большая электрическая мощность потребляется в электролизере. Однозначная связь между разностью потенциалов U и скоростью электродного процесса, выраженная в уравнениях кинетики, позволяет утверждать, что всегда, если потенциал данного электрода отличается от равновесного на определенную величину ΔU , должен протекать процесс с определенной скоростью; причина, вызвавшая отклонения потенциала, безразлична [10]. Когда электрохимическая реакция переходит в диффузионную стадию, дальнейший сдвиг потенциала уже не увеличивает скорость процесса: диффузия не успевает обеспечивать электрод реагирующим веществом, достигается предельный ток. Скорость электродного процесса, подчиняющегося диффузионной кинетике, удобно выражать через плотность тока,

ибо эта величина доступна непосредственному измерению. В любых условиях поляризации фактическая скорость диффузии равна фактической скорости электродной реакции; плотность тока в диффузионной области определяется количеством реагентов и продуктов, поступающих к единице поверхности электрода в единицу времени. Так как электродный процесс является химической реакцией, то за основу выводов количественных зависимостей между смещением потенциала от равновесного значения и скоростью реакции, выраженной через плотность тока, принимаются обычные уравнения химической кинетики: скорость реакции выражается через активности реагирующих ионов, энергию активации и температуру. Сдвиг потенциала от равновесного значения, определяя скорость реакции, влияет на величину энергии активации – в этом и заключается важная особенность электродных реакций по сравнению с обычными химическими процессами [10].

Электрический ток протекает в результате химических реакций, следовательно, не количество превращающегося при электролизе вещества определяется количеством прошедшего электричества, а, наоборот, количество электричества, подведенное к электродам электролизера для восстановления напряжения, определяется количеством вещества, прореагировавшего за время электролиза.

М. Фарадей при электролизе измерял ток и время, ибо *on line* это гораздо проще и быстрее, и только потом определял: сколько вещества превратилось за 1 с при токе в 1 А. В том числе поэтому в законах электролиза ток и время (количество электричества), а не количество вещества, оказались на первом месте.

2.2. О дискретной структуре зарядов ионов в электролитах

Предположение, что законы Фарадея, вместе с гипотезой о существовании атомов, приводят к заключению, что и электричество, по крайней мере, при электролизе, должно состоять из дискретных элементарных зарядов, было впервые заявлено Стонеем и Гельмгольцем (в речи, посвященной памяти Фарадея, 5 апреля 1881 г.). Проанализируем доказательства существования дискретности электричества, приводимые Гельмгольцем, и другими физиками, разбив их на тезисы [11, стр.11].

Тезис "А": "Из законов электролиза следует, что если пропускать одно и то же количество электричества через различные электролиты, то количество веществ, выделяемых в растворах одновалентных ионов, будет пропорционально атомным весам ионов. Если это количество электричества как раз таково, что оно

выделяет один г-ат определенных ионов, то в любом другом электролите, содержащем одновалентные ионы, оно выделит тоже один г-ат ионов".

Тезис "Б": "Так как электрический ток в электролите обусловлен движением ионов, то можно сформулировать установленный факт, утверждая, что один г-ат одновалентных ионов, содержащий одинаковое количество частиц, равное числу Авогадро: $N_{Av} = 6.02 \cdot 10^{23}$, несет с собою всегда одно и тоже количество электричества $F = 96485.31$ Кл, вне зависимости от природы этих ионов. Наиболее вероятно, что весь электрический заряд распределен равномерно по всем частицам, и заряд, переносимый одним ионом, будет иметь совершенно определенную величину, равную $F/N_{Av} = e$; заряд, переносимый каждым двухвалентным ионом, будет $2e = 2F/N_{Av}$; ζ -валентным ионом: $\zeta e = \zeta F/N_{Av}$. То есть различные ионы могут нести на себе заряды, кратные e : равные $1e, 2e, \dots, ze$ ".

Анализ тезиса "А" начнем с того, что "количество веществ, выделяемых в растворах одновалентных ионов, будет пропорционально атомным весам ионов" тогда, когда в разных химических реакциях превращаются одинаковые числа n атомов или молекул, ибо масса любых продуктов реакции $m = n \cdot M$, где M – масса молекулы полученного вещества. Так как в законах электролиза количество электричества, равное числу Фарадея, жестко привязано к превращению числа частиц N_{Av} , то массы превращенных веществ оказываются пропорциональными и атомным весам ионов, и количеству электричества.

Помимо этого, при анализе тезиса "А" следует исходить из факта, что количество электричества, которым оперируют в электролизе, через электролит не "пропускается", а подводится от внешнего источника тока к электродам для создания и поддержания на них требуемой для электролиза разности потенциалов U_1 . К тому же на электролиз затрачивается не количество электричества, а электрическая энергия. На первые акты химического превращения израсходуется электрическая энергия: $\Delta W = \Delta U \cdot I \cdot \Delta t$, и без подключенного внешнего источника тока напряжение на электродах электролизера уменьшится до U_2 . Включение вновь источника тока, вызовет, в результате возникшей разности потенциалов ($\Delta U = U_1 - U_2$) между ним и электродами электролизера, протекание электрического тока I в течение времени Δt , пока напряжение на электродах не восстановится до U_1 (или до значения, при котором возможен электролиз). Это количество

электричества $\Delta q = I \cdot \Delta t$, восстанавливающее напряжение на электродах, пропорционально количеству превращенного вещества, ибо протекание тока I вызвано химическими процессами, идущими в течение времени Δt . Так как химические реакции идут согласно закону кратных отношений, то и количество электричества будет пропорционально эквивалентам превращенных веществ. Энергия в электрохимических процессах подводится (отводится) электрическим током, который измеряется во внешней цепи, а не в электролите.

Для выяснения вопроса о переносе электрического тока ионами рассмотрим обобщенный закон Фарадея:

$$m = \frac{Mq}{zF} \quad (1)$$

где M – молекулярная масса вещества, участвующего в электролизе; $q = I \cdot t$ – количество электричества, которое подводится к электродам в процессе электролиза; F – постоянная Фарадея; z – эквивалентное число (или число электронов).

Из тезиса "Б" следует, что число ионов n , перешедших за время t в электролит с электрода (или обратно) и несущих общий электрический заряд: $q = n \cdot z \cdot e$, пропорционально количеству превращающихся на электроде частиц n за это время. Ток ионов: $I = z \cdot e \cdot n/t$, где z – зарядовое число ионов, движущихся к электроду (или от него). Если z в знаменателе формулы обобщенного закона Фарадея (1) принять, как это обычно делается, за количество электронов, участвующих в реакции, то z в числителе и z в знаменателе оказываются равными по величине.

Подставляя в (1) $q = n \cdot z \cdot e$, с учетом равенства $F = N_{Av} \cdot e$, после сокращений, получим формулу закона Фарадея вовсе без участия электрических зарядов:

$$m = \frac{n}{N_{Av}} M \quad (2)$$

где: n/N_{Av} – мольная доля превращенного вещества с молекулярной массой M ; N_{Av} – число Авогадро. Масса m , прореагировавшего на электроде вещества, пропорциональна произведению мольной доли n/N_{Av} на молекулярную массу вещества M . От количества электричества, фигурировавшего в (1), в формуле (2) остается только количество частиц n , участвующих в реакции (вне зависимости от их заряда). Согласно (2), при участии в электродных реакциях одинаковых количеств частиц n разных веществ, получим массы веществ, пропорциональные молекулярным массам этих

веществ. Об этом было сказано при рассмотрении тезиса "А" и говорится в законах Фарадея.

В тезисе "Б" также утверждается, что различные ионы могут нести на себе заряды, кратные e ($1e, 2e, \dots, ze$). Считается, что ток электронов при электролизе идет не в электролите от электрода к электроду, а от одной клеммы внешнего источника тока к одному электроду, и от другого электрода ко второй клемме источника тока. То есть измеряемое количество электричества, входящее в законы электролиза, подводится от внешнего источника тока к электродам, на которых протекают химические реакции, для восстановления напряжения, а не переносится "на ионах" в электролите.

Движение ионов к электродам (от них) осуществляется в результате диффузии реагентов и продуктов реакций, за счет образующихся градиентов концентраций у электродов и в объеме электролита. Скорость перемещения ионов диффузией (при прочих равных условиях) определяется скоростью реакции, которая зависит от разности потенциалов на электродах. Диффузия продуктов электролитических реакций от электродов в объем, а реагентов из объема электролита (к электродам) не нуждается в электрических силах. Ионы диффундируют, получая энергию на перемещение из окружающей среды, от электродов (всегда отличных, по сравнению с электролитами, проводников тепла), от теплового эффекта реакции. Подвод (отвод) энергии для электродных реакций, осуществляемый электронами к электродам (от них), а перемещение веществ – ионами, требуется только после акта химического взаимодействия.

Как видим, законы электролиза, являющиеся базой для ввода в науку дискретной структуры электричества, описываются без привлечения элементарных электрических зарядов.

Дискретность электронов в атоме (или молекуле), заложенная в МАТ, наиболее явно выражена в понятии многократно заряженного иона как частицы, имеющей недостаток (или избыток) сразу нескольких электронов. Сущность МЗИ в электролитах объясняется валентностью элемента, его возможностью "одновременно" взаимодействовать с несколькими атомами (группами атомов). Это сказывается на потребностях в энергии на электролиз, на скорости изменения концентраций возле электродов и на скорости диффузии ионов к электродам (от них), а, следовательно, – на силе электрического тока, восстанавливающего напряжение на электродах. Например, в случае выделения на электроде из электролита пятивалентного металла (или растворения электрода из

этого металла) "одновременно" высвобождаются (связываются) пять анионов, тогда как при выделении одновалентного элемента концентрация анионов возрастет только на один анион.

Отсутствие в химии надежных доказательств существования МЗИ, а также, исходя из того, что главным доказательством дискретности электронов в атоме считается существование МЗИ в плазме, вытекает необходимость рассмотрения природы таких ионов.

2.3. МЗИ в плазме

МЗИ в плазме могут оказаться лишь фрагментарными ионами от моноизотопных кластеров [12]. В этой связи показателен пример масс-спектра водорода [13], в котором наблюдаются пики с половинной массой протона. Их сразу же, исходя из МАТ, приписали фрагментарным ионам, а не дважды заряженным ионам водорода, как, например, α -частицы у гелия.

МЗИ в плазме чаще всего определяют масс-спектрометрией, рентгеновской и атомной оптической спектроскопией [14]. Проведенный анализ [12, 15] показывает, что получение МЗИ и последующее формирование пучков ионов [16], сопровождается образованием кластеров. Фрагментация кластеров после их взаимодействия с электронами или фотонами высоких энергий хорошо изученный предмет [17 – 20]. С увеличением числа атомов в кластерах и подводимой энергии картина фрагментации значительно усложняется. Так, при распаде фуллерена C_{60} на два фрагмента (нейтральный и однозарядный) имеет место 966466 комбинаций различных масс фрагментов [21].

Наиболее сильно перекрывающимися линии МЗИ в масс-спектрах, являются дочерние ионы от моноизотопных кластеров [17]. Если время жизни метастабильных ионов соизмеримо с временем их пролета в масс-спектрометре ($\sim 10^{-5}$ с), то часть родительских ионов A_N^+ , состоящих из N атомов (или молекул) массы A , достигает коллектора без разложения, а часть распадается на пути от источника ионов к приемнику с образованием дочерних ионов A_X^+ и нейтральных частиц $A_{(N-X)}$ по схеме:



Для моноизотопных кластеров фрагменты A_X^+ дадут наложения на пики в масс-спектрах с кажущимися массами M^* ,

$$M^* = A \cdot \frac{X^2}{N} \quad (4)$$

где: X – число атомов (или молекул) массы A во фрагменте A_X^+ , отделившемся от кластера A_N . Наложение фрагментов A_X^+ от кластеров разной величины A_N^+ , на сигналы ионов A^{q+} с зарядом q произойдет в случае выполнения равенства:

$$q = \frac{N}{X^2} \quad (5)$$

При фрагментации гетероядерной частицы, когда дочерний ион массы m образуется из иона с массой M , его кажущуюся массу M^* в масс-спектре можно определить по формуле:

$$M^* = \frac{m^2}{M} \quad (6)$$

В определенных условиях для любых элементов могут существовать моноизотопные кластеры таких размеров, что при их фрагментации имеются наложения от дочерних ионов на пики МЗИ в масс-спектрах (формулы: 3 – 6). Например: если заряженный кластер с массой $2A$, вытянутый и ускоренный электрическим полем из ионного источника, распался до магнитного анализатора на две частицы с массами A каждая, то этот фрагментарный, однократно заряженный ион с массой A , отклонится в магнитном поле как двухзарядный ион (формулы 4 и 5). Для других кластеров с массами $N \cdot A$, при отделении одноатомных ионов с массой A после источника ионов до магнитного анализатора, получим в масс-спектрах фрагменты – аналоги МЗИ массы A с зарядом N (формулы 4 и 5).

Исходя из вышеизложенного и работ [8, 12, 15], можно предположить, что МЗИ в масс-спектроскопии – это всего лишь фрагментарные частицы. Данная гипотеза доступна экспериментальной проверке, например, с привлечением метода изотопно-разрешаемой масс-спектрометрии. (В зависимости от парка приборов в исследовательских центрах могут быть предложены более изящные эксперименты). Для проведения эксперимента потребуется соответствующий масс-спектрометр с магнитным анализатором, а также чистые изотопы азота ^{15}N и ^{14}N (или He , O_2 , Ne и т. п.) и их смеси.

Порядок работы. Записываем масс-спектр молекул одного изотопа азота ^{15}N : линии с кажущейся массой 7.5 для иона $^{15}\text{N}^{2+}$ и для фрагментов $^{15}\text{N}^+$ совпадают согласно формулам (3 – 6). То же самое выполняем для азота ^{14}N , получается пик с массой 7.0 для фрагментарного иона $^{14}\text{N}^+$ и иона $^{14}\text{N}^{2+}$. Далее берем в тех же условиях эксперимента смесь этих изотопов в соотношении 1 : 1.

Если в масс-спектре полиизотопного азота есть пики дублета с расчетными массами 6.76 и 7.76, то фрагментарные ионы будут присутствовать и в моноизотопном азоте. При этом фрагментарные пики от моноизотопных молекул азота $^{15}\text{N}-^{15}\text{N}$ и $^{14}\text{N}-^{14}\text{N}$ попадут на места с массами 7.5 и 7.0, соответственно. Положим, что равновесная смесь изотопов 1:1 состоит из третьей каждой из молекул: $^{15}\text{N}-^{14}\text{N}$, $^{15}\text{N}-^{15}\text{N}$ и $^{14}\text{N}-^{14}\text{N}$. Состав молекул можно предварительно определить из масс-спектров в отдельном эксперименте. Принимая интенсивности пиков (6.76 и 7.76) от фрагментов разноизотопных молекул $^{15}\text{N}-^{14}\text{N}$ пропорциональными интенсивностям фрагментарных ионов от моноизотопных молекул (известных из предварительных экспериментов) и учитывая, что в одинаковых условиях эксперимента при получении масс-спектров из молекул индивидуальных изотопов их концентрация была в три раза больше, чем в смеси, получим их вклады в МЗИ для моноизотопных молекул. Т. к. треть полиизотопных молекул азота из смеси 1:1 распадается либо с детектируемым ионом $^{15}\text{N}^+$, либо $^{14}\text{N}^+$, то интенсивности сигналов пиков с кажущимися массами 6.76 и 7.76 будут в шесть раз меньше, чем интенсивности в экспериментах с чисто моноизотопным азотом. В смеси изотопов интенсивности пиков фрагментов от разных моноизотопных молекул будут равны между собой, вдвое больше интенсивностей линий от полиизотопных молекул и каждый из них равен сумме интенсивностей пиков: 6.76 и 7.76. Если данные соотношения интенсивностей сохранятся, то ионов N^{2+} , как, вероятно, и других МЗИ не существует.

С целью повышения точности эксперимента, возможно, придется учитывать для моноизотопных молекул вклады в пики МЗИ от молекулярных ионов, фрагментов от молекулярных кластеров, таких как: $(^{15}\text{N}-^{15}\text{N})_i$ и $(^{14}\text{N}-^{14}\text{N})_i$, оценивая природу ионов из линий фрагментов от $(^{15}\text{N}-^{14}\text{N})_i$ и $(^{15}\text{N}_j-^{14}\text{N}_k)_i$. Где i – число молекул азота; j и k – число соответствующих изотопов азота в молекулах. Также остаются неучтенными возможные различия сечений ионизации и энергий диссоциации моно- и разноизотопных молекул. Меняя соотношения изотопов в анализируемой смеси, получим разные пропорции фрагментарных ионов, что позволит более надежно определиться с существованием МЗИ.

Остаточный азот воздуха в масс-спектрометре будет давать фон, для уменьшения которого систему можно "промыть" аргоном или другим газом, а во время эксперимента прибор обдувать аргоном.

Можно выбрать более подходящий исследуемый газ, поработать с литием, бором или др. Для изотопов гелия фон остаточного азота также даст наложение на важные пики в масс-спектре. Ионы гелия – α -частицы – одними из первых МЗИ были задействованы при определении ээз [3].

Из множества экспериментов элементарный заряд был непосредственно измерен только в опытах Милликена с масляными каплями [4] и в его модификациях с каплями и частицами из других веществ, поэтому остановимся подробнее на анализе этого метода.

2.4. Опыт Милликена

Р. Милликен так описывает определение ээз [4]: "В измерительную камеру струей газа распылялось масло. Некоторые из медленно падающих капелек проходили через малое отверстие в центре одной из пластин воздушного конденсатора и освещались мощным источником света... Далее [4, стр.100], во-первых: нужно было уравновесить каплю, стряхнув ее первоначальный заряд, для этого к камере подносили немного радия. Во-вторых, нужно было включить посредством переключателя рентгеновы лучи, пока внезапное изменение скорости капли не обнаружит факт захвата иона. В-третьих, нужно было выключить лучи и отмечать время, необходимое для прохождения каплею десяти делений. Затем включить лучи снова до нового увеличения скорости, затем измерить эту скорость, и действовать так, не выключая поля совсем, пока капля не станет слишком близкой к верхней пластине. После этого лучи выключаются, и капле предоставляется свободно упасть на желаемое расстояние от верхней пластины. Чтобы удалить избыток положительного заряда, полученного каплей вследствие частых захватов, к камере приближалось немного радия, и поле выключалось на небольшую долю секунды... Было нетрудно вернуть заряженную каплю к ее уравновешенному состоянию или же к какой-нибудь из небольшого числа скоростей, которыми капля может обладать, и затем возобновить описанный выше захват ионов. Таким путем держали каплю под наблюдением в продолжение нескольких часов". Из скорости капли, движущейся в электрическом поле известной напряженности, рассчитывался ээз.

По словам Милликена: "Сам факт существования немногих отличных друг от друга скоростей служит прекрасной иллюстрацией атомного строения электричества". Однако "факт существования немногих отличных друг от друга скоростей" может определяться не только «атомным строением электричества», но и иными

неучтенными факторами. Возможные причины изменения скоростей движения капель далее изложены в утвердительной форме, хотя некоторые из них могут оказаться ничтожными по влиянию на результаты экспериментов.

2.4.1. Роль диэлектрической проницаемости среды в опытах Милликена

В формулах Милликена для расчета эзз говорится о напряженности электрического поля, хотя нет учета диэлектрической проницаемости (ДП) масляновоздушного промежутка между пластинами конденсатора, а также ДП пленок на них.

ДП и электропроводность среды изменяются "дискретно" от опыта к опыту: в зависимости от количества и заряда капель ("посторонняя заряженная пыль искажает поле конденсатора" [22]); при переключении полярности электрического поля; при конденсации капель масла на поверхности пластин конденсатора и на пленках, существующих на их поверхности; после вылета заряженных капель с электродов.

Если заряд окажется внутри капли, например: при облучении X-лучами, УФ-светом, в результате перемешивания масла, то ДП масла повлияет на взаимодействие иона или электрона с электрическим полем конденсатора.

Пленки масла, капли масла, могут перемещаться по поверхности пластин в области с различающимися напряженностями электрического поля, изменяя ДП в разных точках конденсатора.

В опыте Милликена при переключении полярности поля ДП изменяется во времени.

Дуга, освещающая капли, – источник сильного УФ-света, воздействие которого приводит к фотоионизации воздушно-масляной смеси, изменению ее ДП и электропроводности.

От ДП и электропроводности среды (помимо напряжения на пластинах конденсатора) зависит поляризация капель и наведенные на них электрические заряды.

2.4.2. Роль электрического поля в опытах Милликена

Под действием внешнего электрического поля в диэлектрике возникает плотность электрического заряда, а в результате – дополнительное электрическое поле. Для оценки вклада в неопределенность измерения эзз дипольных моментов,

индуцированных электрическим полем на каплях, рассмотрим условия эксперимента из работы [23]. Общий заряд на каплях $\sim 20e$; изменение заряда капли производится фотоэмиссией; работают с положительным электрическим зарядом; величина электрического поля обеспечивает левитацию капель с зарядом $+15e$; типичная плотность капель $d \sim 1 \text{ г/см}^3$; радиус капель $\sim 3.9d$; вязкость воздуха $\eta \sim 182 \text{ мкП}$; скорость $\sim 1.8 \text{ мм/с}$; масса капель $\sim 2.4 \cdot 10^{-10} \text{ г}$. Для перечисленных параметров и типичных ДП жидкостей, не близких к единице, наведенный дипольный заряд может оказаться порядка $8000e$ [24]! Наведенный дипольный момент капли взаимодействует с градиентом электрического поля, но еще сильнее на измерение влияет взаимодействие поляризованных капель между собой.

Заряжение какой-либо части поверхности капли (вследствие поляризации, сорбции, десорбции, фотоэффекта) вызовет движение ее поверхности, а, следовательно, движение и самой капли в воздухе. Например, в полярографии: "электрическое поле в растворе вызывает появление разности потенциалов, а, следовательно, и разность поверхностного натяжения между различными точками поверхности капли, в результате чего возникает тангенциальное движение границы раздела (адсорбированного слоя), скорость которого прямо пропорциональна градиенту натяжения, и которое вызывает реактивное отталкивание капли ртути от окружающей ее среды. Тангенциальное движение поверхности капли влияет на скорость падения капли ртути в растворе". Электрически заряженный слой подвижен и на диэлектрике, например: электрический заряд легко стекает со стеклянной палочки на проводник.

После включения поля движение поверхности капли вызовет перемешивание и внутри нее, что нагреет каплю и изменит ее объем.

Форма (размер) капель изменяется в электрическом поле (для капель в жидкости это имеет место). При изменении формы капли изменяются и сила Архимеда, и сопротивление воздуха. Форма и размер капель будут изменяться в разной среде по-разному, после ионизации воздуха и без таковой, следовательно, скорости движения капель будут изменяться в зависимости от величины поля или его отсутствия.

Ионы, образованные внутри капли (под действием X-излучений и освещения капель, в результате попадания электронов и ионов внутрь капли, при движении поверхностных слоев), после включения напряжения начнут дрейф внутри или по поверхности

капли, что приведет к рассеянию энергии иона, электрона на движение жидкости и нагрев капли, а, следовательно, скорость движения капли не будет пропорциональной заряду электрона или иона.

При высокой напряженности поля поверхность жидкости на пластинах разрушается, и образуются точки жидкости, из которых испускаются высокочarged микрокапли жидкости.

Существует нагрев пластин и газа вследствие наличия большого электрического сопротивления между пленкой, каплями и металлом пластин, а также за счет "танцующих" на электродах капель или частиц, микрозарядов между ними, токов между частицами и пластинами электрода. Нагретые электроды не охлаждаются мгновенно, что создает конвекцию газа и изменяет вязкость газа; их тепло будет действовать при отключенном электрическом поле, во время свободного падения капель.

Ионы, образованные после воздействия X-лучей, пробираясь на электроды через слой масла и пленки, заряжают поверхность и объем диэлектрика. Напряженность поля будет медленнее восстанавливаться, чем без масляного покрытия и диэлектрических пленок на пластинах.

2.4.3. Роль X-лучей в опытах Милликена

После X-облучения промежутка конденсатора и наложения электрического поля большинство заряженных капель масла и ионов оседает на пластинах.

X-лучи, сильный УФ-свет, ионная бомбардировка приводят к образованию полимерных пленок на пластинах конденсатора.

При X-облучении промежутка конденсатора происходит разряд. После этого, при наличии диэлектрических и полупроводниковых пленок или включений, наблюдается послеразрядная эмиссия. Так (в вакууме) [25], "после возбуждения разряда в результате эмиссии электронов с катода, под действием УФ-света или бомбардировки ионами, а также осаждения ионов, поверхностные пленки оказываются заряженными, возникают локальные электрические поля большой интенсивности, сохраняющиеся довольно длительное время. Под действием этих полей электрод может эмитировать электроны даже в отсутствии внешнего поля... Ток послеразрядной эмиссии очень мал, за исключением случаев, когда наносятся пленки по специальным технологиям... Существует эмиссия электронов сквозь тонкие

пленки диэлектриков (0,01 – 0,1 мкм) с высоким объемным электрическим сопротивлением".

Заряд капель и заряженных пленок электродов влияет на скорость свободного падения капель при выключенном электрическом поле.

Закон Стокса оказался неудовлетворителен для малых капель. То же должно касаться и закона Архимеда.

Посадка иона на каплю во время ее движения непредсказуемо скажется на результирующей скорости, т.к. измеряется только время прохождения каплей известного пути.

Заканчивая далеко не полный перечень возможных влияний, важно отметить, что их огромное количество обнаруживается и в экспериментах самого Р. Милликена. Так, с 1910 по 1913 гг. Милликен, обосновывая свою позицию в споре с Ф. Эренгафтом по поводу существования субэлектронного заряда, опубликовал статью с новыми точными результатами. В статье сообщалось, что "это не выборочные результаты по отдельной группе капель, а результаты по всем каплям за время эксперимента, который продолжался в течение шестидесяти дней". Однако последующее изучение лабораторных журналов Милликена [26, 27] показало, что каждый из первичных результатов был снабжен пометками: "очень низкий, что-то не так" или "прекрасно, опубликовать". В итоге, из 140 полученных результатов были приведены только 58! Это означает, что под влиянием каких-то неучтенных факторов оказалось в 2,4 раза больше забракованных измерений, чем опубликованных. Неотсортированные данные Эренгафта имели гораздо больший разброс, чем выборочные результаты Милликена. И хотя в споре с Эренгафтом о субэлектроне Милликен, похоже, оказался прав, вопрос о причинах низкой воспроизводимости его результатов остается открытым. Ф.А. Йоффе [22], как и Эренгафт, в своих экспериментах на частицах металлов получал дробные электрические заряды.

Многие из перечисленных в предыдущем разделе влияний на опыты Милликена были обнаружены и учтены в экспериментах по поиску субэлектрона [23, 28 – 41]. В каждом из таких экспериментов имеются свои особенности, например, индивидуальные критерии отбора капель или частиц для дальнейших измерений. Важнейшей задачей при поиске дробных электрических зарядов является многократное увеличение числа измерений.

3. Заключение

3.1. Размышления о природе ээз

Слово "электрон" введено в науку в 1891 году Джонстоном Стонеем в качестве названия для "естественной единицы электричества", т. е. для того количества электричества, которое должно пройти через раствор, чтобы освободить на одном из электродов один атом водорода или какого-нибудь одновалентного вещества. Стоней говорит [4, стр.21]: "необходимо обратить внимание на закон электролиза Фарадея, равносильный утверждению, что на каждую разорванную химическую связь приходится определенное и одинаковое во всех случаях количество электричества, прошедшее через раствор. Приведенная цитата показывает, что слово "электрон" было введено для обозначения элементарного количества электричества, без всякого указания на массу или инерцию, которая может быть с ним связана. Первое содержание понятия "электрон" было изменено".

Из электролиза известно, что превращение $1.0364 \cdot 10^{-5}$ молей одновалентного вещества вызывает подвод 1 Кл электричества к электродам электролизера. Данное число молей получается при любом напряжении, способном обеспечить протекание электролиза, т. к. $q = I \cdot t$. При меньших скоростях реакций – меньше ток, но больше время для его протекания. При этом $1.0364 \cdot 10^{-5}$ молей вещества соответствует превращению $1.0364 \cdot 10^{-5} \cdot N_{Av} = 6.2415 \cdot 10^{18}$ частиц. Отсюда и ээз привязали к числу превращаемых в электролизе частиц (см. определение "электрона", данное Стонеем, и тезис "Б" из раздела 2.2), приняли, что $6.2415 \cdot 10^{18}$ частиц – это число электронов тока 1 А за 1 с. Делением 1 Кл электричества на число частиц превращенного в электролизе вещества: $1/6.2415 \cdot 10^{18}$ получается величина ээз, $\epsilon = 1.6022 \cdot 10^{-19}$ Кл, а из экспериментального значения ϵ/m рассчитывается масса электрона $m_e = 9.1094 \cdot 10^{-31}$ кг. Из превращения целого моля вещества, или N_{Av} частиц, получается число Фарадея, $F = 1/1.0364 \cdot 10^{-5} = 96484.56$ Кл/моль, делением которого на N_{Av} опять получается ээз, равный $1.6022 \cdot 10^{-19}$ Кл.

3.1.1. Связь электрической энергии с механической и ээз

Напряжение U и его единица измерения вольт определяются как производные величины из равенства (7).

$$P \cdot t = U \cdot I \cdot t \quad (7)$$

где P – сила, ньютон; l – путь, метр. Значения энергии, измеренные механически и электрически равны друг другу в том случае, если они одинаково повышают температуру двух тождественных калориметров. Опыт показывает, что это имеет место тогда, когда в (7) произведения, выраженные слева в единицах "ньютон-метр", а справа в "вольт-ампер-секунда", имеют одинаковые численные значения: 1 ньютон-метр = 1 вольт-ампер-секунда. При этом равенство единиц механической и электрической энергий (7) является не физической необходимостью, а только результатом очень важного международного соглашения: единицу "вольт" установили так, чтобы равенство (7) выполнялось: 1 вольт = 1 ньютон-метр/1 ампер-секунда. То есть 1 вольт – это такая величина, когда при прохождении тока 1 А в электрической цепи выделяется мощность в 1 Вт. Или другими словами: 1 вольт производит работу в один джоуль, перемещая 1 кулон электричества.

Для электронов, ускоренных в электрическом поле, уравнение, связывающее механические и электрические величины, можно записать так:

$$m_e \cdot V_e^2 / 2 = U \cdot q \quad (8)$$

где: $m_e \cdot V_e^2 / 2$ – кинетическая энергия электронов, во внешнем электрическом поле; $U \cdot q$ – их электрическая энергия.

Для определения эзз ϵ из (8) требуется знать число частиц n , с массой m_e .

$$U \cdot n \cdot \epsilon = n \cdot m_e \cdot V_e^2 / 2 \quad (9)$$

$U \cdot n \cdot \epsilon$ – электрическая энергия n электронов во внешнем электрическом поле; $m = n \cdot m_e$ – масса n электронов; V_e – скорость электронов в электрическом поле с ускоряющим напряжением U . Сократив в (9) число частиц n , получаем

$$U \cdot \epsilon = m_e V_e^2 / 2 \quad (10)$$

То есть дискретность электрического заряда в виде числа частиц n можно игнорировать, т. к. и один электрон, и одна порция связанных электронов ("капля"), и множество штучных (несвязанных) электронов дают одно и то же соотношение ϵ/m .

Экспериментальное значение ϵ/m получают из определения скорости электронов [1, 2] (и др. методами). Если дискретность электричества не учитывать, то из уравнений (7, 8), при условии: 1 Дж = 1 В · 1 Кл, из $\epsilon/m = -1.7588 \cdot 10^{11}$ [42], для электрического заряда 1 Кл, суммарная масса заряженных частиц должна составлять $5.6932 \cdot 10^{-12}$ кг, чтобы обладать энергией в 1 Дж после ускорения напряжением 1 В. При этом скорость частиц, которая даст электрический ток 1 А (за 1 с это 1 Кл) должна быть 593 км/с. Т. е.

$1.0364 \cdot 10^{-5}$ молей электронов (исходя из $e\bar{z} = e$), ускоренных разностью потенциалов в 1 В, дают электрический ток 1 А и за 1 с – энергию 1 Дж, что согласуется с определением (7) единицы напряжения 1 В.

Из уравнения (10) следует, что любые частицы с зарядом e и любой массой, после прохождения разности потенциалов 1 В получают одну и ту же энергию, но разные скорости. При этом, одинаковые числа частиц, электронов и ионов, с одинаковыми электрическими зарядами на каждой из них, но с разными массами, после ускорения разностью потенциалов в 1 В за 1 с перенесут разные количества электричества и энергии, вследствие приобретения разных скоростей. Например, скорость частиц с массой в 100 раз большей, массы m_e и тем же $e\bar{z}$, будет в 10 раз меньше скорости электрона. Следовательно, для более тяжелых частиц в 10 раз меньшими окажутся и электрический ток, и количество электричества за 1 с, и перенесенная энергия. Для уравнивания токов, количества электричества и энергии потребуется за 1 с в 10 раз больше частиц с массой $100m_e$, чем электронов. Следовательно, условие, заданное в определении единицы напряжения 1 В, выполняется только для частиц с $e/m = -1.7588 \cdot 10^{11}$, и в принятой системе единиц измерения понятие $e\bar{z}$ уже жестко привязано к электрону, а точнее к $e/m = -1.7588 \cdot 10^{11}$.

Из (10) следует, что e – это константа, равная минимальной кинетической энергии заряженной частицы после прохождения ею разности потенциалов 1 В. Сейчас такой энергией "назначена" величина $1,6022 \cdot 10^{-19}$ Дж (1 эВ).

Игнорируя недостаток данного исследования – его незавершенность: отсутствие подробного анализа методов определения субэлектрона и природы числа "1.0364·10⁻⁵" – перейдем к главной части работы.

3.2. Предпосылки появления гипотезы о природе МЗИ

Результаты, полученные предшественниками, влияют на последователей. Милликен опирался на законы электролиза, а искатели дробного электрического заряда опирались уже и на Фарадея, и на Милликена, и на других авторитетных ученых. Однако, как было показано в работе [8] и рассмотрено выше, законы электролиза не являются доказательством дискретности электрических зарядов в атомах и молекулах, а в химии вовсе отсутствуют надежные доказательства существования дискретного электричества и МЗИ.

Также остаются вопросы к опытам Милликена. Например, не понятно, почему акты изменения заряда (скорости) капель (или частиц) столь редки. Аналогичные задержки существуют при эмиссии электронов с частиц при фото- [22], термо-, полевой ионизации. Словно испускаются не штучные электроны, а порции электрических зарядов – "эктоны" [43], для которых требуется время "накапливания". Это подобно условиям, необходимым для падения капли жидкости под действием силы тяжести или для отрыва пузырька газа со дна сосуда с жидкостью под действием силы Архимеда: объекты должны "созреть", достичь определенной массы или размера. Но если электроны испускаются порциями, то именно порции зарядов взаимодействуют и с каплями, и с электрическими полями.

В экспериментах по измерению элементарного электрического заряда на каплях масла и ртути, заряжаемых в различных газах и парах, Милликен не обнаружил ионов с зарядом большим единицы и сделал вывод [4], что "им и другими исследователями получены прямые и безошибочные доказательства того, что акт ионизации молекул газа рентгеновскими, β - и γ -лучами при всех условиях эксперимента состоит в вырывании одного и только одного элементарного электрического заряда". Аналогичный вывод относительно невозможности получить МЗИ в газах Милликеном был сделан для быстрых α -частиц. И только при облучении гелия α -частицами им были зарегистрированы случаи "одномоментного" двукратного изменения заряда капель масла.

Сами ученые, а еще в большей степени научные журналы, не склонны публиковать результаты, не вписывающиеся в официальные модели и теории. Наглядный пример тому – спор Милликена с Эренгафтом (раздел 2.4), когда Милликен не решился опубликовать более половины своих экспериментальных данных. Какие результаты и на каком основании им были изъяты? Неудовлетворенность надежностью определения эзз методом Милликена (раздел 2.4) приводит к необходимости проверки наличия дискретного электричества в МЗИ.

Можно допустить, что экспериментально установленные отклонения скоростей МЗИ от расчетных для соответствующих кратностей зарядов ионов не опубликованы.

Отсутствие значительных успехов в достижении сверхвысоких энергий на ускорителях при работе с МЗИ может быть связано не столько с техническими трудностями или релятивистскими эффектами, сколько с отсутствием МЗИ в природе.

Удельная потеря энергии T заряженной частицей на ионизацию вещества, пропорциональна квадрату ее заряда, концентрации электронов n_e в среде, некоторой функции от скорости $\psi(V) \sim 1/V^2$ и не зависит от массы частицы:

$$(dT/dl) \sim Z^2 n_e \cdot (1/V^2), \quad (11)$$

где l – это расстояние, пройденное частицей в веществе. При прохождении МЗИ через вещество, обратную пропорциональность квадратов скоростей квадратам их зарядов в формуле (11), можно объяснить без привлечения МЗИ, если особенности взаимодействия частиц с веществом приписать скорости заряженных частиц. То есть заряд Z любых атомарных ионов равен единице, а реальная скорость V заряженной частицы в Z раз меньше, чем предполагается.

α -частица – это МЗИ гелия. Резерфорд и Гейгер (потом Э. Р. Регенер и др.) экспериментально определяли общее количество α -частиц, а затем измеряли суммарный заряд известного количества частиц. Из отношения общего заряда к количеству ионов гелия, несущих этот заряд, был получен заряд α -частицы, который в опыте Резерфорда-Гейгера превышал общепринятые на тот момент представления о заряде, переносимом атомом водорода, в 2.5 – 3 раза [3]. Авторы обоснованно выбрали заряд α -частиц равным $2e$. Из описаний эксперимента следует, что при определении общего заряда весьма энергичных α -частиц могла быть не полностью подавлена электронная эмиссия с приемника ионов, которая приводит к завышению суммарного положительного заряда.

Автором [12] была найдена (качественная) корреляция между шириной (а, следовательно, и разбросом ионов по энергиям) масс-спектральных пиков фрагментарных и многозарядных ионов. Так, ширина пика МЗИ увеличивается с увеличением заряда иона. Ширина пика фрагментарного иона также увеличивается с увеличением кратности заряда того иона, на сигнал которого возможно наложение данного фрагмента в масс-спектре. Из этого, а также из работ [8, 12, 15] следует, что за МЗИ в плазме могут приниматься однократно заряженные фрагментарные ионы.

Для активизации усилий по проверке предлагаемой гипотезы, важно осознавать, что экспериментальное установление природы МЗИ – это проверка адекватности действующей модели атома.

3.3. Гипотеза о МЗИ и ее экспериментальная проверка

Гипотеза о многократно заряженных ионах: "заряд любых атомарных ионов равен единице; т. е. многократно заряженных

ионов атомов как частиц, имеющих недостаток или избыток нескольких элементарных частиц, электронов, в природе не существует".

Из гипотезы следует, что заряд α -частиц равен единице, а их скорость должна быть в 1.414 раз меньше, чем предполагается, например, в альфа-спектроскопии.

Для проверки гипотезы предлагается поставить ряд экспериментов, таких как:

- масс-спектрометрическая проверка природы МЗИ (раздел 2.3);
- определение скорости α -частиц перед их входом в альфа-спектрометр;
- определение скоростей МЗИ до их входа в масс-анализатор или (при определении ионизационных потерь, длин пробега частиц) в вещество.

Возможно, более простым и однозначным окажется именно определение скоростей МЗИ и α -частиц. Для измерения скоростей ионов можно использовать как механические селекторы скоростей частиц (вероятно, подойдут некоторые из применяемых в нейтронной спектроскопии), так и выделение заряженных частиц с определенной скоростью на щелях после их отклонения в магнитных (для α -частиц) и/или электрических полях для МЗИ.

Предварительный вывод (который может оказаться окончательным) о "квантованности" электрического заряда можно сформулировать так: ээз – это константа, равная минимальной кинетической энергии заряженной частицы, полученной после прохождения ею разности потенциалов в 1 В.

Без экспериментальной проверки природы МЗИ и без понимания сущности электрических взаимодействий трудно определить природу ээз, а без этого переходить к системе единиц, основываясь на заряде электрона, неосмотрительно.

Литература

1. Ф. Кирхнер, Методы определения атомных констант, УФН, Т.24, вып. 3, 1940, с.309-357.
2. Ф. Дэннингтон, Атомные константы, УФН, т.22, вып. 2, 1940, с.162-195.
3. E. Rutherford, H. Geiger. The charge and nature of the α -particle, Proceedings of the Royal Society of London A, 81, p. 162, 1908.

4. Р. Милликен, Электроны (+ и -), протоны, фотоны, нейтроны и космические лучи. М.-Л.: Ред. техн.-теор. лит., 1939.
5. В. М. Дуков, Электрон. История открытия и изучения свойств. М.: Просвещение, 1966.
6. Д.Л. Андерсон, Открытие электрона. Развитие атомных концепций электричества, М.: Атомиздат, 1968.
7. P. J. Mohr, D. B. Newell, Resource Letter FC-1: The physics of fundamental constants, Am. J. Phys., Vol. 78, No. 4, April 2010, pp. 338-358.
8. 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.
9. Г. Герц, Электрохимия. Новые воззрения, М.: Мир, 1983.
10. В.В. Скорчеллетти, Теоретическая электрохимия. Л.: Химия, 1970.
11. Шпольский Э.В. Атомная физика. Т. 1. Введение в атомную физику. М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит, 1974.
12. В.В. 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.
13. Н.Н. Туницкий, Р.М. Смирнова, М.В. Тихомиров, О "дробных" пиках в масс-спектре водорода, ДАН СССР, 101, 1083-1084 (1955).
14. J.D. Gillaspay, "Highly charged ions", J. Phys. B 34 R93 (2001); online at: <http://stacks.iop.org/JPhysB/34/R93>.
15. В.В. Шатов, Кластеры в источниках излучения. Часть I. Традиционные источники возбуждения атомных оптических спектров: пламя, дуга, искра, плазма, лазер. Часть II. Атомные и ионные пучки, ионные ловушки, beam-foil-спектроскопия, Доклады независимых авторов, «DNA», printed in USA, ISSN 2225-6717, Lulu Inc., ID № 14407999, Россия-Израиль, 2014, вып.25, с.84-133, ISBN: 978-1-304-86256-3.
16. Физика и технология источников ионов / Под ред. Я.Брауна, М.: Мир, 1998.
17. А.А. Полякова, Молекулярный масс-спектральный анализ органических соединений, М.: Химия, 1983.
18. R.Parajuli, S.Matt, A.Stamatovic, T.D.Märk, P.Scheier, "Unimolecular dissociation of non-stoichiometric oxygen cluster ions

- O_n^{+*} ($n = 5, 7, 9, 11$): a switch from O_3 to O_2 loss above cluster size $n = 5$ ", *Int. J. Mass Spectrom.*, 220, 221-230, 2002.
19. S. Schütte, U. Buck, Strong fragmentation of large gas clusters by high energy electron impact, *Int. J. Mass Spectrom.*, 220, 183-192, 2002.
20. J.R. Stairs, T.E. Dermota, E.S. Wisniewski, A.W. Castleman Jr., Calculation to determine the mass of daughter ions in metastable decay, *Int. J. Mass Spectrom.*, 213 81 – 89, 2002.
21. J. Jin, H. Khemliche, M.H. Prior, Z. Xie, New highly charged fullerene ions: Production and fragmentation by slow ion impact, *Phys. Rev. A*, 53, 615-618 (1996).
22. А.Ф. Иоффе, Элементарный фотоэлектрический эффект. Магнитное поле катодных лучей. (Опытное исследование), С-Петербург, Типография М. М. Стасюлевича, Вас. Остр., 5 л., 28. 1913.
23. C.D. Hendriks, K.S. Lackner, M.L. Perl, G.L. Shaw, Efficient Bulk Search for Fractional Charge with Multiplexed Millikan Chambers. SLAC-PUB-6288 July 1993. Доступно в Интернете на 23.06.2014: <http://www.slac.stanford.edu/pubs/slacpubs/6250/slac-pub-6288.pdf>
24. C.D. Hendricks, K. Kim, Interaction of a Stream of Dielectric Spheres in an Electric Field in a High Vacuum, *IEEE Transactions on Industry Applications IA-21*, 705-708, 1985.
25. И.Н. Сливков, Процессы при высоком напряжении в вакууме. М.: Энергоатомиздат, 1986, с.49.
26. G. Holton, Subelectrons, Presuppositions, and Milliken-Ehrenhaft Disput, *Historical Studies in the Physical Sciences*, 9, 166-224, 1978.
27. A.D. Franklin, Milliken's Published and Unpublished Data on Oil Drops, *Historical Studies in the Physical Sciences*, 11, 185-201, 1981.
28. E. R. Lee, V. Halyo, I. T. Lee, M. L. Perl, Automated Electric Charge Measurements of Fluid Microdrops Using the Millikan Method, *Metrologia* 41, 5, S147-S158, 2004.
29. I. T Lee, S. Fan, V. Halyo, E. R. Lee, P. C. Kim, M. L. Perl, H. Rogers, D. Loomba, K. S. Lackner, G. Shaw, Large bulk matter search for fractional charge particles, *Phys. Rev. D* 66 012002-1 - 012002-10, 2002.
30. C. S. Unnikrishnan, G. T. Gillies, The electrical neutrality of atoms and of bulk matter, *Metrologia* 41, 5, S125–S135, 2004.
31. D. Loomba, V. Halyo, E. R. Lee, I. T. Lee, M. L. Perl, A new method for searching for free fractional charge particles in bulk matter, *Rev. Sci. Instrum.* 71 3409-14, 2000.

32. M. L. Savage, R. W. Bland, C. L. Hodges, & ath., A search for fractional charges in native mercury, Phys. Lett. B 167 481-4, 1986.
33. V. Halyo, P. Kim, E. R. Lee, & ath., Search for free fractional electric charge elementary particles using an automated Millikan oil drop technique, Phys. Rev. Lett. 84 2576-2579, 2000.
34. P. F. Smith, G. J. Homer, J. D. Lewin, H. E. Walford, W. G. Jones, Searches for fractional electric charge on niobium samples exposed to liquid helium, Phys. Lett. B 181 407-13, 1986.
35. P. F. Smith, G. J. Homer, J. D. Lewin, H. E. Walford, W. G. Jones, Searches for fractional electric charge in tungsten, Phys. Lett. B 197 447-51, 1986.
36. P. F. Smith, Searches for fractional electric charge in terrestrial materials, Annu. Rev. Nucl.Part. Sci. 39 73-111, 1989.
37. M. Marinelli, G. Morpurgo, The electric neutrality of matter: a summary, Phys. Lett. B 137 439-42, 1984.
38. M. Marinelli, G. Morpurgo, Searches of Fractionally Charged Particles in Matter with the Magnetic Levitation Technique, Phys. Rep. 85 161-258, 1982.
39. N. M. Mar, E. R. Lee, G. R. Fleming, & ath., Improved search for elementary particles with fractional electric charge, Phys. Rev. D 53 6017-32, 1996.
40. M.L. Savage, R.W. Bland, C.L. Hodges, & ath., A Search for Fractional Charges in Native Mercury, Phys. Lett. B 167 481-484, 1986.
41. W.M. Fairbank, A.Franklin, "Did Millikan observe fractional charges on oil drops?", Am. J. Phys. 50, 394-397, 1982.
42. CODATA Recommended Values of the Fundamental Physical Constants: 2002. NIST SP 961 (Dec/2005). Values from: P. J. Mohr, and B. N. Taylor, Rev. Mod. Phys. 77, 1, 2005.
43. Г.А. Месяц, Эктонны в вакуумном разряде: пробой, искра, дуга. М.: Наука. РАН, 2000. 424 с.

Эткин В.А.

О природе спин-спинового взаимодействия

Аннотация

Выявлена несводимость взаимодействия в системе ядерных спинов к теплообмену и необоснованность применения к средам с инверсной заселенностью уровней понятия отрицательной абсолютной температуры. Обосновано существование специфического спин-спинового взаимодействия как упорядочивающего их ориентацию и вскрыта его эфирно - солитонная природа. Предложено описание этого взаимодействия с позиций энергодинамики и показана его непротиворечивость эксперименту.

Оглавление

1. Введение.
2. Происхождение понятия отрицательной абсолютной температуры.
3. Нетепловой характер спин-спинового взаимодействия.
4. Энергодинамическое описание спиновых систем.
5. Эфирно-солитонная природа спин-спинового взаимодействия.
 - 5.1. Энергия эфира.
 - 5.2. Отсутствие в эфире вязкости.
 - 5.3. Взаимопревращение эфира и вещества.
 - 5.4. Структурная устойчивость волн эфира.
 - 5.5. Силовой характер взаимодействия эфира с веществом.
6. Обсуждение результатов.
7. Литература.

1. Введение

Изучение ядерного магнитного резонанса (ЯМР) в конденсированных средах привело в середине XX столетия к обнаружению спин-спинового взаимодействия, которое распространяет упорядоченную ориентацию собственных моментов количества движения одних ядерных частиц на другие,

приводя к установлению единой (с учетом прецессии) их ориентации [1]. Опыты, проведенные на ряде конденсированных веществ (например, на кристаллах фтористого лития LiF), обнаружили у спин-спинового взаимодействия ряд особенностей. Часть из них проявлялась в сохранении упорядоченности ядерных спинов и величины ядерной намагниченности M_d в течение довольно длительного времени после удаления кристалла из сильного внешнего поля H , и в несравненно более быстром установлении взаимной ориентации ядерных спинов (за время, много меньшее времени спин-решеточной релаксации). Самым удивительным в этих опытах явилось то, что пребывание системы в слабом магнитном поле Земли не приводило к существенному нарушению упорядоченности спиновой системы. При этом и после внесения системы в противоположно ориентированное внешнее поле взаимная ориентация спинов сохранялась.

Казалось бы, эти эксперименты свидетельствовали об обнаружении у конденсированных сред *дополнительной степени свободы, связанной с наличием ядерных спинов и присущим им особым видом спин-спинового взаимодействия*. Однако они были истолкованы совершенно иначе - как следствие установления теплового равновесия между подсистемами ядерных спинов, а также между ними и кристаллической решеткой [2]. В соответствии с этим спиновым подсистемам была приписана определенная абсолютная температура T , принимающая *отрицательное* значение в случае инверсной заселенности их энергетических уровней, т.е. для состояний, в которых преобладающее число «частиц» (ядерных спинов) в противоположность обычному состоянию находится на наивысшем энергетическом уровне по отношению к внешнему магнитному полю [1-5].

Однако вскоре обнаружилось, что подобная «подгонка под классику» приводит к конфликту с принципом исключено вечного двигателя 2-го рода и даже к необходимости его «инверсии» [6]. Особенно парадоксальным представлялось то, что вывод о неприменимости к спиновым системам этого принципа обосновывалось...на основании того же 2-го начала! В связи с этим возникает необходимость рассмотрения возникшей ситуации с позиций более общей теории, обобщающей термодинамику на нетепловые формы энергии и нестатически (протекающие с конечной скоростью) процессы [7].

2. Происхождение понятия отрицательной абсолютной температуры.

Понятие отрицательной абсолютной температуры было введено после открытия подсистем, в которых с помощью инверсии магнитного поля или высокочастотного импульса удавалось создать «инверсию заселенностей» энергетических уровней. Под ней понимается состояние, в котором преобладающее число носителей энергии (в данном случае ядерных спинов) находится, в противоположность обычному состоянию, на более высоком энергетическом уровне. Некоторые из таких подсистем обладают достаточной самостоятельностью в том смысле, что «частицы», составляющие систему ядерных спинов, весьма быстро приходят в равновесие между собой и, напротив, достаточно медленно – с остальной частью системы (кристаллической решеткой). Исследования показали, что такого рода подсистемы можно выделить в составе многих тел, в частности, в ряде кристаллов. Такова, например, система ядерных магнитов ионов лития в кристаллах фторида лития (LiF).

Первоначально понятие отрицательной спиновой температуры было введено в теоретическую физику как некое изящное представление, позволяющее «перекинуть мостик» между ядерным магнетизмом и термодинамикой. Целесообразность такого представления оценивалась исключительно возможностью интерпретации экспериментальных данных. Однако в последующем понятие температуры стало применяться и для описания спиновых систем с инверсной заселенностью, в которых температуре пришлось приписать отрицательное значение. Основанием для этого послужила статистическая трактовка понятий энтропии и абсолютной температуры. Если меру статистической вероятности состояния принять тождественной термодинамической энтропии на том основании, что обе величины аддитивны и достигают максимума в состоянии равновесия (принцип Больцмана), то, сопоставляя термодинамическое определение абсолютной температуры как производной от внутренней энергии системы U по ее энтропии S

$$T \equiv (\partial U / \partial S)_V, \quad (1)$$

с параметром распределения β в уравнении Больцмана для заселенности n_i какого-либо i -го энергетического уровня ϵ_i

$$n_i = n_0 \exp(-\beta \epsilon_i), \quad (2)$$

придем к выводу, что этот параметр связан с абсолютной температурой T простым соотношением $\beta = 1/k_B T$, где k_B –

константа Больцмана. Отсюда следует, что «заселенность» n_0 «нулевого» уровня энергии ϵ_0 соотносится с «заселенностью» n_i i -го энергетического уровня ϵ_i следующим образом:

$$n_i/n_0 = \exp [(\epsilon_0 - \epsilon_i)/k_B T]. \quad (3)$$

Если $T > 0$, то в соответствии с (3) «заселенность» более высоких энергетических уровней) убывает по экспоненциальному закону. Однако если будет получено равновесное состояние с инверсной заселенностью, когда большинство частиц находится на верхнем энергетическом уровне, то такому состоянию следует приписать отрицательное значение статистически определенной абсолютной температуры $T < 0$. Таким образом, со статистико-механических позиций применение понятия температуры (положительной и отрицательной) к спиновым подсистемам выглядит не менее обоснованным, чем, скажем, понятие электронной температуры в плазме или магнитной температуры в магнетиках [2].

Однако инверсной заселенности самой по себе еще не достаточно, чтобы говорить об отрицательной абсолютной температуре. Важно, чтобы система находилась в *равновесии* при инверсной заселенности. Для этого необходимо, во-первых, чтобы частицы, составляющие такую подсистему, приходили во внутреннее равновесие между собой значительно быстрее, чем с окружающей средой или с остальной частью системы. Во-вторых, энергетический спектр таких подсистем должен быть ограничен сверху, чтобы достижение инверсной заселенности не требовало подвода бесконечного количества энергии [6]. Первой подсистемой, удовлетворившей этим требованиям, явилась упомянутая выше система ядерных спинов ионов лития в кристаллах фторида лития (LiF) [1]. Если кристаллы LiF поместить в магнитное поле, ядерные магниты смогут занять в принципе четыре разных энергетических уровня, в том числе по направлению поля (нижний энергетический уровень), поперек поля и антипараллельно полю (верхний энергетический уровень). Если теперь быстро изменить направление внешнего поля (как это было в опытах Е. Пёрсела и Р. Паунда [1]), то ядерные магниты оказываются неспособными последовать за ним, и большая их часть окажется в верхнем энергетическом состоянии – произойдет инверсия заселенности. После небольших и быстро затухающих колебаний ядерные магниты приходят в равновесие друг с другом. Это совершается за время t_2 , много меньшее времени t_1 установления равновесия подсистемы спинов с кристаллической решеткой LiF (от 5 до 30

мин.), что позволяет говорить об известной «самостоятельности» поведения спиновой подсистемы.

В опытах было установлено также, что если кристалл LiF убрать из магнитного поля и поместить его в слабое магнитное поле Земли, а затем через несколько секунд возвратить в исходное поле, то его намагниченность окажется ненамного ниже первоначальной [1]. Е. Пёрсел и Р. Паунд повторили тот же эксперимент с подсистемой, начальная намагниченность которой была противоположна полю. При этом после помещения образца в поле Земли и возвращения его в сильное магнитное поле восстанавливалась не только величина намагниченности, но и её ориентация, противоположная полю. Наиболее удивительным здесь было то, что пребывание образца в поле, значительно более слабом, чем локальные поля в установке, не приводят к полному разрушению намагниченности. Последнее обстоятельство дало им основание для заключения о существовании двух различных типов взаимодействия: спин – спинового, приводящего к быстрому установлению внутреннего равновесия в системе ядерных магнитов, и спин – решеточного взаимодействия неизвестной природы. Это взаимодействие и было уподоблено теплообмену [2]. При этом кристаллическая решетка была принята за термостат, а процесс размагничивания системы спинов – за его «охлаждение». При такой интерпретации пришлось допустить, что состояния с отрицательной абсолютной температурой продолжают термодинамическую шкалу температур за область $T = \infty$! Более того, пришлось сделать заключение об «инверсии» в таких системах принципа исключенного вечного двигателя 2-го рода [2, 6].

Однако по мере дальнейшего изучения следствий такого представления с позиций неравновесной термодинамики поливариантных систем (со многими степенями свободы) становилось все более ясным, что понятие отрицательной абсолютной температуры (лежащей выше уровня $T = \infty$) не только лишено глубокого физического смысла термодинамической температуры, но и чаще всего вводит в заблуждение [5]. Покажем это по возможности более кратко.

3. Нетепловой характер спин-спинового взаимодействия

Одно из принципиальных противоречий трактовки спин-спинового взаимодействия как теплообмена с термодинамикой состоит в том, что определение температуры в сложных (поливариантных) системах требует постоянства не только объема

системы V , но и всех других координат Θ_i работ, совершаемых помимо работы расширения:

$$T \equiv (\partial U / \partial S)_{\Theta_i}, \quad (4)$$

Согласно этому выражению, отрицательные значения термодинамической температуры могут быть достигнуты только в том случае, когда система путем обратимого теплообмена будет переведена в состояние с большей внутренней энергией U и с меньшей энтропией S . Между тем оба известных способа достижения инверсной заселенности в системе ядерных спинов (инверсия внешнего магнитного поля и воздействие радиочастотным импульсом) не удовлетворяют этим условиям. В первом способе изменение направления внешнего магнитного поля осуществляется, как это подчеркивается в [1], настолько быстро, что ядерные спины *не успевают изменить свою ориентацию*. Следовательно, внутреннее состояние системы (в том числе ее энтропия S) оставались при этом неизменными – изменялась лишь внешняя потенциальная (зеemanовская) энергия спинов в магнитном поле, входящая в гамильтониан системы наряду с энергией спин-спинового взаимодействия. Внутренняя же энергия системы U , которая по определению не зависит от положения системы как целого во внешних полях, оставалась при этом неизменной. В противном случае нарушалось бы другое условие (4), состоящее в требовании постоянства координат всех видов работы (в данном случае V и M). Что же касается другого способа инверсии заселенности, достигаемого с помощью высокочастотного (180-градусного) импульса, то и его нельзя отнести к категории теплообмена, поскольку оно также имеет направленный характер и соответствует адиабатическому процессу *совершения над системой внешней работы*.

Другое противоречие с термодинамикой состоит в том, что в случае спин-решеточного взаимодействия речь идет не о теплообмене (т.е. обмене между телами, разделенными в пространстве, внутренней тепловой энергией), а о *перераспределении энергии по механическим степеням свободы одних и тех же атомов в кристаллической решетке LiF*. То обстоятельство, что между тепловой формой движения и ориентацией спинов существует определенная связь, еще не дает оснований приписывать эту форму спиновой системе, тем более что охлаждение конденсированных сред до температур, близких к абсолютному нулю не приводит к исчезновению собственного момента вращения ядер [1].

Третье замечание касается правомерности присвоения системе ядерных спинов энтропии S в качестве координаты ее состояния. Как известно, необходимым условием в термодинамике для существования у какой-либо системы энтропии является наличие в окрестности произвольного состояния этой системы других состояний, которые не достижимы из него адиабатическим путем [8]. Смысл этого положения, известного как «аксиома адиабатической недостижимости», состоит в признании того очевидного факта, что тепловое взаимодействие приводит к таким изменениям состояния, которые не могут быть достигнуты каким-либо другим квазистатическим путем. Между тем, как показали те же опыты [1], охлаждение кристалла LiF до температуры жидкого гелия в нулевом поле дает тот же эффект, что и адиабатическое размагничивание образца. Отсутствие в данном случае «адиабатической недостижимости» исключает возможность приложения к спиновым системам основанной на этой аксиоме «математически наиболее строгой и логически последовательной системы обоснования существования энтропии» [6]. Это обстоятельство также свидетельствует о недопустимости описания спиновой системы параметрами термической степени свободы и о расхождении такого описания со вторым началом термодинамики для квазистатических процессов (принципом существования энтропии).

Еще одним подтверждением несводимости спин-спинового взаимодействия к теплообмену являются опыты по «смешению» двух систем противоположно ориентированных спиновых систем (${}^7\text{Li}$ и ${}^{19}\text{F}$) кристалла LiF [1]. Эти опыты показали, что «спиновая температура» отнюдь не подчиняется обычным для любой смеси законам сохранения вида:

$$\Psi = \sum_i C_i \Psi_i / \sum_i C_i \quad (5)$$

где Ψ_i – какой-либо интенсивный параметр (температура, химический, электрический, гравитационный и др. потенциал); C_i – соответствующий экстенсивный параметр (полная теплоемкость, число молей, заряд, масса и т.п.). Дело в том, что в случае спиновой системы в выражении (5) со «спиновой теплоемкостью» C_i сопряженная величина, *обратная абсолютной температуре* [2]. Отсюда следует, что законам типа (5) подчиняется не температура, а ядерная намагниченность \mathbf{M} , относящаяся к нетермической степени свободы спиновой системы.

Однако еще более весомым свидетельством «псевдотермодинамического» описания состояния спиновой

системы в [2] является вывод о необходимости замены принципа исключенного вечного двигателя 2-го рода противоположным утверждением о возможности построения в области $T < 0$ тепловой машины, работающей от одного источника тепла [2, 6]. Такой вывод был сделан на основе известного выражения термического КПД цикла Карно:

$$\eta_t = 1 - T_2/T_1 = 1 - Q_2/Q_1. \quad (6)$$

где T_1 и T_2 – абсолютные температуры источника и приемника тепла; Q_1 , Q_2 – количества подведенного и отведенного в цикле тепла.

Если такой цикл осуществить в области $T_1 < 0$ и $T_2 < 0$, где более высокому уровню энергии (горячему источнику) соответствует система с меньшей по абсолютной величине отрицательной температурой [2, 6, 9] и $T_2/T_1 > 1$, термический КПД η_t окажется меньше нуля. Это означает, что тепловая машина в области отрицательных абсолютных температур будет производить работу, если $|Q_2| > |Q_1|$, т.е. тепло будет отбираться от «холодного» источника, а теплоприемником будет служить более «горячее» тело. Поскольку же путем теплового контакта между ними все тепло Q_1 , переданное «горячему» источнику, может быть естественным путем возвращено «холодному», то в непрерывной последовательности подобных операций работа в конечном счете сможет быть произведена за счет теплоты только одного «холодного» тела, без каких-либо остаточных изменений в окружающих телах. Подобным же образом делается вывод о невозможности полного превращения теплоты в работу в области $T_1 < 0$. Так, в [6] находим: «Вечный двигатель 2-го рода, т.е. устройство, которое полностью превращало бы в работу тепло какого-либо тела (без передачи части этого тепла другим телам), невозможен..., причем это утверждение не допускает обращения в случае обычных систем и допускает обращение при $T_1 < 0$ ». Самое удивительное в этом заключении, «опрокидывающем» одно из основных положений 2-го начала термодинамики, состоит в том, что оно сделано... на основании того же 2-го начала! Действительно, возможность полного превращения теплоты в работу означает, что само понятие КПД и его выражение (3) становятся несправедливыми. Но тогда утрачивают силу и все выводы, основанные на этом выражении! Налицо «порочный круг!».

Характерно, что в приведенных выше рассуждениях перенос энтропии при совершении полезной работы и при термической релаксации осуществляется в противоположном направлении, хотя

с позиций неравновесной термодинамики оба этих процесса порождаются одной и той же термодинамической силой – разностью температур $T_1 - T_2$ [10]. Тем самым нарушается не только принцип исключенного вечного двигателя 2-го рода, но и более фундаментальное положение 2-го начала об односторонней направленности всех естественных процессов. Достоинно сожаления, что подобные утверждения проникли на страницы учебников по термодинамике и воспроизводятся даже в лучших из них [6].

Между тем возможна совершенно иная интерпретация результатов указанных выше экспериментов [7]. Известно, что классическая термодинамика различает процессы *не по причинам, их вызывающим* (как в физической химии, которая различает обычную (концентрационную) диффузию, и термо-и бародиффузию), *и не по механизму переноса энергии* (как теория теплообмена, различающая кондуктивный, конвективный и лучистый теплообмен), *а по их последствиям, т.е. по особым, феноменологически отличимым и несводимым к другим изменениям состояния, которые они вызывают* [7]. Таковы, в частности, изохорный, изобарный, изотермический и адиабатический процессы.

Подходя с этих позиций к механическим формам движения, следует различать, например, процесс *ускорения*, состоящий в изменении модуля импульса системы mv при неизменных углах траектории тела в декартовой системе координат φ_i ($i = 1, 2, 3$), и процесс *переориентации движения*, состоящий в изменении углов φ_i при неизменном импульсе системы. Первый из этих процессов происходит под действием сил, являющихся полярными векторами, и сопровождается изменением кинетической энергии тел, второй – под действием сил, являющихся аксиальными векторами (центростремительных, кориолисовых или лоренцовых). В соответствии с законом сохранения количества движения в процессе переориентации одного тела должно измениться направление движения и импульс других тел, а также конфигурация и энергия всей совокупности взаимодействующих (взаимно движущихся) тел. Выделить «конфигурационную» составляющую потенциальной энергии в ряде случаев несложно. Рассмотрим, например, вращающиеся макрообъекты – волчки или гироскопы. Когда их моменты количества движения \mathbf{L} ориентированы в пространстве определенным (в принципе произвольным) образом, то отклонение их от этого направления требует, как известно, затраты определенной работы. Это означает, что такие объекты наряду с кинетической энергией вращения обладают

дополнительной потенциальной энергией, зависящей от ориентации оси вращения в пространстве. Величину этой энергии можно измерить, если учесть, что при наличии постоянного «возмущения» в виде приложенного к оси волчка момента сил он начинает прецессировать с определенной угловой скоростью, зависящей от соотношения приложенного момента и момента количества движения волчка относительно его оси симметрии. Величина этой дополнительной кинетической энергии прецессии и определяет величину перешедшей в нее «конфигурационной» энергии. После снятия возмущения спиновые объекты, как известно, самопроизвольно возвращаются в исходное состояние. Последнее означает, что положение устойчивого равновесия системы вращающихся тел соответствует минимуму конфигурационной (зависящей от взаимной ориентации тел или частей тела) энергии. Поскольку такие тела обладают этим свойством и в отсутствие у них собственного электрического или магнитного момента [10], следует признать существование независимой составляющей конфигурационной энергии вращающихся тел. В случае каких-либо периодических нарушений взаимной ориентации спиновых тел (например, при неоднородной прецессии) «конфигурационная» составляющая энергии претерпевает колебания, естественным следствием которых является распространение в эфире так называемых спиновых волн.

Таким образом, следуя термодинамике, необходимо наряду с кинетической энергией вращательного движения тел $E_k(\omega)$, зависящей от абсолютной величины угловой скорости вращения ω , и потенциальной энергией их положения в силовых полях (электрическом, магнитном и гравитационном) $E_{II}(\mathbf{r})$, зависящей от модуля радиус-вектора \mathbf{r} центра их массы, различать ориентационную составляющую полной энергии $E_{II}(\varphi)$. Как и любая другая форма внешней потенциальной энергии, она принадлежит всей совокупности взаимодействующих (изменяющих взаимную ориентацию) тел. В принципе, эта составляющая энергии присуща всем упорядоченным формам энергии и отлична от нуля для всех тел с несферической симметрией. Известно, например, что поляризация диэлектриков сопровождается не только разделением в пространстве положительных и отрицательных зарядов (т.е. созданием диполей), но и переориентацией по полю уже имеющихся «жестких» диполей (сохраняющих величину плеча диполя). Аналогичным образом в процессе намагничивания тел наряду с изменением плеча магнитных диполей происходит их

переориентация во внешнем магнитном поле. Не составляет исключения и гравитационная энергия. В этом легко убедиться, рассчитывая разность потенциальной энергии жесткой гантели с неизменным центром тяжести при ее горизонтальном и вертикальном расположении в гравитационном поле Земли.

Рассматривая с этих позиций описанные выше эксперименты, мы приходим к заключению, что в них обнаружен новый, неизвестный ранее вид взаимодействия вращающихся объектов. Специфика спин-спинового взаимодействия состоит в самопроизвольном установлении и поддержании единой ориентации систем ядерных магнитов. Этот вид взаимодействия не сводим не только к теплообмену, но и к электрическому или магнитному взаимодействию, поскольку, во-первых, присуще и электрически нейтральным частицам, а, во-вторых, не вызывает разупорядочивания системы электрических и магнитных диполей при ослаблении внешнего электрического или магнитного поля. В макро-и мегамире этот вид взаимодействия проявляется в возникновении гироскопического момента, удерживающего оси вращения тел в определенном положении, а также в выравнивании траекторий планет, рукав галактики и т.п. в одной плоскости. Поэтому и в данном случае нет серьезных причин сводить обнаруженное в экспериментах спин-спиновое взаимодействие к «дипольному магнитному» или «квадрупольному электрическому» взаимодействию [1].

4. Энергодинамическое описание спиновых систем

Известно, что ядерные частицы при своем вращении испытывают прецессию, т.е. движение, при котором оси их вращения образуют с вектором направления внешнего поля \mathbf{H} пространственно ориентированный угол φ_c . С термодинамической точки зрения это означает необходимость учета в ее уравнениях еще одной степени свободы, зависящей не только от суммарного собственного момента количества движения ядер исследуемых веществ \mathbf{J}_c , но и от его ориентации в пространстве (угла φ_c). В зависимости от этого угла проекция спинов \mathbf{I}_c i -х элементарных частиц на выбранное направление в пространстве (например, на направление внешнего магнитного поля \mathbf{H}) изменяется от $-\mathbf{I}_c$ до $+\mathbf{I}_c$ (что соответствует $\varphi_c=180^\circ$ и 0°). Следовательно, суммарный момент \mathbf{J}_c связан со спином \mathbf{I}_c соотношением [10]:

$$\mathbf{J}_c = \sum_i b \mathbf{I}_c \cos \varphi_c, \quad (7)$$

где b – постоянная Планка.

Наряду с этим, как известно, ядра, атомы и молекулы конденсированных веществ обладают некоторым магнитным моментом \mathbf{Z}_m , обусловленным главным образом орбитальным движением электронов вокруг ядра и их спинами. Таким образом, полная энергия конденсированных веществ \mathcal{E} зависит в общем случае не только от их температуры (или энтропии S) и от их магнитного момента \mathbf{Z}_m , но и от взаимной ориентации спинов (угла φ_c). Параметры S , \mathbf{Z}_m и φ_c являются независимыми, так что энергия \mathcal{E} как функция состояния имеет вид $\mathcal{E} = \mathcal{E}(S, \mathbf{Z}_m, \varphi_c)$, а ее полный дифференциал выражается соотношением:

$$d\mathcal{E} \equiv TdS - \mathbf{H} \cdot d\mathbf{Z}_m - \mathbf{M}_c \cdot d\varphi_c, \tag{8}$$

где $T \equiv (\partial\mathcal{E}/\partial S)$ – абсолютная температура системы; $\mathbf{H} \equiv (\partial\mathcal{E}/\partial\mathbf{Z}_m)$ – напряженность магнитного поля; $\mathbf{M}_c \equiv (\partial\mathcal{E}/\partial\mathbf{J})$ – ориентационный момент. В этом выражении член $\mathbf{M}_c \cdot d\varphi_c$ характеризует работу, связанную с ориентационной поляризацией системы ядерных спинов (подобно тому, как член $\mathbf{H} \cdot d\mathbf{M}$ определяет работу, связанную с намагничиванием системы). Отсюда на основании свойств полного дифференциала следуют дополнительные дифференциальные соотношения между модулями Z_m и H векторов \mathbf{Z}_m и \mathbf{H} вида

$$(\partial Z_m / \partial \varphi_c)_{\mathbf{H}} = (\partial Z_m / \partial H)_{\varphi}. \tag{9}$$

Согласно этому соотношению, угол ориентационной поляризации системы ядерных спинов φ_c изменяется под влиянием внешнего магнитного поля \mathbf{H} в той же мере, что и намагниченность системы \mathbf{Z}_m – вследствие переориентации спиновой системы (изменения момент количества движения \mathbf{J}_c). Поскольку же в условиях постоянства магнитного поля \mathbf{H} изменение \mathbf{Z}_m может быть обусловлено лишь изменением ядерной намагниченности (дипольного магнитного момента ядер) \mathbf{Z}_y , который связан с суммарным моментом количества движения \mathbf{J}_c так называемым гиромагнитным отношением γ_c

$$\mathbf{Z}_y = \gamma \mathbf{J}_c, \tag{10}$$

то вместо (9) можно написать

$$(\partial \varphi_c / \partial H)_{\mathbf{J}} = \gamma_c. \tag{11}$$

Отсюда следует, что ориентационная поляризация системы ядерных спинов под влиянием внешнего магнитного поля действительно имеет место и выражается тем же гиромагнитным отношением γ_c . Отличие от нуля левой и правой частей соотношения (11) подтверждает обоснованность учета дополнительной степени свободы, связанной с ориентацией спиновых систем. Таким образом, признание факта существования

ориентационных процессов и связанной с ней дополнительной степени свободы конденсированных веществ приводит к результатам, согласующимся с опытом. Тем самым энергодинамика устраняет паралогизм отрицательных абсолютных температур, еще раз подтверждая незыблемость законов термодинамики.

5. Эфирно-солитонная природа спин-спинового взаимодействия.

Коснемся теперь вопроса о «механизме» переноса спин-спинового взаимодействия в пространстве. С позиций классической физики энергия передается в пространстве от точки к точке с конечной скоростью. Для этого необходима *сплошная промежуточная среда, способная переносить энергию*. В качестве такой среды после Фарадея и Максвелла рассматриваются обычно различные поля, существующие предположительно независимо от их источников. За время господства полевой парадигмы были придуманы десятки полей: «сильные» и «слабые», «нуклонные» и «мезонные», «барионные» и «спинорные», «бозонные» и «микрелептонные», «тахсионные» и «торсионные», «нейтринные» и «тонкие», «биологические» и «хрональные», «морфогенетические» и «информационные», и т.д., и т.п. Большинство из них выдавалось за некую материальную среду и наделялось совокупностью свойств, не получивших экспериментального подтверждения. Это привело к обилию в физике гипотез и постулатов в ущерб ее классическому феноменологическому характеру.

При таком подходе исследователи как-то упустили из вида, что Максвелл понимал под полем среду, которая может переносить энергию «после того, как она покинула одно тело и еще не достигло другого» [11]. Между тем таким образом можно переносить только *внутреннюю* (собственную), но не *внешнюю потенциальную* энергию, поскольку последняя *по определению* зависит от взаимного положения тел с присущими им массами, зарядами и токами, т.е. принадлежит всей их совокупности и лишь условно приписывается полю как некоторой математической функции пространственных координат, чтобы избежать «дальнодействия» [12]. Понимание этого обстоятельства возвращает нас к эфиру, изгнанному из физики специальной теорией относительности (СТО) и вновь оказавшемуся востребованным в ОТО.

Известны десятки моделей эфира, наделяющие его многими свойствами вещества, в том числе корпускулярной структурой, подвижностью, температурой, теплопроводностью, вязкостью,

текучестью, сжимаемостью, инерционностью и т.п. Большинство физических моделей эфира рассматривают его как разновидность жидкости или газа, т.е. вещества [13]. Наиболее популярными были модели, основанные на предположении о вихревом движении эфира. Одну из первых «вихревых» моделей эфира предложил в 1858 году Г.Гельмгольц. Эту идею в дальнейшем развил В. Томсон, который в 1904 году предложил вихревую модель атома, подобную «пудингу с изюмом». Однако еще Коши и Стокс доказали, что любая частица идеальной жидкости не может получить вращательное движение при содействии окружающей среды, если она не обладает им в начальной точке отсчета времени. Это означало, что вихревое движение может возникнуть лишь в вязкой жидкости. В таком случае длительное существование вихрей в такой среде становится невозможным из-за диссипации энергии вихрей. Смущала исследователей также неизбежность возникновения при этом сопротивления движению твердых тел через эфир, что расходилось с наблюдавшейся неизменностью траекторий небесных тел. В результате вихревая модель эфира оказалась несостоятельной и была отвергнута.

Между тем при современном уровне развития экспериментальной техники нет никаких оснований приписывать эфиру дискретную структуру, т.е. считать его разновидностью вещества. Напротив, целесообразно весь материальный мир поделить на вещество (дискретное образование, занимающее лишь часть пространства и имеющее границы) и эфир как сплошную среду, не имеющую границ. В реальном космическом пространстве мы наблюдаем эфир, в той или иной мере «запыленный» присутствием вещества, начиная от отдельных химических элементов и кончая галактиками. Такая среда является продуктом перехода от эфира к веществу и обратно, и потому в определенной мере обладает свойствами как эфира, так и вещества. На этом и основан энергодинамический подход, для которого характерны отказ от каких-либо модельных представлений о микроскопической структуре объекта исследования и о микроскопическом механизме процессов в нем, исключение гипотез и постулатов из оснований теории и от идеализации процессов и систем вне рамок условий однозначности (задаваемых лишь при приложении теории к решению конкретных задач). Более того, энергодинамика усиливает требования реальности, дополняя термодинамику учетом скорости, производительности и необратимости реальных процессов, а также междисциплинарным подходом к изучению объекта с сохранением

всех присущих ему «системообразующих» связей. Поэтому дальнейшей задачей является краткое изложение энергодинамического подхода к эфиру на примере переноса спин-спинового взаимодействия.

5.1. Энергия эфира. Известно свойство эфира как всепроникающей светоносной среды, колеблющейся в неограниченном диапазоне частот. Это вынуждает рассматривать его в энергодинамике как непреходящий невещественный компонент изолированной системы типа Вселенной в целом и любой материальной ее части. Из экспериментов известна также скорость света c как предельная скорость распространения поперечных колебаний среды его распространения. Этого в принципе достаточно для приложения энергодинамического метода исследования к эфиру как к одной из составляющих многокомпонентной системы.

С позиций энергодинамики, как и классической теории колебаний квадрат скорости распространения колебаний в среде определяется отношением давления среды p к ее плотности ρ [14]:

$$c^2 = p/\rho. \quad (12)$$

Отсюда следует, что эфир обладает отличной от нуля плотностью ρ и внутренней потенциальной энергией, мерой которой является давление p (Дж/м³). При колебаниях плотности эфира ρ в нем возникают волны, уносящие соответствующую часть его упорядоченной энергии $E_{\text{в}}$ в форме бегущей волны. В процессе поглощения этих волн веществом возрастает его энергия покоя E_0 ($dE_0 = -dE_{\text{в}}$) и масса покоя m , так что в соответствии с законами сохранения массы и энергии $-dM = dm$ и $-dE_{\text{в}} = -c^2 dM = c^2 dm$. Отсюда после интегрирования находим :

$$E_0 = mc^2. \quad (13)$$

К этому выражению задолго до А.Эйнштейна пришел целый ряд исследователей: Шрамм (H. Schramm), Браумюллер (W. Braumüller), Н.Умов, Дж. Томсон (J.Thomson), Хэвисайд (O. Heaviside), Пуанкаре (J.H. Poincare) и Хазенорль (F. Hasenöhr) [15]. Заметим, что к этому выводу нельзя было прийти, не допуская (хотя бы молчаливо) превращения эфира как компонента системы в вещество, в то время как перенос энергии фотонами считается «безмассовым». Поскольку же $\rho = M/V$, удельная энергия покоя эфира является вполне определенной величиной $\varepsilon_0 = pV/M = c^2$. Наличие собственной энергии и делает эфир той средой, которая способна переносить энергию в пространстве.

5.2. Отсутствие в эфире вязкости. Одним из основных возражений против теории эфира явилось представление об обязательном наличии у него вязкости, о чем свидетельствовали признаки наличия «эфирного ветра» и «усталости света». Между тем оба этих экспериментальных свидетельства относились к реальной космической среде, содержащей рассеянное вещество со всеми присущими ему атрибутами, и потому не имеют отношения к «чистому» эфиру как своего рода «первоматерии». Приписывание диссипации энергии эфиру отражает лишь наивные представления прошлого о теплоте как неуничтожимом флюиде, содержащемся во всех без исключения материальных объектах. Эта точка зрения, казалось бы, подкреплялась и 3-м началом термодинамики, трактуемым как утверждение о недостижимости абсолютного нуля температуры не только путем отвода тепла (что непосредственно вытекает из 2-го начала для тепловых машин), но и никаким иным образом (вопреки доказанной в экспериментах возможности асимптотически достигнуть температур менее 0,001К). В случае «неуничтожимости» теплоты диссипация энергии, вызванная превращением упорядоченных форм энергии в хаотическую, становится неотъемлемым свойством любых материальных сред, поскольку перемещение тел относительно любой другой корпускулярной среды непременно сопровождается разрывом старых и образованием новых «межчастичных» связей. Первый из этих процессов требует, как известно, затраты определенной работы, второй – представляет собой релаксационный процесс, при котором работа, затраченная на разрушение связей, возвращается уже в форме тепла. Иное дело, если теплоту рассматривать с позиций энергодинамики как синтез кинетической энергии хаотического движения структурных элементов вещества и потенциальной энергии их взаимодействия. Тогда становится ясным, что теплота как специфическая форма движения возникает лишь на определенном (макроскопическом) уровне структурной организации вещества, и что такая форма энергии отнюдь не свойственна микромиру и тем более эфиру в его «чистом» виде. Это следует и из СТО, поскольку энергия покоя эфира E_0 соответствует полной его энергии $\mathcal{E} = Mc^2$. Т.о. «чистый» эфир следует рассматривать как полностью упорядоченную систему, обладающую лишь колебательной формой движения. В таком эфире процесс разрыва старых и образования новых связей обратим. Это обстоятельство и приводит к возникновению в нем

практически не затухающих автоколебаний плотности. Образующиеся при этом волны плотности могут быть как стоячими, так и бегущими (в том числе кольцевыми, двигающимися по замкнутым траекториям). Основным свойством бегущих волн является, как известно, их способность переносить энергию без переноса вещества (в данном случае эфира). Это и позволяет снять ряд противоречий, свойственных ряду его моделей.

5.3. Взаимопревращение эфира и вещества. Существуют веские основания считать вслед за А.Эйнштейном, что вещество является продуктом «конденсации» (структурной перестройки) эфира, т.е. рассматривать его как «первоматерию». Возможность такого взаимопревращения вещества и эфира становится особенно очевидной с позиций ТО, оперирующей понятием релятивистской массы M_r и выражением полной энергии $\mathcal{E} = E_0 + E_k = M_r c^2$. Из этого выражения следует, что при достижении системой скорости света, когда ее кинетическая энергия $E_k = M_r c^2$ становится равной полной энергии \mathcal{E} , энергия покоя системы E_0 обращается в нуль. Это означает, что все степени свободы системы, кроме кинетической, вырождаются (исчезают), и единственной формой движения становится волновая форма, присущая эфиру. Однако этот процесс не имеет ничего общего с аннигиляцией электрона с гипотетическим позитроном - просто те формы взаимодействия, которые ответственны за тепловые, механические, химические, ядерные и т.п. процессы в нем, по мере ускорения уступают место другим, упорядоченным формам движения. С особой ясностью это обстоятельство проявляется с позиций молекулярно-кинетической модели вещества, в которой теплота рассматривается как хаотическая форма движения частиц с некоторой среднестатистической скоростью. Если скорость центра массы материальной системы, т.е. средняя скорость ее частиц, равна предельной, то хаотическое движение в ней становится невозможным, поскольку исключены случайные отклонения от этой скорости в большую сторону. Этот вывод следует и из энергодинамики, в которой полная энергия системы \mathcal{E} представлена в виде суммы «парциальных» энергий \mathcal{E}_i всех ее степеней свободы $\mathcal{E} = \sum_i \mathcal{E}_i$. В таком случае становится очевидным, что с приближением кинетической энергии системы к предельной $M_r c^2$ вырождаются все остальные ее составляющие \mathcal{E}_i . Это и означает превращение вещества в эфир. Становится понятным и смысл и

обратного процесса «конденсации» эфира, сопровождающийся появлением у вещества новых свойств, не присущих эфиру.

5.4. Структурная устойчивость волн эфира. Немаловажно показать, что волны эфира по своим свойствам подобны солитонам (от англ. solitary wave – уединенная волна) – одиночным структурно устойчивым частицеподобным волнам. Такие волны при столкновении друг с другом не изменяют своей формы, испытывая в некоторых случаях лишь фазовый сдвиг. Убедиться в структурной устойчивости волн эфира можно, если воспользоваться классическим выражением для плотности энергии волны, единым для волн любой природы (акустических, гидравлических, электромагнитных и т.п.) [14]:

$$\rho E_{\text{в}} = \rho A_{\text{в}}^2 \nu^2 / 2, \quad (14)$$

где ρ , $A_{\text{в}}$, ν – плотность, амплитуда и частота колебаний среды.

Введем для наглядности коэффициент формы волны $K_{\text{ф}}$ как отношение ее амплитуды $A_{\text{в}}$ к длине волны λ :

$$K_{\text{ф}} = A_{\text{в}} / \lambda. \quad (15)$$

Тогда плотность энергии волны предстанет как величина, не зависящая от частоты и зависящая только от ее формы:

$$\rho E_{\text{в}} = \rho K_{\text{ф}}^2 c^2 / 2 \quad (16)$$

С другой стороны плотность энергии волны может быть выражена через скорость света в вакууме $\rho E_{\text{в}} = \rho c^2$. Сравнивая эти выражения, легко убедиться в том, что $K_{\text{ф}} = \text{const}$. Принято считать, что структурная устойчивость уединенной волны обусловлена распространением уединенной волны в нелинейной среде, где «расползание» волны вследствие диссипации ее энергии компенсируется дисперсией, т.е. возрастанием скорости волны с увеличением ее амплитуды. Однако в эфире отсутствует как дисперсия, так и диссипация волн, так что это условие соблюдается в нем всегда. Это существенно расширяет сферу применимости понятия солитона и снимает проблему дуализма «волна – частица», поскольку солитон заведомо обладает свойствами частицы. Дискретность солитона как волны дает основание для *эфирно-солитонной* концепции процесса излучения [16] и позволяет дать классическое обоснование ряду положений квантовой механики [17]. При этом фотон предстает как пакет солитонов с целочисленным количеством узлов. Признание единой неэлектромагнитной природы любых глубоко проникающих излучений, включая свет [18] и их эфирно-солитонная концепция открывает новую страницу в изучении так называемых упомянутых

выше полей, позволяя объяснить специфику свойствами эфира как «сверхпроникающей» среды.

5.5. Силовой характер взаимодействия эфира с веществом.

Рассмотрим одиночную волну эфира ρ (рис.1). Она представляет собой неоднородную систему, образованную отклонением ее плотности ρ в обе стороны от ее равновесного значения $\bar{\rho}$. Как показано в [7], это приводит к появлению некоторого «момента распределения» плотности эфира в волне, который в нашем случае определяется выражением

$$\mathbf{Z}_B = \Theta_B \Delta \mathbf{R}_B = \int [\rho(\mathbf{r}, t) - \bar{\rho}(t)] \mathbf{r} dV. \quad (17)$$

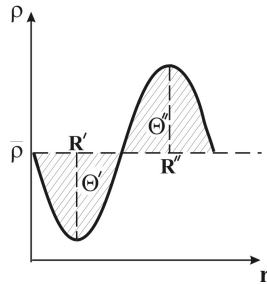


Рис.1. Волна как диполь

Разбивая для простоты объем системы V на две части V' и V'' , и обозначая через Θ' и Θ'' интегралы $\Theta' = \int [\rho(\mathbf{r}, t) - \bar{\rho}(t)] dV'$ и $\Theta'' = \int [\rho(\mathbf{r}, t) - \bar{\rho}(t)] dV''$, соответствующие отрицательной и положительной полуволне, находим, что положение их центров соответствует радиус-векторам, обозначенным на рисунке через \mathbf{R}' и \mathbf{R}'' . Т.о., энергодинамический подход к оценке неоднородности системы в целом применим и к волнам эфира, обнаруживая свойство эфирной волны как диполя с плечом $\Delta \mathbf{R}_B$.

Несложно также заметить, что универсальное определение силы в энергодинамике [7] как градиента соответствующей формы энергии $\mathbf{F}_i = -(\partial \Theta_i / \partial \mathbf{r})$ применимо и к волнам эфира, поскольку локальное отклонение плотности волны ρ от равновесной $\bar{\rho}$ меняется по пространственной координате \mathbf{r} :

$$\mathbf{F}_B = -(\partial E_B / \partial \mathbf{r}). \quad (18)$$

Таким образом, пространственная неоднородность осциллирующего эфира порождает его «поляризацию», подобно тому, как это происходит в диэлектриках. Образование «эфирных диполей» порождает возникновение в нем действующих сил подобных хорошо изученным силам, исходящим от электрических или магнитных диполей. Равнодействующая таких сил в какой-либо точке пространства \mathbf{r} от всех эфирных диполей, и создает то, что мы

называем *силовым полем*. Отсюда и понятие силового поля как *области пространства, в которой обнаруживаются какие-либо силы*. Как видим, поле – это просто напряженное состояние эфира. Для выяснения природы силы \mathbf{F}_B воспользуемся выражением полного дифференциала плотности энергии волны, даваемой выражением (14):

$$d(\rho E_B) = -(\rho A_B \nu) d(A_B \nu). \quad (19)$$

Сопоставляя (19) с выражением элементарной упорядоченной работы dW^T в термодинамике и энергодинамике как произведения объекта приложения силы Θ_i на вызванное ею изменение обобщенного потенциала ψ_i , находим, что в нашем случае $\psi_\theta = A_B \nu$ и $\rho \Theta_B = \rho A_B \nu$. Этот потенциал волны назван нами амплитудо-частотным [19]. Поскольку в стационарных условиях потенциал ψ_θ является функцией пространственных координат \mathbf{r} , то его полный дифференциал имеем вид

$$d\psi_\theta(\mathbf{r}) = (d\mathbf{r} \cdot \nabla) \psi_\theta. \quad (20)$$

Это позволяет выразить работу в привычной для механических видов работы форме:

$$dW^T = \mathbf{F}_B \cdot d\mathbf{r}, \quad (21)$$

где $\mathbf{F}_B = -\Theta_B \text{grad} \psi_\theta$. Т.о., сила взаимодействия эфира с веществом выражается отрицательным градиентом потенциала волны, т.е. так же, как и силы другой природы. При этом выражение градиента амплитудно-частотного потенциала определяет условия энергообмена между веществом и эфиром, равно как и условия распространения лучистой энергии в поглощающей среде. Становится ясным, что распространение света а таких средах сопряжено с «распластыванием» волны, т.е. уменьшением ее амплитуды A_B и частоты ν , т.е. с «красным смещением» [19]. То же касается и вещества, затухание колебаний в котором зависит от его свойств и состояния, и к тому же изменяется при резонансе. Это нарушает равенство потенциалов ψ_θ в веществе и эфире, и порождает энергообмен между ними. Это обстоятельство и предопределяет равенство частот поглощенного и отраженного излучения при равновесии эфира с веществом и, напротив, понижение частоты переизлучаемого света при диссипативном характере лучистого энергообмена. Что же касается пространства, свободного от вещества, то в нем форма волны сохраняется и энергия волны не рассеивается.

6. Обсуждение результатов.

Подводя итог, заметим, что любые процессы в веществе находят адекватное отражение в эфире, который и переносит колебания от одних тел к другим, способным к их восприятию. Благодаря этому любые взаимодействия приобретают единую природу и отличаются лишь диапазоном частот колебаний переносящего это взаимодействие эфира. Именно поэтому он способен вызывать в веществе не только фотоэффект, но и ионизацию, фотосинтез, флуоресценцию, фотоядерные реакции, структурообразование и т.п. С этих позиций свет – лишь та часть диапазона колебаний эфира, которая проявляется в телах в виде оптических эффектов. Еще более узкий диапазон этих колебаний телами рассеивается и потому называется тепловым. В рентгеновском диапазоне частот многие вещества оказываются практически прозрачными. Тогда излучение называют рентгеновским, причисляя его по ряду исторических причин к категории электромагнитных. Таким образом, эфир является *источником эффектов любой природы*. Его воздействие различается не природой поля как напряженного состояния эфира, а тем, как вещество его воспринимает. Этим же определяются и способы изоляции вещества от этих воздействий. Например, электромагнитные экраны поглощают излучение эфира в том диапазоне частот, которые способны возбуждать электроны, но значительно слабее – в рентгеновском диапазоне, и еще меньше – в диапазоне частот, соответствующих так называемым «тонким», «торсионным» и т.п. полям. Именно это, а не малая («нетепловая») интенсивность таких излучений обуславливает их глубокую проникающую способность, отнюдь не свойственную электромагнитным колебаниям. С другой стороны, эти «глубокопроникающие» излучения в ряде случаев хорошо поглощаются полимерными пленками, не представляющими практически никаких препятствий для электромагнитных волн. Таким образом, физическая природа всех взаимодействий едина – различены лишь их частоты и их проявления в веществе. Именно это и служит основанием для различения инфракрасных, тепловых, оптических, радиочастотных, рентгеновских, космических и т.п. излучений.

Таким образом, «механизм» взаимодействия эфира с телами един: колебательные процессы, происходящие в любых структурных элементах вещества, вызывают модуляцию эфира на резонансной этим процессам частоте. Частота модуляций определяется частотой колебаний структурных элементов вещества,

участвующих в этом процессе, т.е. его свойствами. Если эти колебания в веществе не изменяют положения осциллирующих элементов, они создают в эфире стоячие волны. В противном случае волны эфира становятся бегущими и переносят энергию в отсутствие перемещения самого эфира, т.е. порождают то, что мы называем взаимодействием тел на расстоянии в концепции близкодействия. Если вещество или его макроскопические части вращаются, они порождают в эфире адекватные замкнутые (кольцевые) волны. Такие волны легко представить, соединив начало и конец любого волнового пакета. В частности, если в веществе протекают замкнутые молекулярные токи, обуславливающие его магнетизм, они и в эфире порождают кольцевые волны, воспринимаемые детекторами как вихревое магнитное поле. То же самое происходит при вращении в пространстве нейтральных тел, обладающих скомпенсированным положительным и отрицательным зарядом, но отличающимся массой и соответственно частотой колебаний. Сам же эфир при этом может не обладать ни электрической, ни магнитной степенью свободы, что подтверждает неэлектромагнитную природу света [18].

Универсальное свойство эфира переносить колебания любой частоты позволяет обнаружить существование наряду со спин-спиновым и других видов взаимодействия, в частности, обусловленного зависимостью потенциальной энергии тел от их ориентации в пространстве или неоднородностью поля угловых скоростей [20]. В этом отношении спин-спиновое взаимодействие предстает как частный случай последнего, отличающимся тем, что величина спина у взаимодействующих ядерных частиц одинакова и неизменна. В таком случае взаимодействие их носит чисто *ориентационный* характер. В более общем случае вращающиеся тела порождают не только гироскопические моменты типа \mathbf{M}_c , но и эффекты «опрокидывания», «гироскопической тяги» и «обезвешивания» [21].

Принципиально важно, что вся упомянутая выше совокупность свойств эфира найдена здесь без каких-либо дополнительных гипотез и постулатов, выходящих за рамки классической парадигмы. Это обстоятельство наряду с выдвинутой здесь эфирно-волновой концепцией любых излучений открывает новую страницу в изучении так называемых «сверхслабых» излучений неэлектромагнитной природы, позволяя объяснить их высокую проникающую способность врожденным свойством эфира как «всепроникающей» среды.

Литература

1. Pурсел E.M., Pound R.V. // *Phys. Rev.*, 1951. V.81. P.279.
2. Ramsey N.F. Thermodynamics and Statistical mechanics by Negative Absolute Temperature. // *Phys. Rev.* 1956. V.103. №1. P. 279.
3. Абрагам А., Проктор У. Спиновая температура. // *Проблемы современной физики*. М., 1959. Вып. 1.
4. Поулз Л. Отрицательные абсолютные температуры и температуры во вращающихся системах координат. // *УФН*. 1964. Т. 84. Вып. 4. С. 693.
5. Гольдман М. Спиновая температура и ЯМР в твердых телах. Пер с англ. М.: Мир, 1972.
6. Базаров И.П. Термодинамика. Изд. 4-е. М.: Высшая школа, 1991.
7. Эткин В.А. Энергодинамика (синтез теорий переноса и преобразования энергии.- СПб, «Наука», 2008.- 409 с.
8. Caratheodory C. Untersuchungen über die Grundlagen der Thermodynamik. // *Math. Ann.*, 1909, XVII, №3. P. 355.
9. Danming-Davies J. Negative Absolute Temperatures and Carnot Cycles. // *Journ. Phys. A.: Math. And Gen.* 1976. V.9. №4. P. 605.
10. Эткин В.А. Об ориентационном взаимодействии. // *Вестник Дома ученых Хайфы*, 2010.–Т.XXI. – С.9-13.
11. Максвелл Дж. К. Избранные сочинения по теории электромагнитного поля: Пер. с англ.- М.: Гостехтеориздат, 1952.
12. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. Т. 6. М.: Мир, 1966.
13. Лоренц Г.А. Теории и модели эфира: Пер. с англ./ Под ред. А.К. Тимирязева. М.-Л.: ОНТИ, 1936.
14. Крауфорд Ф. Берклевский курс физики. Т.3: Волны. М.: Мир, 1965, 529 с.
15. Уиттекер Э. История теории эфира и электричества. – Москва – Ижевск, 2001.- 512 с.
16. Эткин В.А. О законе излучения Планка. // *Вестник Дома ученых Хайфы*, 2008. –Т.16. – С.12-17.
17. Эткин В.А. Об основаниях квантовой механики. // *Вестник Дома ученых Хайфы*, 2006. – Т.10. – С.19-27.
18. Эткин В.А. О неэлектромагнитной природе света. // *Доклады независимых авторов*. 2013. – Вып. 24. С. 160...187.
19. Эткин В.А. О потенциале и движущей силе лучистого теплообмена.// *Вестник Дома ученых Хайфы*, 2010.–Т.XX. –С.2-6
20. Эткин В.А. О новых видах взаимодействия. // *Доклады независимых авторов*. 2013. – Вып. 24. С.183...202.
21. Эткин В.А. О взаимодействии вращающихся масс // *Журнал формирующихся новых направлений*, 2013., № 3(1), стр.6...14.

Авторы

Андреев Юрий Петрович, *Россия*.

petrovic11@rambler.ru



Борониллов Борис Анатольевич, *Россия*.

levin_arkadj@mail.ru

Заслуженный учитель Российской Федерации. Почётный работник общего образования. Школьный учитель физики и астрономии с более чем 40-летним стажем. Ученики Бориса Анатольевича - неоднократные победители и призёры международных олимпиад по физике ИФО и АФО, а также победители и призёры Всероссийской олимпиады школьников по физике и астрономии последних лет,

большинство из которых зачислены без вступительных экзаменов и учатся в самых престижных ВУЗах России, имеющих весьма значимый в мире мировой имидж, в частности, в авторитетном Физтехе (университете) города Долгопрудный Московской области. Интерес Бориса Анатольевича однозначно определён избранной им профессией и непрерывно связан с изучением квантово-механических принципов окружающего нас мира.



Гринштейн Марк Михайлович, *Израиль*.

biomagen@gmail.com

К.т.н., академик международной академии биоэнерготехнологий, академик Европейской академии естественных наук.

Автор концепции «информационно-волновая медицина», не имеющая аналогов в мировой практике. Комплекс созданных технологий обеспечивает дистанционную диагностику и лечение любых заболеваний. Имеется несколько десятков отзывов с благодарностью от людей, излеченных от тяжёлых недугов.



Левин Аркадий Исаакович, *Россия*

levin_arkadj@mail.ru

Почётный работник науки и техники Российской Федерации, доктор экономических наук, кандидат технических наук, изобретатель СССР. Подробнее см. в ДНА-26.



Левин Борис Аркадьевич, *Россия*

levin_arkadj@mail.ru

Кандидат экономических наук. Подробнее см. в ДНА-26.



Левина Роза Салиховна, *Россия*

levin_arkadj@mail.ru

Доктор экономических наук, профессор экономического факультета Балтийского федерального университета им. И. Канта (БФУ им. И. Канта), декан факультета «Экономика и управление» Калининградского филиала Московского финансово-юридического университета, член докторского совета по защите докторских и кандидатских диссертаций экономического профиля в БФУ им. И. Канта. Подробнее см. в ДНА-26.



Хмельник Соломон Ицкович, *Израиль*.

solik@netvision.net.il

К.т.н., научные интересы – электротехника, электроэнергетика, вычислительная техника, математика. Имеет около 200 изобретений СССР, патентов, статей, книг. Среди них – работы по теории и моделированию математических процессоров для операций с различными математическими объектами; по новым методам расчета электромеханических и электродинамических систем; по управлению в энергетике; 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. Занимаюсь (и занимался) разработкой методик выполнения измерений и испытаний: масс-спектрометрия, оптическая и рентгеновская спектрометрия, рентгеноструктурный анализ, физические методы, электрохимия, "мокрая химия". Хобби – фундаментальная наука ~ 35 лет.



Эткин Валерий Абрамович, *Израиль*.

vaetkin@bezeqint.net

Доктор технических наук, профессор, действительный член Европейской Академии естественных наук и Международной Академии биоэнергетических технологий. Руководитель ассоциации биоэнергетологов "Энергоинформатика"