

БУДУЩЕЕ ОТКРЫВАЕТСЯ КВАНТОВЫМ КЛЮЧОМ



$$W_{\text{кв}} = \frac{e^2 mc}{\hbar} = 3.73 \text{ КЭВ}$$

БУДУЩЕЕ ОТКРЫВАЕТСЯ КВАНТОВЫМ КЛЮЧОМ

Сборник статей академика Р.Ф.Авраменко



**МОСКВА
“ХИМИЯ”
2000**

УДК 530; 533; 537; 539

*Книга выпущена
при финансовой поддержке
Научно-исследовательского
института радиоприборостроения*

Будущее открывается квантовым ключом/Р.Ф.Авраменко и др.; Под ред. В.И.Николаевой, А.С.Пацины. – М.: Химия, 2000. – 352 с.

ISBN 5–7245–1193–2

Собраны статьи, выступления, заметки академика Р.Ф.Авраменко – ученого, посвятившего свою жизнь проблеме обороноспособности нашей страны и одновременно отдавшего много сил фундаментальной физике. Его работы – теоретические и экспериментальные – открывают новые пути для решения насущных проблем человечества, таких, как преодоление энергетического кризиса (альтернативная энергетика), ресурсосбережение (плазменная аэродинамика), связь (через электромагнитные экраны) и т.д.

Книга предназначена для научных работников и инженеров, студентов физических и технических специальностей ВУЗов, а также всем, кто интересуется путями развития науки.

Б $\frac{2302030400-032}{050(01)-00}$ Без объявл.

ISBN 5–7245–1193–2

© Научно-исследовательский институт
радиоприборостроения, 2000
© Составители В.И.Николаева,
А.С.Пацина, 2000



Римилий Федорович Авраменко (1932–1999) – доктор технических наук, профессор, заместитель генерального конструктора НИИ радиоприборостроения.

Автор более 100 научных трудов, в том числе открытия и более 40 изобретений и патентов. Научной общественности известен, как специалист по системам противоракетной обороны и автор системы гарантированной защиты на новых физических принципах.

Широкий круг научных интересов включал как фундаментальные проблемы физики, так и вопросы прикладного использования новых физических явлений для решения проблем обороны, энергетики, связи, медицины и др.

Р.Ф.Авраменко являлся действительным членом Российской академии естественных наук, Межгосударственной академии прикладной радиоэлектроники, Международной академии информатизации.

УЧЕНЫЙ НОВАТОР

По мере расширения человеческой практики все больше накапливается экспериментальных фактов не укладывающихся в современные физические теории.

Не удивительно, что творческая мысль наиболее инициативных с практической сметкой исследователей ищет, находит и стремится реализовать на практике новые идеи.

Настоящий сборник статей несомненно выдающегося ученого-новатора Р.Ф.Авраменко имеет на мой взгляд большую ценность, как в попытках найти увязку фактов с современными теориями, так (и это особенно важно) в стремлении найти пути их практической реализации.

Вопросы, рассмотренные в статьях Р.Ф.Авраменко, при своем решении и практическом внедрении способны существенно расширить возможности человечества, как в области мгновенной связи с любой точкой нашего огромного мира, так и в области получения новых источников энергии из окружающего беспредельного пространства. Сама постановка таких вопросов не может не вдохновлять современных исследователей и особенно научную молодежь.

В статьях имеются материалы для разработки конкретных инженерных решений, показана возможность нетрадиционного подхода к решению поставленных задач.

На пороге 21 века такая книга насущно необходима.

Генеральный конструктор, д.т.н.,
Вице-президент Российской инженерной Академии, Лауреат Ленинской и государственных премий,
Герой социалистического труда СССР



Г.Е.Лозино-Лозинский

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	8
СТАТЬИ, ВЫСТУПЛЕНИЯ, ЗАМЕТКИ	
Будущее открывается квантовым ключом – <i>Авраменко Р.Ф., Николаева В.И.</i>	17
Путь «небесного огня» - <i>Авраменко Р.Ф.</i>	25
Квантовая энергия электронного Бозе-конденсата в окружающей среде – <i>Авраменко Р.Ф., Николаева В.И.</i>	32
Возможные аспекты биофизического назначения мегалитических сооружений древних – <i>Авраменко Р.Ф., Николаева В.И., Симачева О.Г.</i>	49
Голографические свойства гиперсферы – <i>Авраменко Р.Ф., Николаева В.И.</i>	62
Некоторые аспекты реализации голографического процесса с использованием волновых свойств вещества – <i>Авраменко Р.Ф., Мировицкий Д.И., Николаева В.И.</i>	73
К вопросу об информационном взаимодействии изолированных систем без передачи энергии – <i>Авраменко Р.Ф., Николаева В.И., Пушкин В.Н.</i>	82
К волновой концепции биоэнергетики – <i>Авраменко Р.Ф., Николаева В.И.</i>	97
Процедура измерений и понятия длины и одновременности – <i>Авраменко Р.Ф.</i>	100
О возможности квантовомеханической интерпретации некоторых метеорных явлений – <i>Авраменко Р.Ф., Зигель Ф.Ю., Николаева В.И.</i>	104
Эффекты пирамид с позиций квантовой физики – <i>Авраменко Р.Ф.</i>	111
Проблемы современной электродинамики и биоэнергетика – <i>Авраменко Р.Ф., Грачев Л.П., Николаева В.И.</i>	112
Экспериментальная проверка дифференциальных законов электромагнитного поля - <i>Авраменко Р.Ф., Грачев Л.П., Николаева В.И.</i>	139

Нарушение симметрии закона электромагнитной индукции относительно направления магнитного векторного потенциала электромагнитного поля - <i>Авраменко Р.Ф., Грачев Л.П., Николаева В.И.</i>	160
Дополнение к разделу «Теоретические основания» заявки на предполагаемое открытие ОТ-8896 - <i>Авраменко Р.Ф., Грачев Л.П., Николаева В.И.</i>	179
Квантовая модель шаровой молнии – <i>Авраменко Р.Ф., Николаева В.И.</i>	188
Учет квантовомеханических эффектов при оценке энергосодержания ионизированных динамических сред – <i>Авраменко Р.Ф., Николаева В.И.</i>	192
Квантовые явления при микроплазменных разрядах вблизи заряженного острия– <i>Авраменко Р.Ф., Николаева В.И.</i>	195
О некоторых особенностях разряда при атмосферном давлении в пучке электромагнитных волн– <i>Авраменко Р.Ф., Батанов Г.М., Николаева В.И.</i>	197
О структуре ударной волны в слабоионизованной неизотермической плазме – <i>Авраменко Р.Ф., Рухадзе А.А., Теселкин С.Ф.</i>	202
Генерация тока быстрыми макрочастицами и болидами. Токосный предвестник быстролетающих тел в плазме – <i>Авраменко Р.Ф., Аскаръян Г.А.</i>	206
Спонтанная генерация магнитного поля за ударной волной в газоразрядной плазме– <i>Авраменко Р.Ф., Климов А.И., Николаева В.И.</i>	208
О возможной роли коллективных процессов в слабоионизованной неравновесной плазме (СНП) и природа шаровой молнии (ШМ) – <i>Авраменко Р.Ф., Климов А.И., Николаева В.И., Федотов А.Б.</i>	211
Энергоемкие плазменные образования, инициируемые эрозийным разрядом, -лабораторный аналог шаровой молнии– <i>Авраменко Р.Ф., Николаева В.И., Поскачьева Л.П.</i>	212
Экспериментальное изучение энергоемких компактных плазменных образований – <i>Авраменко Р.Ф., Гридин А.Ю., Климов А.И., Николаева В.И.</i>	240
Экспериментальные и теоретические исследования энергообмена электрических цепей, содержащих плазменные активные элементы, с окружающей средой – <i>Авраменко Р.Ф., Гришин В.А., Николаева В.И., Пащина А.С., Поскачьева Л.П.</i>	247

Энергетика будущего – альтернативный подход – Авраменко Р.Ф., Николаева В.И., Пащина А.С.....	259
Исследования возможности получения энергии в электрической цепи, содержащей плазменный элемент – Авраменко Р.Ф..	264
О возможности передачи сигналов через среды, обладающие магнитными спиновыми свойствами – Авраменко Р.Ф.....	276
Об использовании потенциалов электромагнитного поля для передачи энергии и информации – Авраменко Р.Ф.....	283
Информационная энергетика и гипотеза волновой психофизики – Авраменко Р.Ф., Балубова Д.В., Николаева В.И., Пушкин В.Н.....	286
Вопросы микроволновой лазерной биостимуляции – Авраменко Р.Ф., Андреев А.А., Будагян И.Ф., Завитневич Ю.В., Мировицкий Д.И., Николаева В.И.....	301
Голографическая линия связи для параллельной передачи двумерных изображений – Авраменко Р.Ф., Николаева В.И., Есаков В.Н.....	305
Оперативный носитель записи, запоминания и воспроизведения видимых динамических изображений – Авраменко Р.Ф., Аскаръян Г.А., Есаков В.Н., Николаева В.И., Щипанов В.А.....	311

ПУБЛИКАЦИИ В ПЕРИОДИЧЕСКИХ ИЗДАНИЯХ ПРЕССЫ

Шаровая молния в портфеле – Давидьянц А.....	316
Плазменный щит сможет уберечь всю планету от ядерной угрозы.....	321
Во Владимире-30 испытано плазменное оружие – Горяинов С...	323
Плазменная аэродинамика: удивительные возможности – Бочаров В., Панкова М.....	327
ВМЕСТО ПОСЛЕСЛОВИЯ	330
Библиография трудов Р.Ф.Авраменко.....	332

ПРЕДИСЛОВИЕ

Академик Римилий Федорович Авраменко (1932-1999) – выдающийся ученый, специалист в области радиолокации, внесший значительный вклад в развитие отечественной противоракетной обороны. Одновременно Р.Ф.Авраменко был крупным физиком-экспериментатором с энциклопедическим знанием основ физики и смелым взглядом на новые, мало изученные пока проблемы, такие, как альтернативные источники энергии, шаровая молния, биоэнергетика и др.

После окончания в 1956 году радиотехнического факультета Московского энергетического института он начал свою профессиональную деятельность в Радиотехническом институте Академии Наук СССР под руководством академика А.Л.Минца.

С первых лет работы он был вовлечен в разработку и создание новейших радиолокационных систем. В скором времени проявил свои недюжинные способности и был назначен главным конструктором разрабатываемой в то время новейшей радиолокационной станции. Досконально изучив все достижения радиолокационной техники и внося существенный вклад в дальнейшее ее развитие (более 40 изобретений и патентов, большое количество научных статей и отчетов), Р.Ф.Авраменко начал искать новые подходы к решению задач обороны территориальных и локальных объектов.

Детонатором этих исследований явился академик П.Л.Капица, который, начиная с конца 40-х годов и практически до конца жизни, занимался созданием мощных СВЧ генераторов и изучением природы создаваемых с их помощью высокочастотных разрядов в различных газах. П.Л.Капица и Р.Ф.Авраменко неоднократно встречались, обсуждали эти и многие другие проблемы физики. Основные усилия П.Л.Капицы были направлены на получение СВЧ разряда с высокой ионной температурой, достаточной для начала термоядерной реакции. Р.Ф.Авраменко обратил внимание, наоборот, на низкотемпературные плазменные образования и использование их для построения системы обороны на новых физических принципах.

В процессе этой работы началось всестороннее изучение СВЧ плазменных образований, способов формирования и управлением местом пространственной локализации, их свойств, способности нанести тот или иной ущерб летящим объектам.

Так, в 1967 г. была создана установка ДОР (двухзеркальный открытый резонатор), на которой впервые был получен неиницируемый безэлектродный СВЧ разряд при атмосферном давлении [1].^{*)} Данная работа положила начало широкомасштабным исследованиям пространственно локализованных плазменных образований – плазмоидов, свойства которых существенно отличаются от свойств равновесной плазмы.

В дальнейшем (1970–1972 гг.) были созданы масштабные установки с фокусировкой СВЧ излучения в вакуумную камеру, имитирующую атмосферу на разных высотах, в том числе самая мощная в мире установка ТОР с мощностью 20 МВт непрерывного СВЧ излучения.

Римилей Федорович являлся автором и главным конструктором этих установок и в дальнейшем возглавил большую программу по проведению исследований на них. В процессе этих исследований было открыто неизвестное ранее явление: изменение обтекания тел в слабоионизированной плазме - и получен диплом на открытие СССР двумя институтами - НИИ Радиоприборостроения и Физико-техническим институтом им. Иоффе АН СССР - и коллективом авторов во главе с Р.Ф.Авраменко [54].

Сущность открытия состоит в том, что при создании перед быстролетящим телом неравновесной плазмы с определенными параметрами, происходит существенное изменение характера обтекания, что в ряде случаев приводит к практически полному исчезновению ударной волны. В конечном итоге происходит значительное (на десятки процентов) уменьшение аэродинамического сопротивления, что открывает широкие возможности эффективного воздействия на динамику полета летящих тел, а также внесения существенных конструктивных изменений в форму летательных аппаратов.

Обнаруженное явление вошло, как составная часть, в проект по созданию плазменного оружия (системы гарантированной защиты), предназначенного, в первую очередь, для целей противоракетной обороны. Идея плазменного оружия состоит в создании в окрестности движущейся цели управляемого плазмоида, изменяющего в локальной области параметры набегающего потока, что приводит к возникновению больших значений вращающего момента. В результате динамических перегрузок происходит разрушение объекта. Примечательно, что парировать подобные воздействия с борта атакующей цели невозможно.

Поскольку этот подход к противоракетной обороне давал большие преимущества обороняющейся стороне над нападающей, но в то же время был достаточно дорогостоящим, политики нашей страны сочли возможным использовать полученные результаты для переговоров с США по проблемам противоракетной обороны.

^{*)} В предисловии даны ссылки на работы, список которых помещен в конце книги в разделе «Библиография трудов Р.Ф.Авраменко».

При встрече Президента России Б.Н.Ельцина с Президентом США Б.Клинтоном в Ванкувере (1993 г.) в папке предложений нашего Президента имелось и предложение о совместной с США разработке по созданию экспериментального комплекса (предположительно на атолле Кваджелейн) и проведении на нем в дальнейшем полномасштабного испытания российской технологии плазменного оружия с использованием оборудования, разработанного в России, на основе полученных уже результатов экспериментальных исследований.

Эти предложения нашли большой отклик в российской и зарубежной прессе. Появились статьи в США, в Тайване, Израиле и др. странах, где подробно анализировалась возможность и целесообразность создания подобной системы обороны.

В частности, журнал «21 ВЕК - НАУКА И ТЕХНОЛОГИЯ» писал: «...за предложением русских по СОИ: научная, технологическая и стратегическая революции...».

Другим аспектом технического использования результатов открытия является возможность эффективного управления динамикой полета летательных аппаратов. Очевидно, что техническая реализация данного способа позволит поднять на качественно новый уровень летно-технические характеристики современных летательных аппаратов (увеличить дальность и скорость полета, повысить маневренность), а также привести к существенной экономии топлива, что особенно актуально в связи с обострением экологических и энергетических проблем.

Для решения этой проблемы создано научное направление – плазменная аэродинамика – развитием которого занимаются многие отечественные и зарубежные коллективы ученых. Новейшие достижения в этой области обсуждаются на ставшем уже традиционным Международном совещании по проблемам МГД и плазменных технологий в аэрокосмических приложениях, которое ежегодно проводится в Институте высоких температур РАН. Для решения задач плазменной аэродинамики рассматриваются различные способы формирования плазмоидов, в частности: в разрядах постоянного и переменного тока, в разрядах ВЧ, СВЧ, оптического диапазонов и др. При этом наиболее эффективное и устойчивое (экспериментально воспроизводимое) влияние на аэродинамические характеристики достигнуто на сегодняшний день при использовании плазмоидов, генерируемых эрозионным разрядом, которые впервые были получены и исследованы Р.Ф.Авраменко [22, 24-26, 31-33, 37-39, 42, 45, 48, 51, 91].

В ходе исследований обнаружен ряд необычных свойств плазмоидов, генерируемых эрозионным разрядом: низкая газовая температура (до 1000 К), высокая плотность энергии, избирательное взаимодействие с веществом (диэлектрики, проводники, диа-, пара-, ферромагнетики и др.),

сложная внутренняя структура, способность длительного (10^{-2} с) автономного существования и после окончания инициирующего разряда, как в неподвижной атмосфере, так и в газовом потоке, сохраняя свою целостность. Многие свойства этого образования сходны со свойствами природной шаровой молнии. Благодаря высокой плотности энергии данный вид плазмоидов получил название энергоемкого плазменного образования (ЭПО).

Результаты экспериментальных исследований ЭПО показали, что для описания плазмоидов недостаточно использования плазменной газодинамической модели, оперирующей понятиями локальных (точечных) зарядов и нейтральных частиц, взаимодействующих по закону бильярдных шаров и закону Кулона. Экспериментально наблюдаемые свойства плазмоидов свидетельствуют о квантовой природе подобных явлений.

В результате проведения большого цикла теоретических и экспериментальных работ [22, 23, 27] Р.Авраменко сформулировал концепцию существования естественного фона электронного Бозе-конденсата (ФЭБК). Концепция состоит в фундаментальном утверждении, что, помимо безмассового фона реликтового электромагнитного излучения фотонов, Вселенная заполнена полем конденсата электронов с отличной от нуля массой покоя, спаренных по типу куперовских пар в сверхпроводниках. Слабое взаимодействие электронов БК с макроскопическими объектами обусловлено низкой энергией куперовских пар, длина волны де Бройля которых может существенно превышать размеры «лабораторий» (но не более поперечника Вселенной [4]). Наиболее эффективными и физически реализуемыми способами перераспределения концентрации электронов БК являются, прежде всего: гравитационное взаимодействие, магнитное (спиновое) взаимодействие, взаимодействие с конвекционными токами (потенциалы Льенара-Вихерта).

Плазма и плазмоподобные среды являются удобными объектами для проявления электронов БК, поскольку наряду с протеканием электронных токов проводимости в плазме могут существовать (независимо, в квазинейтральной среде) конвекционные токи положительно заряженных ионов, взаимодействие с которыми приводит к амплитудно-фазовой модуляции волновых функций электронов БК.

Квантовый (волновой) подход позволяет объединить в единой концепции электрофизическую природу таких явлений, как шаровая молния, грозы, смерчи, электрофонные болиды, свечения атмосферы при извержениях и землетрясениях и т.д. Согласно концепции ФЭБК плазмоиды (как искусственно созданные, так и природные) представляются в виде пакета стоячих волн де Бройля. При этом наблюдаемые свойства плазмоидов, такие как длительность существования, размер, энергосодержа-

ние с высокой точностью согласуются с соответствующими характеристиками пакета волн де Бройля для электронов [20, 21, 30].

Идея существования массового поля электронного БК впервые обсуждалась в 20-е годы Оппенгеймером и Шиффом («вещество Оппенгеймера-Шиффа»). Учитывая огромный вклад Римилия Федоровича в развитие идей квантовой теории и ее экспериментальное подтверждение, можно по праву назвать открытый естественный фон электронного Бозе-конденсата «веществом Оппенгеймера-Шиффа-Авраменко» (ОША-вещество).

Р.Ф.Авраменко сочетал в себе качества главного конструктора, способного организовать крупномасштабную новаторскую работу, с качествами талантливого ученого, обладающего энциклопедическими знаниями во многих областях наук, и изобретательного инженера, находящего неожиданные и эффективные решения при проведении фундаментальных научных исследований. Его пытливый ум и нестандартность мышления позволяли ему видеть и увязывать в стройную картину многие явления, наблюдаемые в проводимых им многочисленных экспериментальных исследованиях.

В научных исследованиях Римилий Федорович всегда на первое место ставил «его Величество Эксперимент». Его богатейшие теоретические знания и доскональное изучение предшествующих экспериментов, начиная с Хвольсона и кончая современными работами, а также руководство принципом «бритвы Оккама» (не изобретай лишних сущностей!), позволяли ему выделять главное, извлекать и анализировать те явления и процессы, которые не укладывались в прокрустово ложе классической физики.

В 70-е годы в результате анализа работ основоположников теории относительности и квантовой механики Р.Авраменко предложил уточнить ряд важных положений квантовой теории, от которых зависят ответы на многие дискуссионные (в том числе до настоящего времени) вопросы. Эти положения были сформулированы в следующем виде [23, 14, 15]:

а) Ψ -волна де Бройля является материальной волной в реальном (а не конфигурационном) пространстве и характеризуется всеми необходимыми атрибутами реальной волны. Она распространяется, имея фазовую и групповую скорости, интерферирует, дифрагирует и т.п.;

б) основные отличия пакета, образованного волнами де Бройля ($m \neq 0$), от пакета электромагнитных волн с нулевой массой покоя, заключаются в следующем: пакет может быть неподвижным в пространстве (групповая скорость равна нулю); пакет может существовать достаточно большое время, почти не распадаясь; пакет может возникать не только в месте расположения генераторов парциальных волн, но и вне его, на расстоянии, определяемом фазовым распределением парциальных волн;

с) понятию частицы (элементарной частицы) соответствует понятие процесса, определенным образом развивающегося в данной области пространства. Наблюдаемым волновым и корпускулярным свойствам объектов полностью соответствует модель локализованного пробоя, систематически и с наибольшей вероятностью возникающего в областях с высокой концентрацией энергии волны и при наличии необходимых инициирующих факторов, например, вещества измерительного прибора;

д) в соответствии с базовыми аксиоматическими положениями квантовой теории о процессах формирования в тех или иных условиях волновых функций и о процессах регистрации «дискретных» частиц, электрический заряд и адекватное ему кулоновское поле могут являться атрибутами только процесса регистрации электрона (при «редукции» волнового пакета). Иначе говоря, кулоновское поле соответствует заряду точечного электрона и отсутствует в остальных случаях (при ненулевом значении длины волны де Бройля);

е) квантовое описание реальности, подтверждаемое всей совокупностью экспериментальных данных, с неизбежностью приводит к признанию существования специфического квантовомеханического потенциала, квантовомеханической энергии, квантовомеханической силы, являющихся такими же атрибутами материи, как механическая, электрическая, тепловая энергии, гравитационный и термодинамический потенциалы, потенциалы электромагнитного поля и т.п. В отличие от кулоновского поля, описывающего взаимодействие точечных заряженных частиц, квантовомеханический потенциал описывает взаимодействие волн де Бройля, которое, согласно уравнениям Шредингера, Клейна-Гордона-Фока, Дирака, осуществляется мгновенно;

ф) фундаментальная роль потенциалов электромагнитного поля, а не напряженностей, которая стала очевидной после проведения прямых экспериментов, подтверждающих зависимость фазы волны де Бройля от магнитного векторного потенциала в условиях отсутствия магнитного поля;

г) физическая неэквивалентность векторного потенциала \vec{A} , создаваемого токами проводимости, векторному потенциалу \vec{A}_k , создаваемому токами конвекции, которая следует из принципа относительности, наблюдаемого при электромагнитных явлениях. Данное обстоятельство приводит к тому, что при взаимодействии электронной волны с полем \vec{A}_k , движение последней по замкнутой пространственной траектории вызовет изменение энергии электрона, в то время как обычный статический вектор-потенциал \vec{A} не может изменить эту энергию.

Большое число работ по изучению и обоснованию физической реальности магнитного векторного потенциала \vec{A} было проведено в восьмиде-

сятые годы (см., например, [5, 9]). Целая серия экспериментов с трансформаторами Тесла позволили сформулировать заявку на открытие о неизвестном ранее явлении - нарушении симметрии закона электромагнитной индукции относительно направления магнитного векторного потенциала электромагнитного поля [2, 3]. Это исследование явилось еще одним подтверждением физической реальности векторного потенциала \vec{A} , а также выявило, что вектор \vec{A} является полярным вектором, т.е. его направление имеет абсолютный смысл.

Возможность обнаружения и измерения потенциала поля \vec{A} в областях пространства, в которых отсутствуют даже статистические поля \vec{E} и \vec{B} , позволили сделать вывод о реальности продольных волн векторного потенциала и возможность создания устройств для их обнаружения [7, 15], а это - неизведанный путь для создания систем связи без передачи энергии (продольные волны являются безэнергетическими). Для обнаружения продольных волн приемник должен быть активным (энергия затрачивается в самом приемнике).

Будучи специалистом в области радиофизики и радиолокации Р.Ф.Авраменко увидел ограниченность соотношения неопределенностей Гейзенберга и впервые предложил пользоваться в современной квантовой теории при работе с ψ -волнами де Бройля обобщенным принципом неопределенности Вудворда, который открывает возможность создания новых технических средств для изучения и использования волновых свойств вещества [4, 13, 14, 15].

Исходя из концепции квантового потенциала и специфической квантовой энергии (эти проблемы обсуждались в литературе с 30-х годов), Р.Ф.Авраменко вывел новую константу $W_{к}^0 = e^2 mc / \hbar = 3,73$ кэВ, характеризующую дополнительную энергию на частицу (электрон), но заключена эта энергия не в кинетическом движении частицы, а в пространственной модуляции электронной волны, обусловленной неоднородным распределением плотности заряда $\rho = \xi^2$.

Р.Ф.Авраменко активно работал над механизмами запасаения этой энергии и достиг определенных успехов [53]. Продемонстрированный им на последнем выступлении в Институте высоких температур РАН лабораторный макет преобразователя энергии окружающей среды в электрическую форму явился красноречивым подтверждением перспективности и эффективности разработанного подхода для решения задач энергетики. В настоящее время эти исследования продолжены его последователями.

Экспериментальное подтверждение полученная Р.Ф.Авраменко константа дополнительной энергии на частицу нашла в созданном им датчике параметров окружающей среды, таких, как степень ионизации, наличие и величина потока фотонов (γ и рентгеновский диапазон), электронов

(β -излучение), α -частиц, пригодном для использования не только в специализированных лабораториях, но и в бытовой технике [34, 27, 94]. На этот прибор получен Российский патент (авторы Р.Ф. Авраменко, В.И. Николаева).

Целый комплекс работ Р.Ф. Авраменко был посвящен квантовомеханической интерпретации природных явлений, таких как шаровая молния, смерч, гроза, метеорные явления, в том числе и Тунгусский феномен [30, 35, 47].

В частности, Р.Ф. Авраменко считал, что численное значение квантовой энергии $W_{k\alpha}=3,73$ кэВ на частицу (что в 3730 раз превышает химическую энергию связи и лишь в 137 раз меньше ядерной энергии) может объяснить энергосодержание перечисленных выше природных явлений, а целый ряд вторичных признаков, таких, как отсутствие сколько-нибудь значительной радиоактивности, возникновение электрических зарядов на близлежащих предметах, протекание тока по проводам, перемагничивание пород вблизи эпицентров, электрофонные явления подтверждают квантовомеханическую природу этих явлений.

С позиций разработанной Р.Ф. Авраменко теории, предусматривающей существование реликтового электронного фона, Р.Ф. Авраменко рассматривал многие явления окружающего нас мира - мегалитические сооружения древних, в частности, известное каменное сооружение на Солсберийской равнине (Англия) – Стоунхендж [23], некоторые метеорные явления [35], биологические объекты и методы воздействия на них [5, 6, 20].

Римилей Федорович считал, что квантовая теория является путеводной нитью в лабиринте знаний, ведущей нас к практической реализации того, что многие считают невозможным. И применима она не только к микромиру, но является единственной теорией, адекватно описывающей и любые практически используемые человеком макроскопические свойства окружающего мира - электропроводность и теплопроводность материалов, сверхпроводимость, процессы рождения и эволюции Вселенной, биологические процессы и т.д.

Следствием базовых положений квантовой теории является следующее:

- мы живем в океане энергии и надо только научиться использовать ее;
- квантовое взаимодействие пространственно разделенных объектов происходит мгновенно, т.е. скорость света не ограничивает скорость передачи информации;
- летать человек может на аппаратах, использующих опору на массовое поле электронного Бозе-конденсата.

В предлагаемой читателю книге собраны основные работы Р.Ф.Авраменко, опубликованные в различных, часто малодоступных изданиях, посвященные его концепции построения мира, результатам экспериментальных исследований, проведенных им совместно с коллективом ученых различных научно-исследовательских институтов, таких, как НИИ Радиоприборостроения, НИИ Тепловых процессов, МГУ, ИОФ РАН, НИРФИ г. Горький, ВНИЭФ, Институт атомной энергии им.Курчатова, ГосНИИАС, ЦНИИМАШ и др. О хронологической последовательности работ и спектре проводимых исследований можно судить по библиографии трудов Р.Авраменко, помещенной в конце книги, которая включает публикации, авторские свидетельства и патенты.

К сожалению, большая часть исследований Р.Ф. Авраменко не может стать достоянием общественности из-за специфики его основной работы - разработчика закрытых систем.

В этой книге не нашли отражения его чрезвычайно важные и интересные работы в области построения сложных радиолокационных систем, обработки широкополосных сигналов, антенн для радиолокаторов, систем контроля и т.д., а также целый комплекс работ, приведших к созданию российско-американского проекта «Доверие» («Trust») по созданию экспериментального комплекса плазменного оружия. Косвенно о значении этих работ можно судить по помещаемым в этой книге статьям, опубликованным в печати.

К сожалению, преждевременная кончина Р.Ф. Авраменко прервала его кипучую исследовательскую работу, большая часть его мыслей, наработок, размышлений ушла вместе с ним, не успев вылиться в статьи, открытия, проекты.

В своем понимании концепции мироздания и многих других вопросах академик Р.Ф.Авраменко намного опережал современников.

Выпуская эту книгу, мы пытались собрать воедино и сохранить его наработки для молодых пытливых умов и надеемся, что она будет востребована будущими учеными.

*Член-корреспондент
Российской академии
естественных наук
В.И.Николаева*

*Старший научный
сотрудник
А.С.Пащина*

СТАТЬИ, ВЫСТУПЛЕНИЯ, ЗАМЕТКИ

Р.Ф.Авраменко, В.И.Николаева

БУДУЩЕЕ ОТКРЫВАЕТСЯ КВАНТОВЫМ КЛЮЧОМ

Наука в СССР, 1991.

«Между настоящим и будущим – прошлое»

Путеводной нитью в лабиринте знаний, ведущей нас к практической реализации того, что многие считали невозможным, является квантовая теория. Она создавалась усилиями многих ученых - Планка, де Бройля, Шредингера, Эйнштейна, Гейзенберга, Бора, Паули, Дирака и многих других. Основные положения этой теории и эксперименты, ее подтверждавшие, были разработаны к концу 20-х годов нашего столетия. Едва успев родиться, квантовая теория вступила в драматическое противоречие с появившейся в начале века теорией относительности, поскольку скорость передачи взаимодействий согласно квантовым представлениям не ограничивается скоростью света, и является бесконечной (парадокс Эйнштейна - Подольского - Розена (ЭПР)). Более того, родившись как аппарат для описания физики процессов в микромире, квантовая теория оказалась единственной теорией, адекватно описывающей, как мы теперь понимаем, и любые практически используемые человеком макроскопические свойства окружающего мира - электропроводность и теплопроводность материалов, работу так называемых датчиков Холла в системе зажигания автомобилей «Жигули», сверхпроводимость, школьный опыт со свободно парящим «гробом Магомета» (эффект Мейсснера-Оксенфельда) и т.д., и - в глобальных масштабах - процессы рождения и эволюции Вселенной.

Итак, утверждение о том, что квантовая теория ограничена миром микрочастиц - всего лишь распространенное (в том числе, в научных кругах) заблуждение.

Удивителен круг базовых положений квантовой теории, полностью подтверждаемый экспериментами. Драматическая коллизия Эйнштейна с самим собой в парадоксе ЭПР разрешилась экспериментально физиками США и других западных стран в последние 20 лет в пользу квантовых представлений: Эйнштейн-«квантовик» доказал ошибочность релятивистских представлений Эйнштейна - автора некорректной теории относительности - во всех специально поставленных опытах квантовое взаимодействие пространственно разделенных объектов происходило мгновенно.

Квантовые представления разрушили грань между «объективно и независимо существующей реальностью (ОСР)», к которой нас упорно приучали в нашей стране, и «наблюдателем», субъектом, проводящим те или иные измерения, задающим вопросы природе (естествоиспытателем). Увы, строгий логический анализ и точные эксперименты показывают, что то, что мы полагали «ОСР» фактически зависит в сильной степени от произвола наблюдателя (да, да, это и есть укрепление позиций того «субъективного идеализма», против которого вели бессмысленную борьбу не только партийные функционеры).

В простейшей трактовке «ОСР» является многоликой, и представляет нам то или иное свое лицо в зависимости от нашего желания, материализованного в условиях эксперимента. Так, объект «электрон» может характеризоваться или нет местом расположения, зарядом и другими свойствами, в зависимости от тех условий, в которые мы его поставили (напрашивается аналогия с житейскими ситуациями).

Квантовая теория показала, что объекты реального мира нелокальны - любой объект от «микрочастицы» до стола, стула, человека, планеты и т.д. занимает всю Вселенную, видимая и осязаемая граница предметов лишь ограничивает область максимальной концентрации волн вещества (попробуйте найти четкую границу группы волн на морской воде).

Выскажем достаточно тривиальную мысль: чтобы продвинуться в этом лабиринте знаний вперед, надо, прежде всего, основательно вернуться назад к развилкам возможных путей.

Иначе нам всегда будет казаться, что многие наблюдаемые явления в окружающем мире, такие как НЛО, шаровые молнии, геопатогенные зоны, полтергейст и др. не могут реально существовать, так как «нарушают» известные законы науки и, следовательно, классифицируются как галлюцинации, шарлатанство, ошибочно идентифицированные объекты и т.п.

Да, квантовая теория сложна для понимания, надо менять сложившийся стереотип мышления. Недаром японцы решили начать преподавание квантовой теории с младших классов - в этом они видят гарантию прогресса.

Квантовый подход к решению насущных задач человечества является необходимым, но не достаточным условием решительного продвижения в технологии. Чтобы правильно использовать этот ключ, необходимо освободиться от накопленных наукой «генетических дефектов» - заблуждений, утверждений, принятых на веру без экспериментальных проверок и т.п. Таким дефектам «нестя числа», начиная с некорректного использования релятивистами аксиоматических понятий пространства и времени (фактически имеющих смысл лишь как субъективных групповых соглашений ученых о «правилах игры» для описания окружающей действи-

тельности), некорректного обращения со строгой дамой математикой (Гейзенберг в 1927 г. нарушил формализм преобразования Фурье, постулировав свой «принцип неопределенности», его ошибку исправил Вудворд лишь в 1953 г.), до общепринятого утверждения о существовании «электромагнитных» волн (никто никогда не показал экспериментально, что в этой волне есть электрическое поле как механическая сила, действующая на малый пробный заряд) и т.д.

Следует отметить, что наряду с накоплением в научной ДНК «генетических ошибок» шел и независимый процесс практической реализации следствий еще не родившейся правильной физической картины мира. Так, еще с библейских времен люди Земли использовали биофизические свойства мегалитических сооружений - пирамид, хэнджей и др. Гениальный Никола Тесла в 1896 г. реализовал беспроводную передачу энергии 10 кВт на расстоянии более 30 км, он же в 1933 - 34 гг. создал электро-мобиль, питающийся некоей фундаментальной энергией, содержащейся в окружающей среде. Ряд мелких западных фирм в наше время производит и продает бытовые «энергетические конверторы», работающие с прямым нарушением локальных законов сохранения энергии.

Для объяснения работы подобных «конверторов», автомобилей, летательных аппаратов без видимой реактивной тяги и т.п. в печати обсуждаются экзотические варианты устройства природы с участием все новых и новых, пока не обнаруженных объектов — сверхсветовых «тахсионов», монополей Дирака, аксионов, тяжелых нейтрино, микролептонов и других экзотических частиц, переполняющих зоопарк элементарных частиц.

И мы уже забываем добрый совет мудреца Оккама - «не изобретай лишних сущностей», вошедший в науку под названием «бритва Оккама».

Квантовая теория, однако, при своем рождении ввела в наш мир Знаний принципиально новую сущность - квантовый потенциал (квантовую энергию), который не сводится к другим известным энергиям (электрической, механической и даже печально знаменитой ядерной). Именно квантовый потенциал обеспечивает мгновенное информационное взаимодействие объектов, разделенных любыми мыслимыми расстояниями, о чем пишут уже даже многие популярные издания в мире (см., например, «Scientific American», vol.3, 1988г.). Именно квантовый потенциал является носителем практически неисчерпаемых запасов энергии, о чем говорится в этой статье.

Мы живем в океане энергии

Что составляет основную часть массы наблюдаемой Вселенной? Этот вопрос мучает не одно десятилетие астрофизиков — более 99% вещества Вселенной проявляет себя лишь своим гравитационным притяжением, не излучая и не поглощая электромагнитных волн (проблема «скрытой массы Вселенной»).

Первый шаг в поисках ответа был сделан Пензиасом и Уилсоном, Лауреатами Нобелевской премии, сотрудниками известной фирмы «Белл» - они открыли, что Вселенная заполнена фоном микроволнового реликтового излучения, оставшегося от сверхгорячего Большого взрыва, родившего Вселенную. Однако суммарная масса этого, ныне «теплого», остывшего излучения слишком мала, чтобы объяснить астрофизические наблюдения «скрытой массы».

Выполнив десятки и сотни экспериментов и тщательно изучив накопленный физикой научный багаж, авторы готовы дать ответ на этот вопрос: мир заполнен не только «теплыми» реликтовыми фотонами, но и «ультрахолодными» электронами, совокупная масса которых во много раз превышает массу наблюдаемых планет, звезд, галактик, межгалактического газа. Кажущаяся ненаблюдаемость этого сонма «частиц» объясняется их квантовыми свойствами — электроны Вселенной, обладая волновыми свойствами, предпочитают объединяться парами (как в сверхпроводнике) в так называемый электронный Бозе-конденсат (ЭБК) - состояние с наименьшей энергией (аналог экологической ниши лентя — Обломова).

Электроны в этом состоянии могут иметь громадные размеры - футбольный мяч, планета, галактика, Вселенная, и это не противоречит проверенным принципам квантовой теории. Ведь электрон - это многоликая сущность, которая может проявлять себя и как «микрочастица», и как волновой процесс, заполняющий любые мыслимые объемы.

Обладая массой покоя, ЭБК не только создает наблюдаемое астрофизиками гравитационное поле, но и распределяется во Вселенной неравномерно, сгущаясь у звезд, планет под действием их гравитации.

Более того, под действием местных возмущений, ЭБК может обладать и локальной структурой в масштабах Земли, города и т.д. (в этом первопричина геопатогенных зон, пятиугольной сетки Земли и ее узлов типа Бермудского треугольника).

Здесь мы подошли к коренному вопросу: как реализовать взаимодействие с ЭБК в лабораторных условиях, где практически невозможно сколь-нибудь заметно изменить гравитационное поле? Какие еще силы могут воздействовать на ЭБК, вывести его из состояния энергетической спячки и отобрать у него часть запасенной в нем огромной «чистой» энергии (масса конденсата помноженная на квадрат скорости света)?

Прежде всего, оглянемся на естественные процессы, наблюдаемые в природе. При радиоактивном β - распаде, когда из атомного ядра вылетает электрон, не соблюдаются локальные законы сохранения энергии и импульса. В свое время Паули временно спас эти законы, постулировав, что недостающую энергию уносит почти неуловимая частица «нейтрино». Увы, попытки обнаружить поток этих частиц от Солнца, как предполага-

лось, огромного термоядерного реактора, упорно дают нулевой результат. Физики, как и политики, крайне непоследовательны: одна из Нобелевских премий была присуждена Мёссбауэру, экспериментально показавшему, что в сходном процессе взаимодействия γ -кванта с ядром локальные законы не выполняются благодаря чисто квантовому нелокальному процессу взаимодействия всех ядер атомов макроскопического куска железа (в опытах часто используется изотоп ^{57}Fe).

Авторы предлагают простейшее решение проблемы: при β -распаде энергия-импульс сохраняются нелокально, с учетом энергии-импульса, отдаваемого окружающему нас ЭБК, в гипотезе существования нейтрино нет необходимости.

Где еще наблюдается «ненаблюдаемый» ЭБК? Оказалось, далеко ходить не надо: электрофизические явления при грозах, смерчах, движении метеоритов в атмосфере и тел в искусственно ионизированной среде в лабораторных условиях. Шаровая молния - это сгусток ЭБК, подчиняющийся квантовым законам. Обычные линейные молнии, возникающие на удивление ученых при отсутствии требуемых для пробоя воздуха напряженностей электрического поля, объясняются выделением энергии ЭБК, сгустившегося в грозовой ячейке.

Что объединяет столь разнородные явления, как β -распад, шаровую молнию, смерч, болид, грозу?

Во всех этих случаях мы наблюдаем так называемую электрическую конвекцию: реальные заряженные частицы движутся под действием сил неэлектрического происхождения (например, газодинамическое увлечение частиц в потоке воздуха, вихре и т.п.). Силы взаимодействия заряженных объектов, генерируемые при таком движении, оказывается, могут перераспределять плотность ЭБК и создавать его сгустки с огромной локальной энергией (иногда выделяемой в виде взрыва шаровой молнии или гигантского Тунгусского взрыва).

Звездная энергия в лаборатории

Конечно, основное подтверждение справедливости концепции ЭБК дают лабораторные эксперименты, которые можно повторять многократно в строго контролируемых условиях.

Коротко о двух базовых экспериментах. В 1984-91 гг. авторы совместно с коллегами создали ряд лабораторных установок, генерирующих так называемые энергоемкие плазменные образования - ЭПО. В основу этих установок был положен принцип создания сильной локальной конвекции (газодинамического движения заряженных частиц) в плазме газового разряда. И случилось то, чего мы долго ждали: установки не только стали генерировать объекты, обладающие всеми удивительными свойствами шаровой молнии (подробнее об этом можно прочесть в публикациях

«Журнала технической физики» и других изданиях¹⁾ - огромная удельная плотность энергии, способность «чувствовать» на расстоянии физические свойства окружающих предметов и т.д., но и напрямую осуществлять перекачку энергии из лабораторного прибора в ЭБК и из ЭБК в лабораторный прибор.

И раньше многими известными исследователями, от Теслы до Альвена, наблюдалось, что включение в электрическую цепь плазменного промежутка радикально изменяет законы протекания электрического тока в этой цепи.

В наших экспериментах впервые было продемонстрировано, что плазма как среда, в которой (в отличие от металлического проводника) возможно существование токов конвекции положительно заряженных ионов, соизмеримых с токами проводимости электронов, осуществляет ту связь с мировым ЭБК, которая позволяет переходить к проектированию практических устройств, использующих его энергию. КПД действующих лабораторных устройств, по усмотрению экспериментатора, может регулироваться от «нуля» (подводимая энергия «бесследно» уходит в ЭБК) до 150% и более (энергия забирается у ЭБК и выделяется в лабораторной установке).

Интересно отметить, что компонента электрического тока, связанная со специфическим движением ЭБК, нарушает привычные законы Кирхгофа в электрической цепи: этот ток свободно проходит через изолятор конденсатора, не вызывая на нем падения напряжения (сверхпроводимость при обычной, комнатной температуре). И это при характерных величинах тока в сотню ампер и временах процесса в десятки миллисекунд! Очевидно, именно так природная шаровая молния иной раз проходит через стекло, не вызывая его видимых повреждений.

Другой класс наших экспериментов связан с фундаментальными квантовыми нелокальными взаимодействиями (квантовым потенциалом), о которых уже говорилось в связи с парадоксом ЭПР. В известных лекциях по физике Фейнмана также говорилось о энергетической стороне квантового потенциала - специфической квантовой энергии, квантовой силе, не сводящимся к привычным нам механической, электрической и др. силам и энергиям. В физике принято характеризовать различные виды энергии характерными константами. Так, химическое горение топлива характеризуется по порядку величины энергией <1 эВ (<11600 К), диапазон ядерной энергии начинается с величины $m_e c^2 = 511$ кэВ (энергия покоя электрона с массой m_e ; c - скорость света).

Выполненные нами расчеты показали, что обсуждаемая квантовая энергия характеризуется константой $W_k = e^2 m c / \hbar = 3,73$ кэВ (e - заряд элек-

¹ См. далее в настоящем сборнике (Прим. Ред.).

трона, \hbar - постоянная Планка). Какой практический смысл имеет W_k ? Известно, что при энергии $W > W_k$ возможна генерация электронов в ядерных процессах. Что может наблюдаться в лабораторных условиях при $W \sim W_k$?

Мы поставили прямые эксперименты в условиях, когда электроны могли набирать (или отдавать) энергию W_k . На острие тонкого проводника подавался положительный потенциал около значения +3,73 кВ, острие располагалось в воздухе, внутри полости второго электрода, размеры которой многократно превышали диаметр острия. Регистрировался ток, протекавший между электродами. И новое открытие: характерные импульсы тока микрозарядов в цепи наблюдались только в интервале напряжений 3730 ± 20 В, полностью исчезали при больших или меньших напряжениях. Квантовый макроскопический резонанс? Да, зависимость частоты импульсов тока (микрозарядов на острие) от напряжений носит характер типичной резонансной кривой.

Вычисленная константа квантовой энергии реально существует. Она в 4000 раз больше энергии, выделяемой при химических реакциях, и в $1/\alpha = 137$ раз меньше первой ядерной константы 511 кэВ.

Иначе говоря, мы располагаем возможностью использовать «горючее», в тысячи раз более эффективное, чем керосин, и в то же время гарантированно безопасное по сравнению с «грязной» ядерной энергией.

Экспериментальная работа с квантовым резонансом при энергии $W_k = 3,73$ кэВ показала, что на основе этого эффекта удастся создать высокочувствительные датчики для бытовых приборов, реагирующие на ядерные излучения (α, β, γ -радиацию) и - впервые - приборы, чувствующие изменения плотности ЭБК в различных пространственных зонах, вариации ЭБК, связанные с излучениями Солнца, и даже вариации его вблизи живых объектов.

Повернем квантовый ключ

Надеемся, многим не покажется парадоксальным утверждение, что прогресс цивилизации остановился на рубеже 19-20 веков: мир сегодня пользуется для глобальной передачи информации радио (электромагнитными) волнами, открытыми в 19 веке; мир пользуется для передвижения людей и грузов и получения электроэнергии в основном химическим топливом (нефть, уголь), двигателями внутреннего сгорания и ракетами, решающий прогресс в создании и понимании потенциальных возможностей которых также относится к периоду стыка веков. Ядерная энергетика скорее относится к глобальным ошибкам человечества, негативные последствия которых могут продолжаться веками.

Робко заявив о проблеме связи с внеземными цивилизациями, ученые почему-то побаиваются говорить и думать об адекватных каналах связи, ориентируясь в экспериментальных программах на те же электромагнит-

ные волны, чудовищно тихоходные для межзвездных расстояний. В то же время никто сегодня всерьез не предлагает использовать совсем медленные звуковые волны для связи даже в пределах одного города?! Так что же, мы никогда не реализуем обычный телефонный разговор с удаленными братьями по разуму («скорость света – предел») не говоря уже о прямых контактах с ними, никогда не реализуем мечту об экологически чистом мире (предел мечтаний многих ученых - термоядерный реактор, увы на поверку будет еще более «грязным», чем его Чернобыльский собрат на реакции деления урана)?

Неужели только ракета (пусть даже фотонная на аннигиляции антивещества) единственная надежда для реализации межзвездных полетов (с билетом только в одну сторону)?

Мы уверены, что это не так, что естественные границы прогресса еще не видны.

Развитие квантовых представлений и экспериментальное открытие отсутствия «пустоты» во Вселенной, ее заполненность мощным волновым полем электронов, открывают практические перспективы создания новых «мгновенных» средств связи с избранными абонентами (в том числе и внеземными, но достигшими уровня понимания квантовых закономерностей), создания безъядерных, экологически чистых источников энергии - как «квантовых» электростанций, так и двигателей для транспортных средств. Тихоходные и пожирающие тысячи тонн топлива ракеты будут признаны, наконец, непригодными средствами для освоения космоса. Их заменят летательные аппараты, использующие опору на массовое поле электронного Бозе-конденсата и перемещение в космосе будет больше напоминать плавание по воде. Не останется в стороне квантового прогресса и медицина: биофизические стимуляторы - концентраторы ЭБК - типа мегалитических «хэнджей» и их современные, более совершенные аналоги, позволят проводить лечебные физиотерапевтические сеансы с людьми, сельскохозяйственными животными, укрепляя иммунную систему организмов. Ведь ЭБК является одним из важнейших компонентов живой материи.

И последнее замечание: не верьте утверждениям, что фундаментальная наука делается только большими коллективами ученых на сверхбольших и сверхдорогих ускорителях частиц, «Токамаках» и других сложнейших установках. Обратите внимание, что большинство Нобелевских премий до сих пор присуждается одному - двум ученым, осуществившим прорыв в области знаний с помощью весьма простых, но изящных аппаратурных технических решений. Все гениальное - просто!

ПУТЬ «НЕБЕСНОГО ОГНЯ»

Интегральные знания «Логос Вселенной»/Альманах. Вып. I. М.: Белые альвы, 1999. С.45-49.

Вспомнив библейское «да будет свет», мы обычно не задумываемся об источнике света. Бывает ли свет без огня? Если оставить в стороне вопросы толкования библии и нюансы популяризации современной научной концепции «большого взрыва» как начала Вселенной, то источником наблюдаемого «вселенского света» является плазма - звёзды, квазары и другие космические объекты, оболочки которых составляет светящееся ионизированное вещество.

Ионизированное вещество, плазма составляет большую часть видимой Вселенной (необходимо заметить, однако, что основную часть - более 99% - наблюдаемой массы Вселенной составляет невидимое, но гравитирующее вещество, природа которого не имеет общепринятого объяснения).

Что же мы знаем о плазме и её роли в нашей жизни, что знали об этом состоянии вещества в древние времена?

В узком смысле слова определение «плазма» относится к газовой фазе вещества, содержащей значительное количество заряженных частиц - электронов и ионов. Пламя свечи или обычной газовой горелки трудно назвать плазмой - процент заряженных частиц в этих объектах весьма мал. Воздух, которым мы дышим, обычно содержит от сотен до тысяч заряженных частиц в кубическом сантиметре, и мы не относим его к плазменному состоянию.

Мирный огонь электросварки, ослепительный свет молний, свет газосветных ламп, адский свет огненного шара ядерного взрыва - это уже явные проявления сильно ионизованного вещества плазмы, где степень ионизации атомов и молекул доходит до десятков процентов. Тёмный плазменный слой - ионосфера - окружает Землю и отражает длинноволновое электромагнитное излучение.

Здесь мы подошли к важному вопросу: плазма не только способна излучать видимый свет, но и обладает широким спектром характеристик, не свойственных обычному газу или жидкости. Плазма может быть горячей (равновесной) средой, способной плавить и испарять контактирующее с ней материальное тело, такова плазма электрической дуги. Плазма может быть холодной (неравновесной) средой - такова плазма в газосветных лампах, которые можно держать в незащищённой руке и ощущать лишь слабый нагрев, хотя температура электронов в этой плазме достигает нескольких десятков тысяч градусов!

Совсем необычными (непривычными) свойствами обладает плазма шаровых (да и обычных, линейных) молний и гроз. Шаровая молния несёт огромный запас энергии, который может выделяться в виде разруши-

тельного взрыва, а может и тихо исчезнуть, не принося какого-либо ущерба. Молния может сжечь одежду человека, оставив невредимым тело, шаровая молния, по свидетельствам очевидцев, способна оставлять на поражённых ею телах нечто вроде фотографии окружающей местности. Даже простое перечисление зафиксированных необычных свойств плазмы в природных условиях заняло бы несколько страниц текста.

Современная наука, к сожалению, уделяет весьма мало внимания изучению ключевых, необычных свойств плазмы. Значительно легче искать «под фонарём, где светло». Типичный пример - многолетнее (и многомиллиардное, в долларах США) увлечение «термоядом», подогревавшееся средствами массовой информации и художественными произведениями. А ведь это направление - не только тупиковое (США решением Конгресса закрыли в этом году эти работы), но и социально опасное: возможный промышленный термоядерный реактор с водородно-дейтериевой плазмой был бы ещё более «грязным» в радиационном отношении, чем печально известные урановые ядерно-энергетические установки. В данном случае «небесный огонь» в руках недобросовестных учёных мог многократно умножить ядерную опасность для человечества.

Последствия этого «увлечения» будут ощущаться ещё долго, до сих пор исследователи явления т.н. «холодного синтеза», когда при электролизе воды выделяется больше тепловой энергии, чем подводится электрической, упорно ищут в установке потоки нейтронов и соревнуются, кто больше этих самых нейтронов получил. А ведь потребителю - человеку - нужна экологически чистая энергия, без нейтронов, которые необратимо разрушают вещество, делают его радиоактивным и небезопасным (опять лёгкий поиск «под фонарём»).

Знаете ли Вы, что обычная линейная молния, светящийся плазменный столб толщиной в десятки сантиметров, в радиодиапазоне имеет наблюдаемую оболочку диаметром в километр?

Знаете ли Вы, что над очагами грозы на высотах до ста километров в атмосфере возникают необычные светящиеся плазмоиды (локальные сгустки плазмы), названные учёными «эльфами», «феями», «голубыми струями»?

А как объяснить свойства плазмоидов, наблюдаемых при смерчах, извержениях вулканов, землетрясениях, цунами, падениях метеоритов и др.?

В последние годы наука вынуждена признать, что обычное вещество под действием подобных плазмоидов (дистанционном!) кардинально изменяет свои свойства, из-за чего, например, при смерче летящая соломинка сплошь и рядом протыкает дюймовые доски или стальную кровлю!

Совершим небольшую экскурсию в «страну плазмы», охватывающую во времени период от библейских времён (5 тысяч лет назад) до наших дней.

Первое упоминание о том, что мы называем плазмой (в библейских текстах - «огненная среда») содержится в Пятикнижии Моисея (Ветхом завете) в описании изгнания Адама и Евы из рая.

Дабы оградить дерево знаний от любопытных перволюдей Бог поставил вокруг этого дерева вращающийся «меч огненный» и вооружил этим мечом архангела Гавриила (интересующиеся могут посмотреть на огромную стенную роспись одной из церквей Сергиева Посада, на которой изображён архангел с этим огненным мечом). Кое-что о свойствах этой «огненной среды» мы узнаём из последующих текстов, повествующих о первом знакомстве Моисея с Богом, происшедшем в Синайской пустыне, заросшей терновником. Моисей, пасший овец, увидел «огненную среду» вокруг терновника и отметил, что «терновник горит, но не сгорает». С точки зрения современной науки это прямое указание на неравновесность «огненной среды», т.е. «холодной плазмы», подобной плазме газосветных ламп. Войдя (!) в эту «огненную среду», Моисей встретил Бога (т.е. «огненная среда» безопасна для живого объекта). В следующий раз «огненной средой» закрылась вершина горы Синай, куда поднимался Моисей для дальнейших переговоров с Богом. На горе Синай, следуя библии, Бог проинструктировал Моисея, как сделать и эксплуатировать некое перевозимое устройство, известное под названием «скинии Моисея», для текущей связи (разговоров) с улетевшим Богом.

Этому устройству, обычно воспринимаемому как перевозимый Храм, отделанный золотом и серебром, посвящена значительная часть дискуссий специалистов. Российские учёные Фурдуй, Зайцев лет 20 назад впервые выдвинули гипотезу о том, что скиния Моисея - специализированное связное устройство, в котором фокусировка (концентрация) радиоволн метрового диапазона от внешнего (космического) источника создавала над сердцем устройства - т.н. «ковчегом откровения» - локальный светящийся плазмод, от которого исходил голос Бога. Пионеров подобной гипотезы можно упрекнуть только в одном - для связи на космические расстояния мало пригодны электромагнитные волны, распространяющиеся лишь со скоростью света. Если бы упомянутые авторы вспомнили об известных положениях квантовой физики, они базировались бы в своём исследовании на волнах т.н. квантового потенциала, распространяющегося мгновенно (что немало смущало Эйнштейна и его последователей, пока в последние десятилетия не стали известны результаты многочисленных экспериментов, подтверждающих существование «мгновенной связи» на основе квантового потенциала).

А говорящий плазмод?

Посетители Московского Политехнического музея в конце 40-х годов могли впервые слушать и наблюдать «плазмофон» - детище российских изобретателей, громкоговоритель с необычайно широкой полосой воспроизводимых частот (мечта меломана), в котором искусственный плазмод, помещённый в открытую кварцевую трубку, модулировался вы-

ходным усилителем радиолы. Что ж, «плазмофон» хотя и был защищён в СССР авторским свидетельством на изобретение, отстал от своего библейского прототипа на несколько тысяч лет.

Интересно, что при работе скинии над ней возникало свечение воздуха, хорошо наблюдаемое ночью (об этом неоднократно упоминается в Библии). Опять же, данные о светящихся «эльфах», «феях» над очагами гроз впервые опубликованы в США только в 1996-97 гг.

Как долго ждала (спала?) наука!

Изучение под техногенным взглядом древних текстов Библии, Махабхараты, китайских летописей и др. могло бы дать многое для развития современной цивилизации, в том числе для обеспечения безопасности работ с плазмой. В той же Библии огромное внимание уделяется правилам техники безопасности при функционировании скинии, в том числе вопросам специальной защитной одежды. Если бы Ломоносов и его друг профессор Рихман воспользовались рекомендациями Библии, безвременной кончины Рихмана от удара шаровой молнии можно было бы избежать.

Опасность поражения молнией вызвала появление концепции молниеотводов (США, Бенджамин Франклин и др.) и неоконченную и сегодня дискуссию об их эффективности. Самый большой молниеотвод в Москве - Останкинская (правильнее называть Никитинская) телебашня.

А знаете ли Вы, что частота ударов молнии в землю вблизи башни вдвое выше, чем вдали от неё? В чём причина этого явления, потребовавшая создать дополнительную защиту для подхода посетителей к основанию башни?

Перенесёмся в век 19-ый. Развитие электротехники. Дуга Петрова («Вольтова дуга»). Плазма работает на освещение, на электросварку. В конце века Н.Тесла в США создал первую мощную высокочастотную установку - «трансформатор Теслы», на выходе которой при напряжении в десятки мегавольт создавались плазменные разряды в десятки метров. Плазменная феерия Теслы не только впечатляла наблюдателей, но и использовалась им для демонстрации принципа беспроводной передачи энергии. По свидетельствам очевидцев, окружённый искусственными молниями «трансформатор Теслы», установленный в Колорадо Спрингс (США), позволял передавать на расстояние 30 миль мощность не менее 10 кВт (и это в 1898 г.!). Доступные сегодня патенты Теслы, его дневники и др. материалы позволяют только приоткрыть те принципы и концепции, которые использовал гений Теслы в своих экспериментах.

Только в середине 70-х годов нашего века Голка (США) создал на базе ВВС США копию большой установки Теслы (аналог установки в Колорадо Спрингс). Многометровые молнии, генерируемые этой установкой, использовались военными для испытания устойчивости самолётов к естественным электрическим разрядам.

В России установки такого масштаба, на выходное напряжение порядка 7 МВ, были созданы под руководством автора в середине 80-х гг. Установка была сопряжена с импульсными CO_2 лазерами ($P=3$ ГВт), создающими в атмосфере протяжённые линейки «плазменных чётков». Совместная работа трансформатора Теслы и этих лазеров впервые позволила направлять разряд молнии вдоль лазерного луча на трассе в десятки метров. Этот результат в других странах на сегодня не превзойден.

Конечно, наибольший вклад в изучение «небесного огня» плазмы внесли как в США, так и в России (СССР) исследования, направленные на решение оборонных задач.

Возможно ли искусственно создать и использовать как оружие шаровую молнию?

Подобные идеи не сходили со страниц изданий 50-х - 60-х годов нашего века. Завеса тайны оборонных исследований плазмоидов приоткрылась в последнее десятилетие. Оказалось, что в США ведутся интенсивные работы над вариантом «плазменных пушек», стреляющих в космосе и в атмосфере Земли не тяжёлыми снарядами, а легчайшими плазмоидами, накопившими ещё в жерле пушки огромную внутреннюю энергию. По замыслам учёных, эти сверхсовременные снаряды могут лететь к цели со скоростью в десятки и сотни километров в секунду, намного быстрее новейших ракет. Ещё быстрее, со скоростью света, могут «доставляться» плазмоиды, сфокусированные потоками электромагнитного излучения.

В 1993 г. Президент России Б.Ельцин выступил с инициативой проведения совместно с США крупномасштабного эксперимента по созданию управляемых с Земли плазмоидов на пути атакующих ракет. Подобное плазменное оружие впервые позволит сделать оборону от ракет и самолётов не только гарантированной (нет способов противодействия обороне), но и экономически более выгодной, чем разработки, создание и применение воздушных средств нападения. Боевые самолёты и ракеты можно сдавать в утиль. Россия, российские специалисты, промышленность имеют неоспоримый приоритет и превосходство перед другими странами в этой технологии.

Какие же свойства плазмы (плазмоида) позволяют рассчитывать на качественный скачок в оборонной технологии?

Плазма, поглощая создавшую её электромагнитную энергию, нагревает воздух. Если плазмоид движется в атмосфере (например, в пересечении лучей мощных радиолокаторов), то за ним остаётся кильватерный след нагретого воздуха с пониженной плотностью (нагретый газ расширяется). Перепад плотности воздуха на границе кильватерного следа - непреодолимое препятствие для любого летательного аппарата, попавшего на эту границу. Например, для самолёта, крылатой ракеты появление плазмоида перед одним из крыльев означает, что на это крыло «воздух не дует», нет нужной для полёта подъёмной силы на этом крыле! Возникающие при взаимодействии со спутным следом плазмоида вращающиеся

моменты раскручивают и за доли секунды разрушают любой летательный аппарат.

«Ломать - не делать» - может сказать критически настроенный читатель.

Неужели летящий в небе в пересечении невидимых мощных лучей радиоволн плазмоид - вестник беды?

Возможна ли «конверсия плазмоида», широкое применение созданного в оборонных лабораториях «небесного огня» (кстати, уже в 1974 г. в СССР был зажжён плазмоид при непрерывной мощности запитки СВЧ излучения 20 МВт)?

Развитие технологии плазмы на пороге XXI века показало, что грани между мирным и военным использованием свойств плазмы стираются.

Оказалось, что летящий в воздухе плазмоид, способный сокрушить попавший в его след летательный аппарат, при умелом использовании, создании его бортовыми электронными средствами способен совершить революцию в аэродинамике и авиации. Падение плотности воздуха и увеличение скорости звука в ионизированной среде плазмоида радикально уменьшает сопротивление воздуха движению летательного аппарата. Расчёты показывают, что неэкономичный на сегодня сверхзвуковой Ту-144 при оборудовании его бортовыми генераторами плазмы может лететь, затрачивая лишь 2% топлива по сравнению с обычным крейсерским режимом. Продувки моделей летательных аппаратов, окружённых плазмой, полностью подтверждают эти прогнозы.

В конце нашего путешествия по пути «небесного огня» затронем быть может наиболее фантастическую перспективу его использования.

Человечество ждёт нового откровения Прометея, ядерный и термоядерный огонь на эту роль категорически не годятся - слишком опасны последствия его горения. Эксперименты учёных США и России с холодной неравновесной плазмой в последнее десятилетие выявили её способность черпать энергию из окружающей среды и преобразовывать её в тепло и электричество. «Коэффициент полезного действия» этого процесса может составлять несколько единиц. Так, в известном Российском центре ЦНИИМАШ при затратах на создание струи плазмы 250 кВт мощность выделяемая тепловая энергия составляла 1 МВт в непрерывном режиме работы.

В этом нет противоречия с классическими законами сохранения энергии. «Холодная» плазма невидимыми нитями электромагнитных полей (в фундаментальной физике т.н. потенциалов полей) и квантовых взаимодействий связана с веществом окружающей среды, даже с удалёнными областями Вселенной. Эта связь позволяет перекачивать часть энергии окружающей среды в плазмоид (без возникновения ядерного распада материи).

«Холодный огонь» плазмы претендует на путеводный факел в новое тысячелетие, жизнь в котором не мыслима без использования экологически чистой энергетики.

Что ж, замкнём круг пути «небесного огня» сегодняшним днём православной религии. Многие телезрители видели, как вспыхивающая на Пасху холодная голубая плазма в православной церкви Иерусалима зажигает свечи в храме!

КВАНТОВАЯ ЭНЕРГИЯ ЭЛЕКТРОННОГО БОЗЕ-КОНДЕНСАТА В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ

Брошюра. М.: Химия, 1991

Введение. В результате теоретических и экспериментальных работ, проведенных авторами в последние 20 лет, сформулирована концепция существования естественного фона электронного Бозе-конденсата (ФЭБК), подчиняющегося макроскопическим квантовым закономерностям. На основе критического анализа базовых положений электродинамики и, в частности, пересмотра тезиса об эквивалентности тока конвекции и тока проводимости, сформулированы и реализованы в лабораторных экспериментах условия, позволяющие непосредственно наблюдать взаимодействие локальных объектов с глобальным ФЭБК.

Впервые выполнены прямые эксперименты, демонстрирующие невыполнение локального закона сохранения энергии в электрической цепи из последовательно соединенных элементов R , L , C и плазменного промежутка, реализующего протекание конвекционного тока и взаимодействие этой цепи с ФЭБК, а также эксперименты с макроскопическим квантовым резонатором для электронных волн.

Полученные результаты позволяют в предварительном плане обсудить основные следствия новой физической концепции.

Постановка вопроса о необходимости радикального пересмотра причин большого спектра наблюдаемых явлений с целью определения единой их первопричины сама по себе не нова. Однако каждое отдельное новое или непонятное явление стремятся объяснить проявлением какой-то новой сущности: невыполнение локального закона сохранения энергии-импульса при β -распаде - существованием нейтрино, забирающего часть энергии-импульса, невозможность наблюдать $>90\%$ массы Вселенной - наличием аксиона (или какой-либо другой новой частицы) с необычными свойствами, дистантное взаимодействие биообъектов - специфическим биополем, и т.д.

Для разработки предлагаемой авторами концепции ФЭБК нет необходимости в привлечении каких-то новых, ранее неизвестных сущностей.

Концепция ФЭБК состоит в фундаментальном утверждении, что мы живем в «затопленном» пространстве, заполненном не только реликтовым безмассовым фотонным излучением (электромагнитным полем), но и полем конденсата электронов типа куперовских пар с отличной от нуля массовой плотностью [1].

Слабое взаимодействие этого поля - ФЭБК - с локальными объектами объясняется низкой энергией куперовских пар ЭБК, волновые функции которых номинально занимают область пространства, во много раз пре-

вышающую физические размеры «лабораторий». Иначе говоря, мы живем внутри «ультрахолодного» электрона - нетривиальная ситуация для исследователя, пытающегося обнаружить этот факт в своей локальной лаборатории [20-22].

Концентрация ФЭБК контролируется в больших масштабах, прежде всего гравитационным взаимодействием (массовое поле!), причем заряд электронов, согласно базовым квантовым представлениям, находится в скрытом от наблюдателя состоянии¹ до тех пор, пока последний не произведет опыт по наблюдению этого заряда (вскроет «электрические консервы»). Как известно, суть квантового подхода – «наблюдается только то, что наблюдается» [39]. Без процесса наблюдения физическая реальность как бы не существует в обычном, бытовом смысле. По-видимому, голографический подход к реальности [22], включая уже известные применительно к сверхпроводимости концепции обращения волнового фронта, может выйти на первый план при дальнейшем изучении ФЭБК.

Предлагаемая и обосновываемая нами концепция открывает путь к использованию в интересах человечества макроскопических квантовых явлений. На наш взгляд, именно практические потребности человечества в альтернативных, экологически чистых источниках энергии, средствах передвижения и коммуникации, являются сегодня мощным стимулом поиска путей прорыва в новые области знания и технологии.

Эта концепция позволяет также очистить современную науку от наложения ложных представлений и объяснить многое из того, что фактически не в состоянии понять и объяснить «неквантовая» физика.

1. Экспериментальные данные о невыполнении локального закона сохранения энергии в электрической цепи, содержащей плазменный промежуток

1.1. К концепции существования ФЭБК можно прийти рядом путей, начало которых лежит в таких, казалось бы, разнородных областях, как анализ справедливости аксиоматики классической электродинамики, макроскопические эффекты квантовой (волновой) механики, анализ астрономических данных, анализ древних текстов и древних мегалитических сооружений, анализ причин электрических разрядов при грозе и в смерчах, анализ природы шаровой молнии, «электрофонных болидов», природы так называемых «биоэнергетических» эффектов и т.п. [2-19,29,30,33,34,43-50,58-83].

В данной работе мы используем в качестве базовой руководящей идеи, разрабатываемой авторами начиная с 1970 г., тезис о физической неэквивалентности тока проводимости и тока конвекции. В разделах классиче-

¹ Заряд может являться оператором, если начальные условия эксперимента формируются незлектрическими силами.

ской электродинамики, относящихся к этому вопросу, до сих пор странным образом соседствуют противоречивые понятия - утверждения об эквивалентности этих токов (известные опыты Роуланда, Рентгена, Эйхенвальда и др. [86-89]), релятивистское соотношение для преобразования плотности заряда на проводе с током [23, 92], известные соотношения для потенциалов Льенара-Вихерта для движущегося заряда [108], парадокс Шиффа [91], опыты Гончарова и Эдвардса с «зарядовым эквивалентом» [96, 37] и др.

В квантовой теории (обычно не сопоставляемой с классической электродинамикой, за исключением узкого круга явлений сверхпроводимости [98-100]) понятие электрического тока включает в себя как конвекцию (перенос модуля плотности заряда), так и пространственно временную модулирующую фазы ψ -волны, а также специфические члены спинового тока (уравнение Дирака) [23-26, 55, 108].²

Выполненный авторами в предшествующих работах анализ доказал, что зависимость магнитного поля (векторного потенциала этого поля), от относительной скорости «источника» и «регистратора» в лабораторной системе координат, характерная именно для токов конвекции, радикально влияет на наблюдаемые явления. В уравнении движения заряженной частицы в этой ситуации внешнее поле необходимо задавать не как константу, а как функцию скорости этой частицы [81, 106, 107]. Одно из следствий этого - возможность приобретения частицей энергии при движении по замкнутой траектории в «конвекционном» магнитном поле.

Естественно, что для наблюдения значительных эффектов требуется создание экспериментальных условий, при которых могут доминировать большие токи конвекции.

Плазма и плазмоподобные среды могут являться удобным физическим объектом, в котором наряду с протеканием тока электронной проводимости (бегущей фазы ψ -волны электронов) могут независимо (в квазинейтральной среде) формироваться и протекать значительные токи конвекции, прежде всего положительных ионов, вовлекаемых в газодинамические процессы [94, 95, 108].

1.2. Подозрения, что наблюдаемые явления в плазме и плазмоподобных средах в сильной степени нарушают сложившиеся постулаты и представления, имеют давнюю историю. Как вехи на этом направлении отметим работы Тесла [59-79], Альвена [82], Путхоффа [109] и др., многочисленные работы последних лет по «холодному синтезу» в электролитах и газовой среде, а также работы авторов с генераторами Тесла и плазменными образованиями [15, 27, 38, 81, 83, 94, 95, 102, 106, 107].

² Кроме того, квантовая электродинамика с учетом эффекта Мейснера-Оксенфельда отходит от уравнений Максвелла, заменяя их уравнениями Лондона, Пиппарда и др. [90, 93, 94, 100].

Отличительная черта этих (и многих других [42, 43]) исследований - прежде всего явное противоречие полученных результатов ортодоксальным формулировкам законов сохранения и законов традиционной «неквантовой» электродинамики. Вследствие этого возникает вопрос о необходимости корректировки законов и привлечении новых физических факторов для объяснения экспериментальных данных.¹

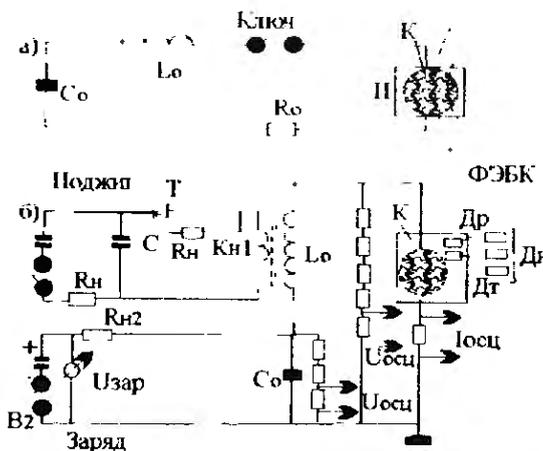
1.3. Серьезность высказанных положений обуславливает прежде всего опору на весьма простой и убедительный эксперимент, не оставляющий каких-либо сомнений в однозначности истолкования наблюдаемых явлений.

Экспериментальные условия должны обеспечивать возможность протекания больших конвекционных токов (сравнимых с используемыми токами проводимости). При этом можно ожидать проявления специфических сил, пропорциональных относительной скорости и воздействующих на волновую функцию ФЭБК (например, вызывающих концентрацию ФЭБК в заданной области, т.е. взаимодействие с ФЭБК).

Очевидно, что параметры, характеризующие экспериментальные условия, должны удовлетворять требованиям «обыденности»: характерная длительность процесса - порядка миллисекунд, токи I - десятки ампер, напряжения U - сотни вольт, используемые элементы установки R, L, C - обычные электротехнические, позволяющие рассматривать их как элементы с сосредоточенными постоянными, и т.д. Подобная «обыденность» исключает необходимость учёта излучения электромагнитных волн всеми элементами цепи, кроме плазменного промежутка.

Рис. 1. Схема эксперимента:

а - эквивалентная; б - принципиальная; К - калориметр; Др - датчик давления; Дт - датчик температуры; Ди - датчики излучения; П - плазма.



1.4. Такой эксперимент (комплекс решающих экспериментов), обеспечивающий условия сильного взаимодействия с ФЭБК, был выполнен авторами в 1990-1991 г.

Использовали варианты обычной электротехнической цепи из последовательных элементов R_0, L_0, C_0 и плазменного элемента П (рис. 1а). Для

¹ Нельзя не отметить еще раз, что впервые явное нарушение локальных законов сохранения энергии-импульса было обнаружено при изучении процессов β -распада, что вынудило Паули выступить с концепцией нейтрино. Как следует из дальнейшего, наблюдаемые в макроскопических экспериментах с участием плазмы и развивающихся в ней конвекционных токов явления тесно связаны с явлениями при β -распаде и приводят к выводу об ошибочности концепции существования нейтрино.

измерения токов, напряжений и выделяемой в плазменном элементе и других элементах цепи энергии (рис.1б) применяли как обычные калиброванные шунты, делители напряжения и др., так и калориметр К для интегрального определения выделяемой в плазме энергии, термопары для измерения тепла в электродах, датчики электромагнитной, световой радиации.⁴

Калориметр, измеряющий выделяемую в элементе П энергию, представлял собой кварцевый цилиндрический сосуд диаметром 100-200 мм и длиной 200-350 мм, заглушенный с обоих торцов. Повышение давления газа (воздуха) в сосуде при выделении энергии в плазменном элементе, размещенном внутри сосуда, регистрировали электронным быстродействующим мембранным датчиком.

Базовые эксперименты проводили в импульсном режиме, с характерной длительностью протекания тока в цепи 0,5-5 мс (в зависимости от C_0 , L_0 , R_0).⁵ Конденсатор С емкостью 5-600 мкФ заряжали до напряжений 200-450 В и затем разряжали через индуктивность L_0 ($L_0=10$ мГн, $R_0=0,1$ Ом) на плазменный промежуток. Для поджига разряда в плазменном промежутке использовали короткий (<10 мкс) импульс высокого напряжения, возникающий на индуктивности L_0 при разряде вспомогательного конденсатора через обмотку из 2-3 витков, индуктивно слабо связанную с катушкой L_0 .

1.5. Плазменный элемент в экспериментах варьировали от простого элемента $\Pi_{вп}$ - воздушного промежутка ~5 мм между торцами медных проволочных электродов (диаметр проволоки 0,6-1,2 мм) до специального элемента - генератора энергоемких плазменных образований $\Pi_{эпо}$ (рис.2) [94, 95]. Элемент $\Pi_{эпо}$ принципиально отличается от элемента $\Pi_{вп}$ тем, что при разряде внутри узкого (диаметр ~1 мм) канала в диэлектрике происходит абляция материала стенок канала и создается интенсивное осесимметричное течение газа (плазмы) в канале и в затопленном пространстве вне канала на продолжении его оси [94, 95], при этом резко возрастают эффекты конвекционных токов переноса положительных ионов плазмы.

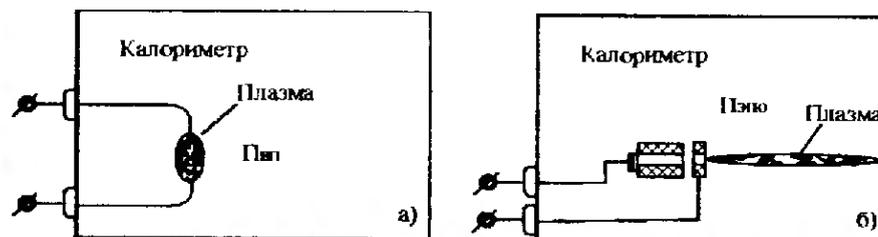
Как показали эксперименты, варьирование конвекции от слабой при использовании $\Pi_{вп}$ до конвекции со скоростью 150 м/с при использовании $\Pi_{эпо}$ решающим образом определяет регистрируемые осциллограммы токов, напряжений, давления газа в калориметре и т.д.⁶

⁴ Для гарантии чистоты эксперимента использовались также датчики жесткой радиации.

⁵ Импульсный режим гарантирует контролируемый нагрев плазмы, который не должен превышать 0,1-0,2 эВ во избежание критической температуры распада ЭБК в газовой среде с плотностью порядка 3×10^{19} см⁻³, где в отличие от конденсированных сред дебаевская температура достигает нескольких тысяч градусов.

⁶ Подчеркиваем, что в отличие от широко применяемых схем энергоклада в плазму, использующих малоиндуктивные емкости и т.п., авторы сознательно ввели в цепь значительную

Рис.2. Виды плазменных элементов: а – $P_{\text{ПН}}$ – разряд между торцами медных проволок; б – $P_{\text{ЭКО}}$ – разряд в виде энергоемкого плазменного образования.



Осциллограммы процессов радикально изменяются также при наложении на плазменный промежуток магнитного поля напряжённостью $10^3 - 2 \times 10^3$ Гс, которое создавали постоянным магнитом.

1.6. Основные результаты экспериментов с разрядом в цепи R_0, L_0, C_0, P . На рис.3 приведены типичные осциллограммы токов и напряжений на емкости C_0 и плазменном элементе $P_{\text{ВП}}$ при $C_0 = 22$ мкФ.⁷ Отметим следующие особенности наблюдаемых зависимостей:

-ток в цепи нарастает по синусоидальному закону до момента t_m вблизи наступления максимума тока, с этого момента ток линейно убывает до 0 со скоростью, много меньшей скорости нарастания;

-напряжение на элементе $P_{\text{ВП}}$ мало меняется за период протекания тока (до момента погасания разряда).

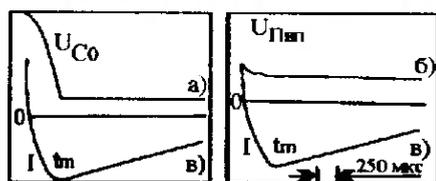


Рис.3. Осциллограммы напряжения на конденсаторе U_{C_0} (а), напряжения на плазменном промежутке $U_{\text{ПВП}}$ (б) и тока в цепи (в) при разряде $P_{\text{ВП}}$.

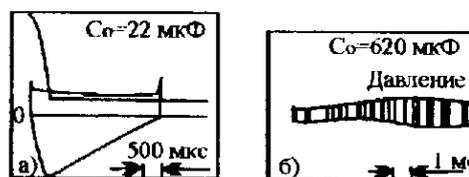


Рис.4. Сводная осциллограмма токов и напряжений в цепи (а) и осциллограмма с датчика давления (б) при разряде $P_{\text{ВП}}$.

Плазма воздуха между электродами имеет вид светящегося квазисферического образования диаметром ~ 1 см. Отметим, что в данном режиме запасенная энергия в C_0 составляет 1-2 Дж.

На рис.4а приведена сводная осциллограмма токов и напряжений в цепи при разряде $P_{\text{ВП}}$ (развертка 500 мкс/дел).

На рис. 4б приведены осциллограммы показаний датчика давления в калориметре при $C_0 = 620$ мкФ и плазменном элементе $P_{\text{ВП}}$.

В этом режиме энерговклад $W_{\text{П}} = \int U I dt$ в плазму достигал ~ 50 Дж и давление в сосуде калориметра могло бы возрасти при полном переходе подведенной энергии в тепло на 5-15 гПа (в зависимости от объема ис-

индуктивность, тем самым замедлив процессы и позволив развиваться относительно более инерционным газодинамическим явлениям.

⁷ В экспериментах использовались как электролитические конденсаторы, так и конденсаторы с бумажной изоляцией. Тип конденсатора и параметры зарядной цепи влияют на характер регистрируемых на обкладках конденсатора осциллограмм (при фиксированном энерговкладе в плазму).

пользуемого сосуда). Продолжительность выравнивания давления в сосуде (1-2 мс) много меньше характерной продолжительности передачи тепла стенкам сосуда - десятые доли секунды (что хорошо видно из осциллограммы давления).

Обработка сигналов датчика давления и датчиков температуры электродов, датчиков потоков излучения показывает, что в данном эксперименте большая часть энергии, превышающая 60% от входящей через электрическую цепь в калориметр, не регистрируется (давление на рис. 5б практически не возрастает).

На рис.5 приведены осциллограммы токов и напряжений в цепи при наложении на $P_{ВП}$ магнитного поля с напряженностью 10^3 - 2×10^3 Гс (использовался конденсатор $C_0=22$ мкФ). Поведение напряжения и тока во времени приобрело «штатный» вид разряда конденсатора на индуктивность и нелинейное сопротивление. Длительность импульса тока сократилась по сравнению с тем же показателем на рис.4 до 500 мкс (по нулевым значениям).

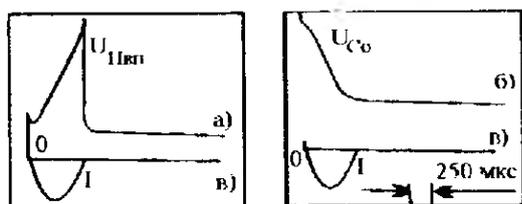


Рис.5 Осциллограммы напряжения на плазменном промежутке $U_{Плп}$ (а), напряжения на конденсаторе U_{C_0} (б) и тока в цепи (в) при наложении магнитного поля на плазменный промежуток $P_{ВП}$.

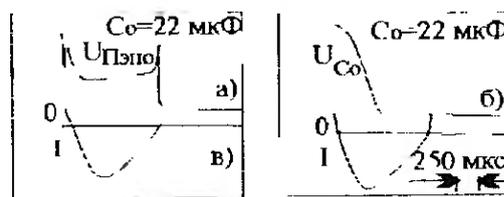


Рис.6. Осциллограммы напряжения на конденсаторе U_{C_0} (а), напряжения на плазменном промежутке $P_{Плп}$ (б) и тока в цепи (в) при разряде в виде энергоемкого плазменного образования.



Рис.7. Осциллограммы с датчика давления при разряде $P_{Плп}$ ($C_0=620$ мкФ).

Осциллограммы токов и напряжений для плазменного элемента $P_{Эпо}$ при $C_0=22$ мкФ приведены на рис.6. В отличие от простого плазменного элемента $P_{ВП}$ помещение $P_{Эпо}$ в калориметр приводит к повышению давления в калориметре ($C_0=620$ мкФ), рис.7, т.е. к значительному выделению энергии в виде тепла, причем, если в случае $P_{ВП}$ регистрируется дефицит выделяемой энергии, то в случае $P_{Эпо}$ выделяемая энергия, по видимому, может превосходить подводимую к $P_{Эпо}$ электрическую энергию [83].

1.7. Приведенные экспериментальные данные подтверждают концепцию ФЭБК. Именно взаимодействие с ФЭБК объясняет кажущееся несохранение энергии - значительную часть энергии может отбирать или отдавать ФЭБК благодаря нелокальному силовому взаимодействию конвекционных токов в плазме и «частиц» этого фона.

2. Квантовый резонанс при энергии электрона 3,73 кэВ

2.1. Существование ФЭБК, подчиняющегося макроскопическим квантовым закономерностям, выводит на первый план изучение эффектов проявления специфического квантового потенциала (квантовой энергии взаимодействия).

Квантово-механический потенциал (КМП), описывающий взаимодействие материальных частиц, даже разделенных любыми мыслимыми расстояниями, является прямым и неизбежным следствием проверенных практикой волновых уравнений Шредингера, Клейна-Гордона-Фока, Дирака [23, 31-33, 35, 48, 51-53, 104] и др.

Так, в известном курсе физики Р.Фейнмана [22] проводится анализ уравнений Шредингера для обычной комплексной записи ψ -волны де-Бройля $\psi = \sqrt{\rho} \exp(j\theta)$ (где $\sqrt{\rho}$ - амплитуда; θ - фаза волновой функции). При этом выделенное уравнение для баланса фазы θ свидетельствует о сохранении полной энергии частицы, имеющей массу m , заряд q и находящейся в поле с электрическим потенциалом ϕ .

$$\hbar v = \frac{\partial \theta}{\partial t} = -mv^2/2 + q\phi - \left(\hbar^2/2m\right) \left((1/\sqrt{\rho}) \nabla^2 (\sqrt{\rho}) \right) \quad (1)$$

где $\hbar = h/2\pi$ - постоянная Планка; v - скорость частицы; ∇ - оператор пространственного дифференцирования.

Р.Фейнман называет последний член в уравнении (1) квантово-механической энергией. Этот член тем больше, чем сильнее изменяется в пространстве амплитуда ψ -волны.

В свою очередь сила \vec{F} , действующая на материальную частицу, по Р.Фейнману [22], описывается выражением

$$\vec{F} = q(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B}) - \nabla \left(\hbar^2/2m \right) \left((1/\sqrt{\rho}) \nabla^2 \sqrt{\rho} \right) \quad (2)$$

где \vec{E} , \vec{B} - напряженности электрического и магнитного полей.

Последний член уравнения (2) есть добавочная квантово-механическая сила.

Существование КМП как следствия базовых квантовых (волновых) представлений вызвало, как известно, бурную реакцию Эйнштейна и полемику вокруг так называемого парадокса Эйнштейна-Подольского-Розена, последствия которой не затихают и в наши дни [32-34, 39, 40, 51-53, 56, 57] и др.

Следует отметить, что как в работах Эйнштейна, так и в теоретических и экспериментальных исследованиях последних лет [35, 36, 40, 53], вновь и вновь подтверждающих реальность КМП, дискуссия сосредоточилась в основном на информационном аспекте КМП: описываемое им дальное действие разнесенных систем происходит мгновенно (естественно, такое взаимодействие и наблюдают экспериментаторы [40, 57], часто

упорно и безуспешно стремящиеся заметить хоть какие-либо отклонения от предписаний квантовой теории).

Применительно к данной работе нас интересует энергетический аспект КМП, и, прежде всего то, какой в принципе вклад в баланс энергии частицы может дать специфическая квантовая энергия (КЭ).

Известно, что в пределах дебаевского радиуса в плазме электронные ψ -волны взаимодействуют с ионами в соответствии с моделью сферической «кулоновской ямы».

Вычислив КЭ из (1) при условии модуляции ψ -волны электрона сферическим кулоновским потенциалом, получим*

$$W_{\text{КЭ}} = e^2 mc / \hbar \quad (3)$$

Численное значение КЭ частицы (электрона) составляет, таким образом, 3,73 кэВ на частицу.

Напомним, что энергия химической связи не превышает 1 эВ. Поэтому вклад от КЭ может превышать в 3730 раз химическую энергию связи (он в $1/\alpha = 137$ раз меньше энергии $W_{\text{КЭ}} = mc^2$).

Как представить себе объект, для которого основное содержание составляет $W_{\text{КЭ}}$?

Согласно (1), очевидно необходимо, чтобы у такого объекта была достаточно малая кинетическая энергия $mv^2/2$ и электрическая $\varphi\phi$. Этим условиям и удовлетворяют «холодные» электроны ФЭБК, для которых длина волны де Бройля во много раз превышает физические размеры лаборатории, внутри которой мы производим эксперименты с электроном.

Как отмечалось выше, подобные объекты обладают весьма непривычными свойствами, вытекающими из базовых квантово-механических представлений. Так, пока мы не «стянули» в прибор обнаружения локальной лабораторной установки объемом $V_{\text{л}}$ окружающий лабораторию электрон (исходная волновая функция электрона занимает объем $V_3 \gg V_{\text{л}}$) этот электрон не проявляет для наблюдателя в лаборатории обнаруживаемого собственного электрического поля [22, 28, 36, 37, 39, 103, 104].

«Холодные» квантовые объекты с высоким удельным энергосодержанием могут не проявлять себя до тех пор, пока их волновые функции примерно однородно заполняют окружающее лабораторию пространство. Чтобы обнаружить энергетическое проявление частиц этого «холодного» фона, необходимо в соответствии с законами квантовой теории прежде

* Простейшая комбинация из 4-х мировых констант. Это же значение можно получить из самых общих физических представлений, связанных с разумными граничными условиями для ψ -волновых пакетов и калибровкой векторного магнитного потенциала.

† Вспомним классический опыт по дифракции электронной волны на двух щелях: через щели проходит и интерферирует волновая функция, а электрон как частица проявляет себя при попадании на экран (датчик), размещаемый за щелями.

всего увеличить амплитуду функции этих объектов в заданной области пространства («стянуть» ψ -волну в заданное место лабораторной установки и т.п.), а затем обеспечить в этой области условия для «редукции волнового пакета» («материализация» частицы).

С учетом сделанного выше замечания об исходной ненаблюдаемости электрического поля «размазанных» частиц фона можно заключить, что физически эффективными и реализуемыми путями перераспределения амплитуды ψ -волны является прежде всего использование: гравитационного взаимодействия, магнитного (спинового) взаимодействия¹⁰, взаимодействия с конвекционными токами, - т.е. энергетическая структура фона может регулироваться пространственно-временным распределением гравитации, конвекционного вектор-потенциала \vec{A} , градиентом магнитного поля и граничными условиями [2, 3, 26,39].

2.2. Концепция КЭ и глобального ФЭБК получила подтверждение в прямом эксперименте авторов, моделирующем сферическую кулоновскую яму вокруг положительного «точечного» заряда, которая может «стягивать» электрон с дополнительной КЭ 3,73 кэВ (абсолютный размер ямы в соотношения для КЭ не входит, т.е. яма может быть макроскопической). Для осуществления эксперимента был выбран известный принцип локализации максимальной плотности заряда (и интегрального заряда) на кончике проводящего острия. При достаточно длинном острие (тонкий провод с острием на конце) электрическое поле вокруг конца провода приближается к сферически-симметричному. В то же время наличие проводника позволяет регистрировать ток (импульсы тока) через острие.

Первым очевидным требованием для наблюдения эффекта является положительный заряд острия до напряжения вблизи +3,73 кВ (точное соответствие этому значению было бы в идеализированных условиях очень тонкого и длинного острия, удаленного от окружающих предметов, искажающих геометрию поля).

Вторым требованием к эксперименту является создание силы, действующей на окружающий ФЭБК и «стягивающей» амплитуду его волновой функции в район острия. Это требование удовлетворяется созданием конвекционного тока («ионного ветра») с острия, при этом вектор-потенциал \vec{A}_k этого поля (в отличие от вектор-потенциала \vec{A} обычного магнитного поля) создает силу, направленную к острию и увеличивающую амплитуду ψ -волны конденсата в заданной области. Понятно, что для создания «ионного ветра» напряженность электрического поля вблизи

¹⁰ Поскольку для простоты в формулах (1),(2),(3) опущены спиновые члены, напомним, что спиновые магнитные моменты частиц в отличие от лабораторных макромагнитов могут равномерно концентрироваться как в области сильного, так и в области слабого магнитного поля (см. основополагающие опыты Штерна-Герлаха и др. [105]).

острия должна быть достаточно велика, это обстоятельство в сочетании с заданным потенциалом $+3,73$ кВ определяет диапазон работоспособных диаметров провода d и острия (практически $0,1 \text{ мм} < d < 0,5 \text{ мм}$).

Схема базовой экспериментальной установки приведена на рис.8.

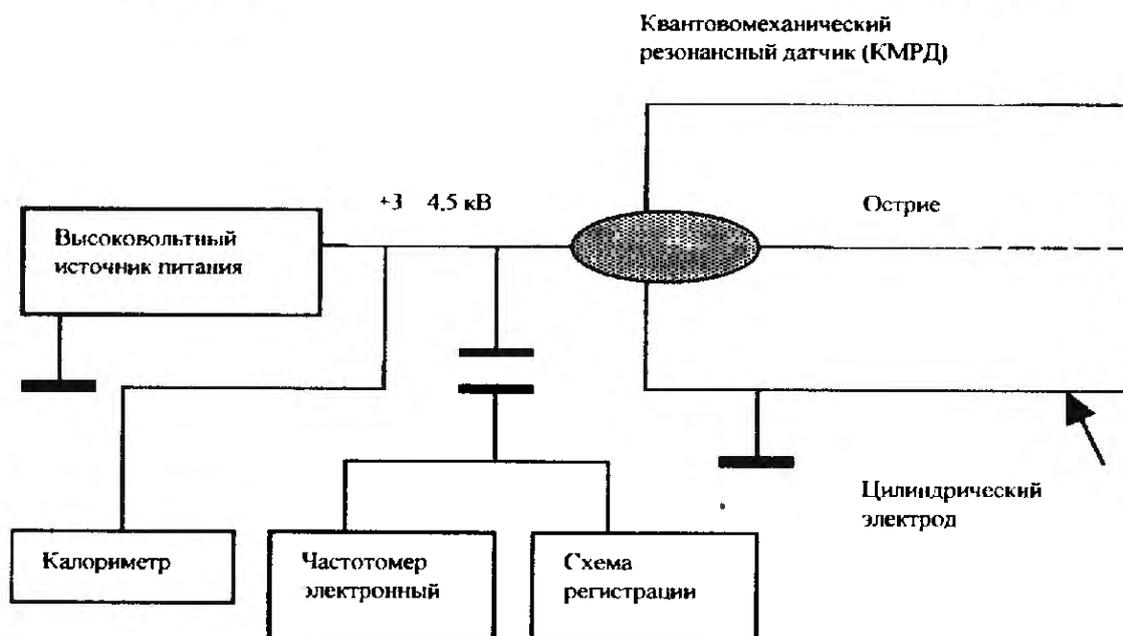


Рис.8. Блок-схема базовой экспериментальной установки.

Острие диаметром (диаметр провода) $\sim 0,4$ мм и длиной ~ 100 мм помещено на оси металлического цилиндра с внутренним диаметром 100 мм и длиной 150 мм. Между острием и цилиндром (находящимся в обычной воздушной атмосфере) приложено напряжение U ($3,5 \text{ кВ} < U < 4 \text{ кВ}$). Регистрируются как постоянный ток в цепи острия, так и короткие импульсы тока (длительность импульса < 10 мкс), причем число импульсов тока в единицу времени F является основным выходным параметром.

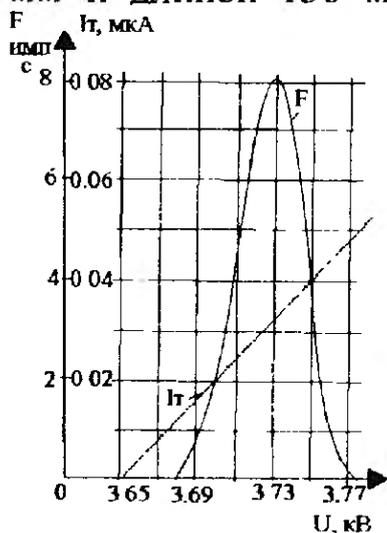


Рис.9. Типовая зависимость $I_t=f(U)$, $F=f(U)$.

На рис.9 приведена типовая зависимость «темнового» тока $I_t(U)$ и частоты $F(U)$.

При напряжении на острие $> 3,6$ кВ начинается «темновой» ток, т.е. ток «ионного ветра», или ток ионной конвекции. При дальнейшем повышении напряжения в цепи появляются случайно распределенные во времени узкие импульсы тока (стандартной амплитуды), максимальная средняя частота которых наблюдается при напряжении $+3,73$

кВ. При дальнейшем повышении напряжения «темновой» ток продолжает расти, а импульсы исчезают.

Таким образом, в эксперименте наблюдается макроскопический квантовый резонанс, полуширина кривой $F=f(U)$ вблизи $U=3,73$ кВ составляет

(при указанной геометрии) ± 20 В.

Если изменить геометрию электродов - придвинуть кончик острия к торцу внешнего цилиндрического электрода, частота F и само положение резонансного максимума оказываются зависящими от параметров окружающей среды - степени ее ионизации, присутствия тел с теми или иными физическими свойствами, биообъектов и др. Иначе говоря, подобный прибор впервые демонстрирует макроскопическую нелокальность взаимодействия (см. также [95]).

2.3. Данный эксперимент позволил впервые в лабораторных условиях измерить характерную константу взаимодействия для квантовой энергии - $W_{кэ} = 3,73$ кэВ. Значительная величина этой константы позволяет объяснить высокое удельное энергосодержание таких объектов, как «энергоемкие плазменные образования» [95], шаровые молнии, взрывы, аналогичные Тунгусскому, и др. [9,11,12,14].

Учет $W_{кэ}$ необходим во всех тех электрофизических процессах, где наблюдается кажущееся несохранение энергии-импульса.

2.4. Полученные результаты не могут не затронуть ряда фундаментальных положений, считавшихся до сих пор справедливыми (хотя и без надлежащей экспериментальной проверки). К таким положениям, нуждающимся в критическом анализе, очевидно, прежде всего, относятся (с позиций приоритетности интегральных законов и законов симметрии [38, 92]) следующие:

гипотеза о существовании нейтрино (импульс и энергия при β -распаде частично передаются ФЭБК),

концепция мира Минковского (нелокальность реальных взаимодействий свидетельствует об абсолютности понятия одновременности и подтверждает исходную аксиоматику геометрии, не зависящую от скорости),¹¹

концепция классического электромагнитного поля и его описание при помощи 4-потенциала (\vec{A}, φ) и уравнений Герца-Хевисайда, поле - лишь удобный в ряде случаев математический формализм для описания взаимодействия (действия друг на друга) пространственно разделенных объектов, само по себе оно не имеет физического смысла как носитель энергии, и т.п. [80,84,85, 101].

¹¹ Отметим, что пространство-время имеет смысл лишь как групповое соглашение исследователей о методе познания [80]. Процедура пространственно-временных измерений, включая синхронизацию часов, должна основываться на принципе неопределенности Вудворда [27,36] и приоритетных законах.

Заключение

1. Основные выводы:

экспериментально открыто фундаментальное массовое поле ФЭБК, заполняющее Вселенную, подчиняющееся макроскопическим нелокальным квантовым закономерностям;

показано принципиальное различие взаимодействия с заряженными телами и частицами токов конвекции и токов проводимости, показана ранее неизвестная возможность воздействия на волновую функцию ФЭБК токами конвекции (при помощи сил, зависящих от относительной скорости);

показано в лабораторном эксперименте макроскопическое нарушение локальных законов сохранения энергии-импульса в электрических цепях, содержащих участок конвекционного тока;

экспериментально продемонстрировано существование фундаментальной квантовой энергии и ее специфической константы $W_{кэ}=3,73$ кэВ.

2. В рамках данной работы не представляется возможным привести все известные авторам экспериментальные данные, однозначно свидетельствующие о справедливости концепции ФЭБК. Многие относящиеся к этой проблеме данные приведены в библиографическом списке.

Существование ФЭБК позволяет ответить на многие вопросы современного естествознания:

природа скрытой массы Вселенной (>90% полной массы, очевидно, составляет масса ЭБК);

дефицит солнечных нейтрино (этих частиц попросту не существует);

природа и энергоноситель шаровой молнии (сгусток ЭБК со скрытым временно от наблюдателя электрическим зарядом);

природа электрофонных болидов, Тунгусского и аналогичных ему взрывных явлений (проявления ЭБК при движении тел в ионизированной среде);

назначение мегалитических сооружений (хэнджи и другие концентраторы ФЭБК);

природа так называемых биофизических полей (управление распределением ЭБК);

электрические и электромеханические явления при грозах, смерчах (так, обычная молния возникает не в результате появления больших электрических полей в атмосфере, а вследствие концентрации ЭБК с временно скрытым зарядом). Очевидно, список таких вопросов можно продолжить.

3. Новые экспериментальные данные свидетельствуют о необходимости радикального пересмотра релятивистских концепций на базе неизбежного возврата к более адекватным Природе и методологии ее познания, аксиомам пространства, времени, одновременности, длины и др.

Авторы признательны Л.П.Поскачеевой, активно участвовавшей в постановке и проведении многих стендовых экспериментов, позволивших выявить базовые физические особенности локальных образований с высокой концентрацией ЭБК и непосредственно измерить энергетический баланс в цепях, содержащих плазменный промежуток.

Литература

1. Авраменко Р.Ф., Николаева В.И. Будущее открывается квантовым ключом//Наука в СССР (в печати).
2. Вайнберг С. Первые три минуты. Современный взгляд на происхождение Вселенной. М.: Энергоиздат, 1981.
3. Пибле П. Физическая космология. М.: Мир, 1975.
4. Чижевский А.Л. Земное эхо солнечных бурь. М.: Мысль, 1976.
5. Витинский Ю.И. Солнечная активность. М.: Наука, 1983.
6. Солнечно-земные связи, погода и климат/Сб. статей. М.: Мир, 1982.
7. Герман Дж.Р., Голдберг Р.А. Солнце, погода и климат. Л.: Гидрометеиздат, 1981.
8. Стаханов И.П. О физической природе шаровой молнии. М.: Энергоатомиздат, 1985.
9. Сингер С. Природа шаровой молнии. М.: Мир, 1973.
10. Barry U.D. Ball lightning and bead lightning. New York and London: Plenum Press, 1980.
11. Имянитов И., Тихий Д. За гранью законов науки. М.: Атомиздат, 1980.
12. Кринов Е.Л. Вестники Вселенной. М.: Изд-во географической литературы, 1963.
13. Гуральник И.И., Дубинский Г.П., Ларин В.В., Мамиконова С.В. Метеорология. Л.: Гидрометеиздат, 1982.
14. Нейбургер М., Эдинггер Дж; Боннер У. Познание окружающей нас атмосферы. М., 1985.
15. Авраменко Р.Ф., Рухадзе А.А; Теселкин С.Р. О структуре ударной волны в слабоионизированной неизотермической плазме//Письма в ЖТФ, том 34, вып. 9, 1981.
16. Горшков В.А., Климов А.И., Коблов А.Н., Мишин Г.И; Ходатаев К.В., Явор И.П. Распространение ударных волн в плазме тлеющего разряда при наличии магнитного поля//ЖТФ, том 54, вып.5, 1984.
17. Рикитаке Т. Предсказание землетрясений. М.: Мир, 1979.
18. Алексеева Л. Небесные сполохи и земные заботы. М.: Знание, 1985.
19. Нейтрино. Сб. статей. М.: Наука, 1970.
20. Mie G.//Ann. d. Phys., 37, 511 (1912); 39, 1 (1912); 40, 1 (1913).
21. Born M.//Proc. Roy. Soc., A 143, 410 (1934); Ann. Inst. H. Poincare, 1937; Born M., Infeld L.//Proc. Roy. Soc., A 144, 425 (1934).
22. Авраменко Р.Ф., Николаева В.И. Голографические свойства гиперсферы//Сб. «Проблемы голографии». Вып.6. М.: МИРЭА, 1975.
23. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. Том 9: Квантовая механика. М.: Мир, 1967.
24. Chambers R.G. Shift on an Electron Interference Pattern by Enclosed Magnetic Flux//Phys. Rev., 5, 1960.
25. Jaklevic K.C., Lambe Y., Silver A.H., Mercereau L.E. Quantum interference from a static vector potential in a fieldfree region//Phys. Rev. Letters, v. 12, № 7, February, 1964.
26. Давыдов А.С. Квантовая механика. М.: Наука, 1973.
27. Авраменко Р.Ф., Грачев Л.П., Николаева В.И. Проблемы современной электродинамики и биоэнергетика/Сб. «Электропунктура и проблемы информационно-энергетической регуляции деятельности человека». М.: ЦНИИ экономики и научно-технической информации угольной промышленности, 1976.
28. Авраменко Р.Ф., Николаева В.И., Пушкин В.Н. К вопросу об информационном взаимодействии изолированных систем без передачи энергии./Сб. «Вопросы психогигиены, психофизиологии, социологии труда в угольной промышленности и психоэнергетики». М.: Научно-техническое горное общество, 1980.

29. Хокинс Дж., Уайт Дж. Разгадка тайны Стоунхенджа. М.: Мир, 1984.
30. Вуд Дж. Солнце, Луна и древние камни. М.: Мир, 1981.
31. Проблемы физики: классика и современность/Сб. статей. М.: Мир, 1982.
32. Астрофизика, кванты и теория относительности/Сб. статей. М.: Мир, 1982.
33. Эйнштейн А. Собрание научных трудов, том 3. М.: Наука, 1966.
34. Авраменко Р.Ф., Грачев Л.П., Николаева В.И. Описание электромагнитного поля с помощью потенциалов и проблемы передачи информации/IV Международный симпозиум по теории информации. Ленинград - Репино, 1976.
35. Вижье Жан-Пьер. Доклад о парадоксе Эйнштейна-Подольского-Розена/Сб. «Проблемы физики: классика и современность». М.: Мир, 1982.
36. Авраменко Р.Ф., Николаева В.И. К волновой концепции биоэнергетики/Сб. «Методы рефлекторной диагностики, терапии и реабилитации для совершенствования оздоровительной работы в угольной промышленности». Вып. 5. М.: НТО-горное Минугольпрома СССР, 1983.
37. Авраменко Р.Ф., Мировицкий Д.И., Николаева В.И. Некоторые аспекты реализации голографического процесса с использованием волновых свойств вещества/Межвузовский сборник научных трудов «Вопросы миниатюризации голографической аппаратуры». М.: МИРЭА, 1980.
38. Авраменко Р.Ф., Аскарьян Г.А. Генерация тока быстрыми макрочастицами и болидами. Токовый предвестник быстро летящих тел в плазме//Письма в ЖТФ, том 8, вып. 20, 26 октября 1982.
39. Уилер Дж. Квант и Вселенная/Сб. «Астрофизика, кванты и теория относительности». М.: Мир, 1982.
40. Aspect A.//Phys. Rev., 1976, V. D14. P. 1944.
41. Авраменко Р.Ф., Балубова Д.В., Николаева В.И., Пушкин В.Н. Информационная энергетика и гипотеза волновой психофизики/Сб. «Электропунктура и проблемы информационно-энергетической регуляции деятельности человека». М.: ЦНИИ экономики и научно-технической информации угольной промышленности, 1976.
42. Климов А.И., Коблов А.Н., Мишин Г.И., Серов Ю.Л., Явор И.П. Распространение ударных волн в плазме тлеющего разряда/Письма в ЖТФ, том 8, вып. 7, 1982. С. 439.
43. Климов А.И., Коблов А.Н., Мишин Г.И., Ходатаев К.В., Явор И.П. Распространение ударных волн в распадающейся плазме//Письма в ЖТФ, том 8, вып. 9, 1982. С. 551.
44. Гребенников В.С. Электрофонные болиды Сибири, Урала и Дальнего Востока/Сб. «Метеорные исследования в Сибири». М.: Наука, 1984.
45. Султанов М.А., Киселевский Л.И.//ТВТ, 1966, т. 4. С. 375-379.
46. Сингер С. Природа шаровой молнии. М.: Мир, 1973.
47. Смирнов Б.М. Проблема шаровой молнии. М.: Наука, 1988. 208 с.
48. Квантовый хаос?//Scientific American J., 1987, N 5, May.
49. Пятая сила//Scientific American J., 1988, N 2, Feb.
50. Виленкин А. Космические структуры//Scientific American J., 1988, N 2, Feb.
51. Имри Джозеф, Узбб Ричард. Квантовая интерференция и эффект Ааронова-Бома//Scientific American J., 1989, N 6, June.
52. Странное поле//Scientific American J., 1989, N 12, December.
53. Шимони Абнер. Реальность квантового мира//Scientific American J., 1988, March.
54. Клюд Р., Ардини Дж., Антон А. Представление эффекта Комптона в качестве двойного доплеровского сдвига/Сб. «Физика за рубежом», серия Б, 1988.
55. Оганян Х. Что такое спин?/Сб. «Физика за рубежом», серия Б, 1988.
56. Kaschlunn F. Korrelations zustande and statistisches Gesetz in der Quantenmechanik//1976, Preprint PHE, 76-6.
57. Aspect A.//Phys. Letters, 1975, v. A544, p. 117.
58. Мучник В.М. Физика грозы. Л.: 1974. С. 352.
59. Tesla N. Method of Intensifying and Utilizing Effects Transmitted Through Natural Media. US pat. № 685953, nov. 5, 1901, from June 24, 1899.
60. Tesla N. Method of Utilizing Effects Transmitted Through Natural Media. U. S. pat. № 685954, nov. 1901, from Aug. 1, 1899.

61. *Tesla N.* Apparatus for Utilizing Effects Transmitted from a Distance to a Receiving Device Through Natural Media. U. S. pat. № 685955, nov. 1901, from June 24, 1899.
62. *Tesla N.* Apparatus for Utilizing Effects Transmitted Through Natural Media. U.S. pat. № 685956, nov. 5, 1901, from Aug. 1, 1889.
63. *Левинштейн Ф.* Механизм излучения и распространения энергии при беспроводной передаче//Телеграфия и телефония без проводов, 1918, 4. С. 132.
64. *Tesla N.* Colorado Springs Notes: 1899-1900. - Ed. *A. Marincic.* Beograd: Nolit, 1976 (serb.); Belgrad: Nolit, 1978 (engl.)
65. *Tesla N.* Lectures, Patents, Articles. Belgrad: Museum of Nicola Tesla, 1976.
66. Catalogue of Tesla's Patents. Belgrad: Museum of Nicola Tesla. 1987.
67. *Корум К.Л., Корум Дж.Ф.* Эксперименты по созданию шаровой молнии при помощи высокочастотного разряда и электрохимические фрактальные кластеры//УФН. 1990, 160, 4. С.47-58.
68. *Corum K.L., Corum J.F.* Tesla Coil-Builders Association News, 1989, т. 8, p. 13.
69. *Tesla N.* Unavailable - Title Unknown. Electrical Engineer (NY), 7,189., p. 548 (NBL).
70. *Corum K.L., Corum J.F.; Edwards T.D.* Fire Balls: a Collection of Laboratory Photographs. Corum and Associations. 1988.
71. *Corum K.L.* Proc. of the 2nd Winter Tesla Symposium. Colorado Springs, Cal. 1986, ch. 2. P.1.
72. *Corum J.F., Corum K.L.* Vacuum Tesla Coils. Corum and Associations, 1988.
73. *Corum J.F., Corum K.L.* The application of Transmission Line Resonators to High Voltage RF Power processing: History, Analysis and Experiment/ Proc. of the 19th Southeastern Symposium of System Theory. Clemson University, South Carolina, 1987. P. 45-49.
74. *Corum K.L., Corum J.F.* Tesla Coils: 1890-1990, 100 years of Cavity Resonator Development/Report for Presentation at the 4 International Tesla Symposium. Colorado Springs, Cal., July 26-29, 1990.
75. *Golka R.K.* World-Wide electrical power Program/4th Inter. Tesla Symposium. Colorado Springs, Cal., July 26-29, 1990.
76. *Wait T.R.* Propagation of ELF Electromagnetic Waves and Project Sanguine/sea-farer. IEE Journal of April, 1977.
77. *Tesla N.* The Transmission of Electrical Energy without Wires// Electrical World and Engineer, March 5, 1904. P.p. 429-431.
78. Radio-Electronics, June, 1976. P.p. 33-34.
79. *Niepeз H.* Revolution in Technology, Medicine and Society. MIT Verlag, Oldenburg. P. 322-325.
80. Научно-информационный бюллетень ТАСС «Аномалия». 1991, № 2.
81. *Авраменко Р.Ф., Зигель Ф.Ю., Николаева В.И.* О возможности квантовомеханической интерпретации некоторых метеорных явлений//Мы и НЛЮ (в печати).
82. *Альвен Х.* Космическая плазма. М.: Мир. 1983.
83. *Авраменко Р.Ф., Николаева В.И.* О существовании квантовомеханической энергии фона. Экспериментальные данные/НТО. М.: НИИРП, 1984.
84. *Ландау Л., Лифшиц Е.* Теория поля. М.: Наука, 1973.
85. *Тамм И.Е.* Основы теории электричества. М.: Наука, 1956.
86. *Тонелла Мари-Антуанетт.* Основы электромагнетизма и теория относительности. М.: ИЛ, 1962.
87. *Хвольсон О.Д.* Курс физики. Т. 5. РСФСР: ГИ Берлин, 1925.
88. *Максвелл Дж.К.* Избранные сочинения по теории электромагнитного поля. М.: ГИТТЛ, 1954.
89. *Эйхенвальд А.А.* О магнитных действиях движущихся тел в электростатическом поле. М.: Университетская типография, 1904.
90. *Тилли Д.Р., Тилли Дж.* Сверхтекучесть и сверхпроводимость. М.: Мир, 1977.
91. *Schiff L.I.* A question in general relativity//Proc. N.A.S., Physic, vol.25, 1939.
92. *Толмен Р.* Относительность, термодинамика и космология. М.: Наука, 1974.
93. *Вигнер Е.* Этюды о симметрии. М.: Мир, 1971.

94. Авраменко Р.Ф., Бахтин Б.И.; Поскачеева Л.П., Николаева В.И., Широков Н.Н. Исследование лабораторного аналога шаровой молнии//Шаровая молния. Вып. 1. М.: ИВТАН, 1990.
95. Авраменко Р.Ф., Бахтин Б.И., Николаева В.И.; Поскачеева Л.П., Широков Н.Н. Исследование плазменных образований, инициируемых эрозионным разрядом//ЖТФ, т. 60, вып. 12, 1990.
96. Гончаров И.Н. Установка для проверки эффекта возникновения зарядового эквивалента/Препринт ОИЯИ. Дубна, 1972.
97. Edwards W.F., Kenyon C.S., Lemon O.K. Continuing investigation into problem electric fields arising from steady conduction currents//Phys. Rev., vol. 14, N 4, 15 august, 1976.
98. Линтон Э. Сверхпроводимость. М.: Мир, 1971.
99. Солимар Л. Туннельный эффект в сверхпроводниках и его применение. М.: Мир, 1974.
100. Шмидт В. Введение в физику сверхпроводников. М.: Наука, 1982.
101. Вихман Э. Квантовая физика. Берклевский курс физики. М.: Наука, 1974.
102. Авраменко Р.Ф., Грачев Л.П., Николаева В.И. Материалы заявки на открытие. ОТ-8896, 1974-1975.
103. Вудворд Ф.М. Теория вероятности и теория информации с применением к радиолокации. М.: Сов. радио, 1955.
104. Зиберт В. Общие закономерности обнаружения целей при помощи радиолокации//Вопросы радиолокационной техники, № 5, 1957.
105. Спроул Р. Современная физика. М.: ГИФМЛ. 1961.
106. Авраменко Р.Ф., Николаева В.И., Симачева О.Г. Возможные аспекты биофизического назначения мегалитических сооружений древних/Сб. НТО-горное Минугольпрома СССР, Вып.7. М., 1989.
107. Авраменко Р.Ф., Николаева В.И. Квантовая модель шаровой молнии/Сб. Шаровая молния. М.: ИВТАН, 1991 (в печати).
108. Левич В.Г., Вдовин Ю.А., Мямлин В.А. Курс теоретической физики. Т.1. М.: ГИФМЛ, 1973.
109. Puthoff H.E. The energetic vacuum implications for energy research//Speculations in Science and Technology, vol. 13, № 4, 1990. P.247.

ВОЗМОЖНЫЕ АСПЕКТЫ БИОФИЗИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ МЕГАЛИТИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ ДРЕВНИХ

Лечебно-профилактическая работа на предприятиях угольной промышленности. Вып.7. М.: 1989. С.95-108.

Окутанный тайнами и легендами, величественный, безмолвный и непостижимый, стоит на Солсберийской равнине (Англия) один из уникальнейших мегалитических памятников, «восьмое чудо света» - Стоунхендж.

На протяжении многих веков он поражал воображение, восхищал и подавлял, удивлял и притягивал людей, храня свою тайну.

К настоящему времени Стоунхендж систематически обследован десятками ученых, и его сооружение относят к рубежу каменного и бронзового веков, однако все попытки объяснить, зачем он был построен, оставались безуспешными.

В 60-х годах нашего столетия, на стыке астрономии и археологии сформировалось новое направление исследований памятников такого типа - «археoaстрономия». Толчком к бурному развитию нового направления историко-астрономических исследований послужило изучение Стоунхенджа английским ученым Джеральдом Хокинсом, который выдвинул гипотезу о том, что Стоунхендж был не только местом ритуальных церемоний и погребений, но и каменной астрономической обсерваторией, которая позволяла вести календарный счет дням, отмечать начало времени года и предсказывать наступление солнечных и лунных затмений.

Мы хотим здесь выдвинуть альтернативную гипотезу, объясняющую назначение подобных сооружений. Она базируется на предположении о существовании реликтового энергетического фона, к описанию концепции которого мы и переходим.

1. Экспериментальное открытие в последние десятилетия реликтового фонового излучения Вселенной [1], [2] явилось одним из факторов, вновь усиливших интерес к изучению и выявлению других характеристик окружающего пространства и их влияния на протекание различных процессов на Земле, включая изменения погоды и другие геофизические проявления, а также влияние космических факторов на биосферу [3], [4], [5], [6].

Вопрос о материальном носителе Солнечно-Земных и космическо-земных связей, является, очевидно, коренным для дальнейшей разработки этой проблемы. Более того, имеет все основания постановка вопроса об упущенном при развитии науки в XIX - XX веках фундаментальном объективном факторе, ответственном за множество физических, геофизических, астрономических, биологических и других явлений, конкрет-

ное объяснение которых в рамках сложившихся физических представлений оказалось практически невозможным.

Напомним некоторые из подобных явлений и возникающие в связи с этим проблемы:

- шаровая молния и проблема носителя энергии шаровой молнии [7], [8], [9], [10];

- огненные шары, возникающие при входе в атмосферу болидов, поперечник которых в сотни раз превышает размеры самого тела и сопутствующей ударной волны [11], [12], [13];

- природа смерчей (торнадо) и физика их воздействия на материальные тела (невозможность объяснения наблюдаемых явлений только воздействием силы ураганного ветра и перепадом давлений) [14], [15], [16];

- причины электрических явлений при грозах, извержениях вулканов и т. п. [17], [18] и др.;

- аномальные явления в атмосфере и космосе (так называемые НЛО) и физические процессы, ответственные за их проявления [19], [20];

- причины диссипации ударных волн в слабоионизованной среде [21], [22] и др.;

- природа дистантных межклеточных взаимодействий [23];

- природа электрофонных болидов [13], [24];

- электрофизические явления, сопутствующие землетрясениям (свечение атмосферы, плазменные факелы на поверхности земли, изменение магнитных свойств вещества и др.) [25], [26], [27].

Из всего аспекта солнечно-земных связей особо можно выделить обнаруженную в последние годы секторную структуру солнечного магнитного поля и четкую корреляцию геофизических и, особенно, биологических процессов с регулярным (в среднем раз в семь дней) переключением полярности солнечного магнитного поля в районе Земли [3], [4], [5], [6].¹

Статистически достоверно установлено ухудшение самочувствия, увеличение числа кризов и смертей в те часы, когда Земля попадает в зону пространства, соответствующую смене знака магнитного поля Солнца.

В связи с основной темой настоящей работы нельзя пройти мимо того обстоятельства, отмечаемого в современных публикациях [28], [29], что древний символ Солнца на Египетских пирамидах, памятниках древнего Востока, на пирамидах ацтеков и других сооружениях повторяет геометрию границ секторов солнечного магнитного поля. Подобное совпадение нельзя считать случайным, однако возможное объяснение, приведенное в [28], — визуальное наблюдение свечения межпланетного газа у границ секторов в условиях полного солнечного затмения — основано на сомни-

¹ В связи с недавним прохождением кометы Галлея интересно отметить наблюдавшиеся явления четкого разрыва хвоста кометы при пересечении его с секторной границей поля [30].

тельном предположении о том, что в прошлые тысячелетия магнитные полюса Солнца лежали в плоскости эклиптики и разреженный межпланетный газ генерировал мощное световое излучение.

Какой же основной фундаментальный фактор, возможно известный в древнем мире, может нести ответственность за совокупность таких, казалось бы, разнородных геофизических, биологических и других явлений?

Авторы не видят каких-либо оснований для введения в рассмотрение принципиально новой, ранее неизвестной, сущности. Число сущностей, с которыми оперирует современная наука, и так достаточно велико. В то же время, такие известные факторы, как фоновое реликтовое электромагнитное излучение, возможный нейтринный фон [31], выпадают из числа кандидатов ввиду малости энергетических проявлений и сечений взаимодействия носителей с веществом.²

2. Основу разрабатываемой концепции составляет гипотеза о существовании, наряду с фоновым электромагнитным излучением (масса покоя фотона равна нулю), фона частиц с массой покоя, отличной от нуля, в первую очередь электронов. Представление о том, что электрон не является локальным образованием и может занимать всю Вселенную, не ново: еще в начале XX века эта концепция использовалась в нелокальных теориях электрона Ми [32], Борна-Инфельда [33] и др.

Развитие квантовой теории дало новые аргументы в пользу этой гипотезы, поскольку выявилась первичность понятия волновой функции, ее распределения в пространстве и поведения во времени для описания наблюдаемых процессов.

Распространение области существования отличной от нуля волновой функции частиц на всю Вселенную [34], т. е. описание обсуждаемого фона частиц с ненулевой массой с помощью волновых уравнений квантовой теории, открывает широкие возможности для анализа и прогресса в понимании многих, ранее казавшихся трудно объяснимыми, явлений.

3. Отметим ключевые положения, составляющие основу концепции «электронного фона».

3.1. Фон может содержать «ультрахолодные» электроны, покоящиеся относительно системы координат, связанной с реликтовым электромагнитным фоном, т. е. длина пси-волны де-Бройля таких электронов в абсолютной системе координат стремится к бесконечности (но не более поперечника замкнутой Вселенной [34]).

3.2. В соответствии с голографическим подходом к замкнутой Вселенной (гиперсфере), основу фона могут составлять спаренные электроны с противоположными спинами, подчиняющиеся статистике Бозе (аналогично спаренным макроскопическим электронам в сверхпроводниках).

² Авторы не отвергают возможные триггерные и резонансные механизмы воздействия слабых энергетических факторов на различные процессы, однако прежде всего представляется необходимым детально изучить другие возможности.

3.3. Гравитирующие массы (звезды, планеты) вызывают местные сгущения фона, поскольку электроны обладают массой покоя.

3.4. В соответствии с базовыми аксиоматическими положениями квантовой теории о процессах формирования в тех или иных условиях волновых функций (например, постановка эксперимента по интерференции и дифракции электронных волн) и о процессах регистрации «дискретных» частиц (наблюдение отдельных стохастических электронов с частотой, определяемой распределением интенсивности пси-волны в интерференционной картине), электрический заряд и адекватное ему кулоновское поле могут являться атрибутами только процесса регистрации электрона (при «редукции» волнового пакета). Иначе говоря, электрическое поле у электронного фона в исходном состоянии отсутствует и может проявиться лишь при организации конкретного эксперимента, предусматривающего: а) пространственно-временное перераспределение амплитуды волновых функций электронов фона; б) взаимодействие электронов фона (прежде всего в областях с высокой амплитудой пси-волны) с «датчиками», измерительными приборами (т. е. частями экспериментальной установки, способными взаимодействовать с электронами). Так, в опытах с дифракцией электронов на щелях такими датчиками являются катоды фотоумножителей, фотопленка и т. д.

3.5. «Выключение» из игры кулоновского взаимодействия до момента регистрации «дискретных» электронов говорит о том, что электрические поля могут не влиять на перераспределение волновых функций электронного фона, которые контролируются гравитацией (воздействие через массу покоя), градиентом магнитного поля (воздействие через спиновый магнитный момент электрона) и воздействием магнитного векторного потенциала на фазу волны де-Бройля [35].

3.6. Фундаментальная роль потенциалов электромагнитного поля, а не напряженностей, вытекающая из квантовой теории, стала очевидной в 50-е годы XX века, когда прямые эксперименты подтвердили зависимость фазы волны де-Бройля от магнитного векторного потенциала в условиях отсутствия магнитного поля (см. также [36] - [40] и др.).

Иначе говоря, отличный от нуля потенциал поля экспериментально наблюдается в областях пространства с нулевым (или слабым) магнитным полем, и именно этот потенциал является первичным агентом, воздействующим на ту или иную материальную систему. Это обстоятельство может объяснить совокупность биофизических, геофизических и др. явлений, которые многие авторы безуспешно пытаются понять, наблюдая их корреляцию с вариациями магнитного поля, естественным образом сопутствующими вариациям первичного потенциала.

3.7. Квантовое описание реальности, подтверждаемое всей совокупностью экспериментальных данных, с неизбежностью приводит к признанию существования специфического квантовомеханического потенциала, квантовомеханической энергии, квантовомеханической силы ([35],

[41], [42] и др.), являющихся такими же атрибутами материи, как скажем, механическая и электрическая энергии и т. п.

Как известно, требование квантовой теории о существовании квантового потенциала, не подчиняющегося принципу близкодействия и распространяющегося мгновенно, вызвало в 30-е годы бурную полемику между Эйнштейном и основателями квантовой теории (известный парадокс Эйнштейна-Подольского-Розена и дискуссия по нему [41], [42], [43] и др.).

Эксперименты 60-х, 70-х годов XX века полностью подтверждают «мгновенность» дистанционного квантового взаимодействия, казалось бы, изолированных систем [42], [43].

Возможность передачи информации с помощью квантового потенциала активно обсуждается в литературе [42], [43]. В этой связи следует отметить, что подобная передача информации «мгновенно» (а не со скоростью света) возможна между «абонентами», располагающими определенной априорной информацией о наборе квантовых состояний в среде («вакууме») между абонентами. Проводя измерения над этой средой («активный» приемник, см. [44]), абонент может обнаружить, что априорный набор состояний уже изменен другим абонентом, произведшим свою программу измерений.

Реальность «мгновенного» взаимодействия объясняет наблюдаемые факты упреждения биофизических явлений на Земле приходу электромагнитных сигналов от вспышек на Солнце и другие аналогичные явления.

3.8. Чрезвычайно важным обстоятельством является физическая неадекватность векторного потенциала \vec{A} , создаваемого токами проводимости, векторному потенциалу \vec{A}_k , создаваемому токами конвекции. В силу принципа относительности, соблюдаемого при электромагнитных явлениях, в системе координат, покоящейся относительно движущихся зарядов (т.е. движущейся со скоростью конвекции), магнитное поле и его векторный потенциал равны нулю. В случае тока проводимости магнитное поле и его потенциал не зависят от движения «лабораторной» системы.

Из рассматриваемого обстоятельства следует, что при взаимодействии электронной волны с полем \vec{A}_k , движение последней по замкнутой пространственной траектории вызовет изменение энергии электрона, в то время как обычный статический вектор-потенциал \vec{A} не может изменить эту энергию.

4. Локальная структура фона и характерные длины волн.

4.1. На границе раздела сред с различной магнитной восприимчивостью (по аналогии с границей раздела сред с различным показателем преломления для электромагнитных волн) могут существовать по-

верхностные волны рассматриваемого фона с амплитудой пси-волны, экспоненциально убывающей по нормали к этой границе.

4.2. В соответствии с 3.9, энергетическая структура фона может регулироваться пространственно-временным распределением конвекционного вектор-потенциала \bar{A}_k .³ С этим обстоятельством, в частности, можно сопоставить как влияние границ секторов солнечного магнитного поля, так и проявления пятиугольно-треугольной сетки [45], [46] на поверхности Земли и связанные с ней корреляции. Логично предположить, что модуль амплитуды пси-волны фона на линиях этой сети наибольший, что и объясняет различные аномалии на ее линиях и узлах.

4.3. Фон (электроны фона), в силу сказанного выше, номинально слабо взаимодействует с веществом, так что можно считать, что фон, в частности, не увлекается вращением Земли.

В упрощенной модели будем полагать, что объекты, находящиеся на поверхности Земли, не меняют своего расстояния до центра локального сгущения фона, создаваемого гравитацией Земли. Иначе говоря, фазовые соотношения, характеризующие фон, для наблюдателя, находящегося на поверхности Земли, были бы неизменны во времени, если бы Земля не вращалась. Вращение Земли будет приводить к появлению фазовой модуляции фона (относительно вращающегося наблюдателя), описываемой только поперечным эффектом Доплера, поскольку расстояние наблюдатель - центр сгущения фона неизменно.

4.4. Сказанного достаточно для определения количественной зависимости длины волн фона для наблюдателя на поверхности Земли, в зависимости от географической широты места наблюдения. Для широты Стоунхенджа (52 градуса) половина длины волны составит 0,67 м.

4.5. Итак, будем исходить из того, что вблизи поверхности Земли могут существовать макроскопические волны фона, возбуждаемые вращающимися неоднородностями поверхности (особенно соизмеримыми с базовой длиной волны) - отдельно стоящими камнями и т. п. При случайном расположении этих неоднородностей существенного возрастания модуля амплитуды фона не происходит вследствие случайного суммирования векторов колебаний с разными фазами. Однако специально организованные, упорядоченные пространственные структуры могут привести к резкому возрастанию амплитуды волн фона, аналогично возрастанию амплитуд электромагнитных или акустических волн в резонаторах или согласованных фильтрах радиоэлектронных устройств.

4.6. При выявлении пространственной структуры (диаграммы направленности) поверхностных волн, возбуждаемых отдельными неоднородностями, необходимо, в свете п. 3.8, учитывать влияние векторного маг-

³ В этой связи отметим, что современные представления о механизмах генерации Земного магнитного поля связаны с гипотезой о его конвекционном происхождении и соответствующей структурой конвекционных движений вещества в ядре Земли.

нитного потенциала поля Земли. Большой амплитуды этих волн следует ожидать в направлениях, перпендикулярных линиям магнитного поля \vec{H}_3 Земли (т. е. вдоль линий потенциала \vec{A}_k), так как вдоль этих направлений может происходить нарастание энергии, связанной с волной де-Бройля электронного фона.

5. Вернемся теперь к Стоунхенджу. Наша гипотеза заключается в том, что определенные мегалитические сооружения древних мы рассматриваем как гигантские концентраторы или даже резонаторы энергии, воздвигнутые с целью воздействия на погодные условия и физиологию человека, что становится естественным в свете изложенного в п.п. 1-4. Наверное, не случайно, в дошедших до нас легендах и мифах говорится о целительной, чудодейственной силе, которой обладали подобные сооружения: «...огромны камни эти, и нигде нет других, наделенных равной силой, а потому, поставленные кольцом вокруг этого места, как стоят они ныне, простоят они тут до скончания века... в этих камнях скрыта тайна, и целительна сила их против многих болезней» [47].

Стоунхендж - одно из наиболее внушительных и изученных сооружений рассматриваемого типа, поэтому мы и останавливаемся подробнее именно на нем. Систематическое изложение этапов строительства и планы Стоунхенджа можно найти в [47], [48], [49], [50]. Напомним здесь лишь основные его элементы:

- вал из мела высотой около двух метров, диаметром примерно 98 метров, с рвом по внешней стороне и с проходом шириной около 16 метров, в котором были установлены столбы;

- аллея от прохода шириной 16 метров из двух земляных валов, в конце которой, на расстоянии 27 метров от входа, стоит Пяточный камень высотой около 6 метров с массой почти 35 тонн, с кольцевым рвом вокруг него, выкопанным на расстоянии 3,5 метров от основания;

- круг диаметром 87 метров из 56 лунок «Обри», заполненных мелом;

- Сарсеновое кольцо диаметром 31 метр из больших камней с горизонтальными перекладинами;

- подкова из пяти огромных трилитов, ось которой совпадает с осью всего сооружения;

- подкова из «голубых» камней, установленная внутри подковы из трилитов.

Сарсеновыми камни названы по типу песчаника, глыбы которого встречаются во многих местах Солсберийской равнины. «Голубые» камни получили такое название благодаря синеватому оттенку, который они получают в сырую погоду, и представляют собой коллекцию различных вулканических пород, которые в окрестностях Стоунхенджа не встречаются. Как удалось установить, они добывались в горах Преселли на юге Уэльса, расстояние откуда до Стоунхенджа по прямой составляет почти 210 километров, а путь, по которому возможно было переместить эти

камни, - составляет около 400 километров. Сразу же напрашивается вопрос - какое отношение к астрономии может иметь порода камней? Ведь на это огромное расстояние было перемещено не менее 80 камней до 5 тонн каждый! «Нигде больше в доисторической Европе никакой другой народ не совершал ничего похожего на эту удивительную доставку строительного материала» [47]. Работа по строительству Стоунхенджа, длившаяся три тысячелетия и оцениваемая в полтора миллиона человеко-дней физического труда, должна была на протяжении жизни многих поколений поглощать значительную часть физической, умственной и духовной энергии целого народа, не говоря уже о материальных ресурсах. Сомнительно, чтобы создание астрономической обсерватории могло бы служить столь мощным стимулом, каким бы сильным не было преклонение людей перед Солнцем и Луной. Конечно, для людей, занимающихся земледелием, установление определенных солнечно-лунных направлений полезно для предсказания, например, времени начала сева, но ведь для определения определенных точек на небесной сфере могли бы служить гораздо более простые и доступные средства. Кроме того, даже обычный горизонт, как правило, всегда изобилует характерными естественными приметам: холмы, седловины, отдельно стоящие камни или острова.

Одним из наиболее слабых мест в астрономической теории Хокинса даже ее сторонниками признается кольцо лунок «Обри», рассматриваемое как счетное устройство для предсказания затмений Луны. Во-первых, «56-летний цикл не является циклом затмений, и, хотя затмения могут повторяться в тот же день года через 18 лет, дважды такое повторение случается редко, а трижды никогда не случается» [48], а, во-вторых, существуют другие - существенно более простые способы предсказания затмений, не требующие столь высокой степени развития абстрактного мышления. В-третьих, естественно возникает вопрос - зачем эти лунки, столь тщательно размеченные и выкопанные, были потом засыпаны мелом?

Далее, вызывают серьезные сомнения сами «астрономические» направления, вычисленные Хокинсом с помощью ЭВМ. Профессор Ричард Аткинсон, один из крупнейших авторитетов по Стоунхенджу, вычислил вероятность того, что установленные Хокинсом направления являются случайными, и эта вероятность, по его мнению, приближается к 50%. В самом деле, любая система из n предметов содержит, в общем случае, $n(n-1)$ направлений, а это число очень быстро растет с увеличением n , что ведет к возможности найти направление на точку восхода или захода любого небесного светила. По словам самого Хокинса, «в Стоунхендже так много направлений (27060 направлений, определенных попарно 165 точками), что любое из них указывает на какое-нибудь светило на небесной сфере, и наоборот, небесных тел так много - буквально бесчисленное множество, что любая линия, проведенная на Земле, непременно укажет на какое-нибудь из них [47].

Кроме того, сами значимые «астрономические» направления имеют ошибки порядка двух градусов, что трудно сопоставить с поразительной точностью вырубки гнезд и зубьев для соединения камней. Теоретически, строители Стоунхенджа могли устанавливать камни с точностью до 0,05 градуса.

Использование же Стоунхенджа в качестве резонатора вполне оправдывает затраченные на его постройку усилия, поскольку речь идет о здоровье людей и, возможно, о существенном увеличении продолжительности их жизни, не говоря уже о влиянии на климат, что никак не менее важно для людей, занимающихся земледелием, чем наблюдения за Солнцем и Луной. А может быть, Стоунхендж использовался при этом одновременно для астрономических наблюдений, поскольку на той широте, где он был воздвигнут, направление его оси как резонатора близко к направлению, указывающему на точку восхода Солнца в день летнего солнцестояния.

Что же представляет собой Стоунхендж как резонатор?

Начнем с самых первых (по времени сооружения) элементов - Пяточного камня и самого вала. Согласно п. 4.5, Пяточный камень можно рассматривать как возбудитель колебаний, направление распространения которых совпадает с осью «Пяточный камень - аллея - центр окружности», а сам вал (см. размеры) является концентратором для волн метрового диапазона (см. длину волн фона для широты Стоунхенджа в п. 4.4). Под этим углом зрения становится понятной и тщательная обработка внутренней поверхности вала, которая представляла собой строго вертикальную отшлифованную стену: чем тщательнее обработаны внутренние поверхности резонатора, тем больше его добротность. Известно, что мел - диамагнетик и это оправдывает его выбор, как материала для основной внутренней поверхности резонатора.

Рассмотрим, далее, систему камней (столбов) в проходе вала. Это ни что иное, как решетка с шагом порядка половины длины волны, которую можно рассматривать как отверстие связи, обеспечивающее необходимый коэффициент «прозрачности» и возрастание амплитуды колебаний до величины, обратно пропорциональной этому коэффициенту связи. Валы, идущие от прохода к Пяточному камню можно, в свою очередь, рассматривать как своеобразный волновод, уменьшающий потери на пути распространения колебаний от Пяточного камня до прохода.

Как известно, введение новых элементов в определенные точки - пучности или узлы - может изменить энергию поля в резонаторе в ту или иную сторону. Поэтому все внутренние, появившиеся позднее элементы Стоунхенджа мы рассматриваем именно с этой точки зрения. Так приходит объяснение и загадочному кольцу лунок «Обри» и подковам из огромных трилитов и голубых камней. Этим же оправдывается и доставка камней определенной породы, поскольку для элементов резонатора не все равно, являются они диа- или парамагнетиками.

Как упоминалось выше, для повышения добротности резонатора очень существенна тщательная обработка внутренних поверхностей его элементов. И в Стоунхендже это было сделано не только с внутренней поверхностью вала, но и со всеми огромными камнями (за исключением Пяточного камня), причем наиболее тщательно отшлифованы внутренние поверхности 19-ти голубых камней, установленных подковой внутри трилитов. Для астрономических же целей такая обработка камней совершенно ни к чему, и попытки объяснить ее с «эстетической» точки зрения - на наш взгляд, совершенно не оправданы.

Рассмотрим теперь подкову из трилитов, которая является одним из основных внутренних элементов резонатора, поскольку представляет собой не просто подкову, а часть совершенно правильного эллипса и находится в центральной части системы, где достигаются наибольшие значения амплитуды рассматриваемого поля. При этом размеры камней увеличиваются к вершине подковы в соответствии с увеличением амплитуды волны. Заметим здесь, что именно открытие того замечательного факта, что подкова из трилитов оказалась частью правильного эллипса, послужило той поворотной точкой в вопросе о назначении Стоунхенджа, после которой многие бывшие противники (в том числе и профессор Аткинсон) приняли астрономическую гипотезу Хокинса. Однако, как мы видим, этот эллипс совершенно естественно вписывается в систему резонатора, являясь его основным внутренним «усилительным» элементом.

В фокусе этого эллипса лежит так называемый «алтарный» камень, на поверхности которого отчетливо видны параллельные борозды (см. фото 1 в [48]), происхождение которых мы объясняем результатом воздействия на него усиленной волны, поскольку расстояния между этими бороздами (насколько можно судить по фотографии) - как раз порядка половины длины волны.

Отметим здесь еще то важное обстоятельство, что ось Стоунхенджа перпендикулярна линиям магнитного поля Земли (в эпоху его сооружения и с учетом широты местности), так что именно в этом направлении можно ожидать, согласно п.4.6, наибольшей амплитуды волн рассматриваемого поля.

Рассмотрим теперь вкратце другие аналогичные сооружения. Отметим сразу же, что назначение многих из них никак не объясняется астрономией, хотя они во многом подобны Стоунхенджу и, согласно нашей гипотезе, являются теми же резонаторами, только более примитивными.

Это, прежде всего, многочисленные могильники, относительно которых в [48] задается естественный вопрос: «Почему именно в этот период обществу понадобилось отнимать значительные ресурсы от главной задачи - кормить, одевать и обеспечивать жилищами своих членов и расходовать их на постройку больших и без нужды великолепных вместилищ для умерших?». Это, далее, так называемые «курсусы, простирающиеся на значительные расстояния огромные земляные или меловые насыпи,

всегда как-то связанные с могильниками. Еще один тип неолитических памятников носит название «хенджей». Это сооружения, представляющие собой, как и первоначально - Стоунхендж, кольцевые валы с одним или несколькими входами. Наиболее выдающиеся из них - Эйвбери, Марден, Даррингтонские стены и Дорсет, - имеют внутри валов другие сооружения: каменные кольца в Эйвбери и деревянные - в остальных трех. Кольца эти представляют собой правильные концентрические круги, причем ближайšie к центру столбы были больше, чем во внешних кругах. В Эйвбери, помимо концентрических каменных кругов, вблизи центра находилось странное сооружение, получившее название «приют» - три больших камня, установленных по трем сторонам квадрата; четвертая, открытая сторона, была обращена на северо-восток. Подобные же «приюты» существуют в Сомерсете и в Дербшире. Назначение их неизвестно. Для нас же - это элементы, выполняющие те же функции, что и подкова из трилитов в Стоунхендже, только более простой формы.

Вообще, на территории Англии и Шотландии насчитывается более девятистот каменных колец, причем не все они имеют форму кругов. Часть из них - подлинные эллипсы, а часть - «сплюснутые» круги и яйцеобразные фигуры, не говоря уже о кольцах более сложной формы, состоящих из дуг с разными радиусами и разными центрами. На наш взгляд, эти объекты могли являться резонаторами различного назначения и различной эффективности, причем форма резонатора оптимизировалась для каждой конкретной задачи - влияние на людей, на флору и фауну, на погоду и т. п.

Наконец, существуют еще памятники, представляющие собой различные системы рядов вертикальных камней, как правило, ведущих к кольцам; многие из них связаны с кернами. Наиболее интересным из памятников такого типа являются каменные ряды Карнака (на побережье Бретани во Франции). Здесь расположено несколько каменных вееров: в Пти-Менеке, в Сен-Пьер-Киброңе, в Кельмарьо и в Карлескане. В Менеке находится огромный полукруг из 70-ти тесно поставленных камней. С юго-запада к полукругу ведет аллея шириной более 90 метров и длиной в один километр, состоящая из 11-ти рядов, включающих почти 1100 менгиров. Высота этих менгиров увеличивается по мере приближения к полукругу с 0,6 до 3,7 метра. С запада на восток ряды сближаются, причем, и это самое удивительное, схождение возрастает по параболическому закону, что позволяет высказать предположение о том, что данная система могла являться концентратором волн фона, подчиняющихся дисперсионному уравнению при условии возникновения модулированных во времени сигналов. Временная модуляция волн фона может быть значительной в периоды новолуний, затмений, «парада планет» и т. п.

Перечисленные факты, на наш взгляд, не только позволяют рассматривать Стоунхендж и другие упомянутые сооружения с совершенно но-

вой точки зрения, но и, в свою очередь, обогащают и подтверждают концепцию существования реликтового электронного фона.

В заключение отметим, что рассуждения, изложенные в данной статье относительно назначения мегалитических сооружений, носят преимущественно качественный характер и, конечно, требуют дальнейшего, более подробного количественного анализа.

Литература

1. *Вайнберг С.* Первые три минуты. Современный взгляд на происхождение Вселенной. М.: Энергоиздат, 1981.
2. *Пибле П.* Физическая космология. М.: Мир, 1975.
3. *Чижевский А.Л.* Земное эхо солнечных бурь. М.: Мысль, 1976.
4. *Витинский Ю.И.* Солнечная активность. М.: Наука, 1983.
5. Солнечно-земные связи, погода и климат. М.: Мир, 1982.
6. *Герман Дж.Р., Голдберг Р.А.* Солнце, погода и климат. Л.: Гидрометеониздат, 1981.
7. *Стаханов И.П.* О физической природе шаровой молнии. М.: Энергоатомиздат, 1985.
8. *Сингер С.* Природа шаровой молнии. М.: Мир, 1973.
9. *Barry I.D.* Ball lightning and bead lightning. N. Y. and London: Plenum Press, 1980.
10. *Имянитов И., Тихий Д.* За гранью законов науки. М.: Атомиздат, 1980.
11. *Кринов Е.Л.* Вестники Вселенной. М.: Географическая литература, 1963.
12. Метеоритные и метеорные исследования. Новосибирск: Наука, 1983.
13. *Кринов Е.Л.* Железный дождь. М.: Наука, 1981.
14. *Жолондковский О.И.* Внимание, воздух!!! Московский рабочий, 1985.
15. *Гуральник И.И., Дубинский Г.П., Ларин В.В., Мамиконова С.В.* Метеорология. Л.: Гидрометеониздат, 1982.
16. *Нейбургер М., Эдинггер Дж., Боннер У.* Познание окружающей нас атмосферы. М.: Знание, 1985.
17. *Кукал Зд.* Природные катастрофы. М.: Знание, 1985.
18. *Мархинин Е.К.* Вулканы и жизнь, М.: Мысль, 1980.
19. *Мензел Д.* О летающих тарелках. М.: ИЛ, 1962.
20. *Хёфлинг Г.* Все чудеса в одной книге. М.: Прогресс, 1983.
21. *Авраменко Р.Ф., Рухадзе А.А., Теселкин С.Ф.* О структуре ударной волны в слабоионизованной неизотермической плазме//Письма в ЖЭТФ, 1981, том 34, вып. 9.
22. *Горшков В.А., Климов А.И., Коблов А.Н., Мишин Г.И., Ходатаев К.В., Явор И.П.* Распространение ударных волн в плазме тлеющего разряда при наличии магнитного поля//ЖТФ, 1984, том 54, вып. 5.
23. *Казначеев В.П., Михайлова Л.П.* Сверхслабые излучения в межклеточных взаимодействиях. Новосибирск: Наука, 1981.
24. Метеоритные исследования в Сибири. Новосибирск: Наука, 1984.
25. *Рикитакэ Т.* Предсказание землетрясений. М.: Мир, 1979.
26. *Гангнус А.* Тайна земных катастроф. М.: Мысль, 1985.
27. *Никонов А.А.* Землетрясения. Прошлое, современность, прогноз. М.: Знание, 1984.
28. *Алексеева Л.* Небесные сполохи и земные заботы. М.: Знание, 1985.
29. *Мизун Ю.Г.* Космос и погода. М.: Наука, 1986.
30. *Беляев Н.А., Чурюмов К.И.* Комета Галлея и ее наблюдение. М.: Наука, 1985.; Правда, 19 февраля 1986 г.
31. Нейтрино/Сб. статей. М.: Наука, 1970.
32. *Mie G.*//Ann. d. Phys., **37**, 511 (1912); **39**, 1 (1912), **40**, 1 (1913).
33. *Born M.*//Proc. Roy. Soc., **A 143**, 410 (1934); Ann. Inst. H. Poincare, 1937; *Born M., Infeld L.*//Proc. Roy. Soc., **A144**, 425 (1934).
34. *Авраменко Р.Ф., Николаева В.И.* Голографические свойства гипертферы/Сб. Проблемы голографии, вып.6. М.: МИРЭА, 1975.
35. *Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М.* Фейнмановские лекции по физике. Том 9: Квантовая механика. М.: Мир, 1967.

36. *Chambers R.G. Schiff on an Electron Interference Pattern by Enclosed Magnetic Flux-//Phys. Rev., v. 5. 1960.*
37. *Jaklevic R.G., Lambe I., Silver A.H., Mercereau I.E. Quantum interference from a static vector potential in a field-free region//Phys. Rev. Letters, v. 12, N 7, February, 1964.*
38. *Давыдов А.С. Квантовая механика. М.: Наука, 1973.*
39. *Авраменко Р.Ф., Грачев Л.П., Николаева В.И. Проблемы современной электродинамики и биоэнергетики/Сб. Электропунктура и проблемы информационно-энергетической регуляции деятельности человека. М.: ЦНИИЭНТИ угольной промышленности, 1976.*
40. *Авраменко Р.Ф., Николаева В.И., Пушкин В.Н. К вопросу об информационном взаимодействии изолированных систем без передачи энергии/Сб. Вопросы психогигиены, психофизиологии, социологии труда в угольной промышленности и психоэнергетики. М.: Научно-техническое горное общество, 1980.*
41. *Проблемы физики: классика и современность. М.: Мир, 1982.*
42. *Астрофизика, кванты и теория относительности. М.: Мир, 1982.*
43. *Эйнштейн А. Собрание научных трудов. Том 3. М.: Наука, 1966.*
44. *Авраменко Р.Ф., Грачев Л.П., Николаева В.И. Описание электромагнитного поля с помощью потенциалов и проблемы передачи информации/IV Международный симпозиум по теории информации. Ленинград - Репино, 1976.*
45. *Гончаров Н., Макаров В., Морозов В. В лучах кристалла Земли//Техника молодежи, № 1, 1981.*
46. *Зигель Ф.Ю. Вам, земляне. М.: Недра, 1983.*
47. *Хокинс Дж, Уайт Дж. Разгадка тайны Стоунхенджа. М.: Мир, 1984.*
48. *Вуд Дж. Солице, Луна и древние камни. М.: Мир, 1981.*
49. *Atkinson R. I. C. Stonehenge. London: Pelican, 1960.*
50. *Atkinson R. I. C. The Stonehenge Stations//For the History of Astronomy, 1976, 7. Pp. 142 - 144.*

ГОЛОГРАФИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГИПЕРСФЕРЫ

Проблемы голографии/Межвузовский сборник научных трудов. Вып.6.
М.: МИРЭА, 1975 г. С.64-75.

Рассматриваются голографические свойства замкнутого пространства (гиперсферы), обеспечивающие воспроизведение изображения объектов в сопряжённых точках. Отмечается, что при использовании замкнутой математической модели Вселенной учёт её голографических свойств может оказаться полезным при построении теории элементарных частиц.

Введение. Как известно, голографический процесс получения изображения объекта подразумевает регистрацию амплитуды и фазы волны относительно некоторого опорного колебания, т.е. неизменным условием голографического процесса является наличие регистрирующей среды и опорного колебания. Так обстоит дело при распространении волн в Евклидовом пространстве. Однако, в пространстве, обладающем свойствами гиперсферы с положительной кривизной, можно осуществить изображение объекта за счёт условий распространения волн в этом пространстве (без использования опорного колебания и среды для регистрации). Замкнутое пространство (гиперсфера) обладает уникальными фокусирующими свойствами [1], [12], [16]. Так, излучение точечного источника колебаний при распространении в таком замкнутом пространстве вновь фокусируется в месте расположения точечного источника и в сопряжённой точке, создавая изображение исходного объекта.

Таковыми свойствами, по-видимому, обладает наша Вселенная. К настоящему времени накоплен существенный теоретический и опытный (астрофизический) материал, который даёт веские основания рассматривать Вселенную как замкнутое пространство, имеющее положительную кривизну [2], [3], хорошей геометрической моделью которой может служить гиперсфера. Проведённый ниже предварительный анализ голографических свойств гиперсферы позволяет говорить о возможности устойчивого существования объектов, обладающих волновыми свойствами в соответствии с законами квантовой механики. Поскольку каждый объект (будь то частица или макротело), находящийся в этих условиях, служит как бы «сам себе голограммой», т.е. является образованием из «узлов» стоячих волн¹ (точек фокусировки парциальных волн).

Применительно к волновой механике принятие замкнутой космологической модели Вселенной с указанными голографическими свойствами автоматически задаёт граничные условия для ψ -волны, причём такого вида, что снимается вопрос о распылении волнового пакета при распро-

¹В отличие от струны и других резонаторов стоячая волна на поверхности гиперсферы существует фактически в неограниченном, но конечном пространстве благодаря особой геометрии замкнутого пространства.

странении в дисперсионной среде (каковой является свободное пространство для волн де-Бройля).

1. О современной космологической модели Вселенной. Свойства замкнутого пространства. В настоящее время для Вселенной принята изотропная космологическая модель, основанная на однородности и изотропии распределения вещества по пространству. Имеющиеся астрономические данные о распределении галактик в пространстве и об изотропии так называемого реликтового радиоизлучения дают все основания считать, что изотропная модель дает в общих чертах адекватное описание современного состояния Вселенной. Однородность и изотропия пространства означают, как известно, что можно произвести расчленение релятивистских пространства-времени (в космологических масштабах) как для стационарных, так и для нестационарных космологических моделей на взаимно ортогональные пространство и мировое время. При этом в каждый момент метрика пространства будет одинаковой во всех точках пространства и по всем направлениям.

Напишем элемент пространственного расстояния в виде $dl^2 = \gamma_{\alpha\beta} dx^\alpha dx^\beta$, где $\gamma_{\alpha\beta}$ - трехмерный метрический тензор; α, β - принимают значения 1, 2, 3, 4.

Кривизна пространства, как известно [1], определяется полностью его трехмерным тензором кривизны, который в случае полной изотропии имеет вид $R_{\alpha\beta\gamma\delta} = \lambda(\gamma_{\alpha\gamma}\gamma_{\beta\delta} - \gamma_{\alpha\delta}\gamma_{\beta\gamma})$, где λ - космологическая постоянная, а скалярная кривизна $R = 6\lambda$.

В зависимости от величины λ ($\lambda > 0$, $\lambda < 0$, $\lambda = 0$) возможны три существенно различных случая пространственной метрики, соответственно:

- при $\lambda > 0$ - пространство положительной кривизны (плотность материи ρ больше критической ρ_k).²
- при $\lambda < 0$ - пространство отрицательной кривизны ($\rho < \rho_k$).
- при $\lambda = 0$ - пространство с кривизной равной нулю ($\rho = \rho_k$).

К настоящему времени накоплен теоретический и опытный (астрофизический) материал, который дает веские основания рассматривать Вселенную как замкнутое пространство, имеющее положительную кривизну [2, 3]. В этом плане надо отметить, что средняя плотность материи во Вселенной, хотя до настоящего времени она еще не определена с достаточной точностью, по мнению ряда авторов [6, 11, 12, 15] может составлять величину $3 \cdot 10^{-28}$ г/см³. Отметим также и то, что последние открытия в астрофизике приводят к неуклонному увеличению значения оценки средней плотности материи во Вселенной [11, 12].

Геометрию замкнутого изотропного трехмерного пространства в некотором четырехмерном пространстве удобно определить как геометрию

²Теоретическая оценка критической плотности составляет $(1 \dots 2) \cdot 10^{-29}$ г/см³

гиперсферы. Соответствующее ей трехмерное пространство и является пространством с положительной кривизной.

Уравнение гиперсферы с радиусом a в четырехмерном Евклидовом пространстве (x_1, x_2, x_3, x_4) имеет вид $x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + x_4^2 = a^2$, а элемент длины в ней выражается $dl^2 = dx_1^2 + dx_2^2 + dx_3^2 + dx_4^2$.

В сферических координатах r, θ, φ элемент длины принимает вид $dl^2 = dr^2 / (1 - r^2/a^2) + r^2(\sin^2\theta d\varphi^2 + d\theta^2)$.

Другую удобную форму dl^2 имеет в сферических координатах, получающихся, если вместо координаты r ввести «угол» χ согласно $r = a \sin \chi$ (χ меняется в пределах от 0 до π). Тогда $dl^2 = a^2 [d\chi^2 + \sin^2 \chi (\sin^2 \theta d\varphi^2 + d\theta^2)]$.

Координата χ определяет расстояние от начала координат, равное $a\chi$. Поверхность сферы в этих координатах равна $4\pi a^2 \sin^2 \chi$. В этих координатах наглядно проявляется интересное свойство замкнутых пространств, заключающееся в том, что по мере удаления от начала координат величина поверхности сферы увеличивается, пока не достигнет на расстоянии $\pi a/2$ максимального значения, равного $4\pi a^2$. Вслед за этим она начинает уменьшаться пока не превратится в точку на расстоянии πa - наибольшем расстоянии, которое может существовать в таком пространстве.

Объем пространства с положительной кривизной равен

$$V = \int_0^{2\pi} \int_0^{\pi} \int_0^{\pi} a^3 \sin^2 \chi \sin \theta d\chi d\theta d\varphi = 2\pi^2 a^3.$$

Таким образом, пространство положительной кривизны оказывается замкнутым «само в себе», но не имеющим границ. Это можно представить, проведя известную аналогию с 2-х мерной поверхностью сферы в 3-х мерном пространстве - поверхность сферы конечна, но не имеет границ.

Интересно остановиться на одном свойстве замкнутых геометрий. Так, если в одной точке замкнутой поверхности излучаются во все стороны волны, то существует сопряженная точка, где эти волны когерентно суммируются, т.е. фазовые пути для волн в каждом направлении от точки излучения до сопряженной точки будут равны. Это свойство замкнутых систем может быть проиллюстрировано на известном примере фокусировки радиоизлучений в сопряженной точке Земного шара (при их распространении вокруг Земного шара за счет переотражения от ионосферы).

Таким образом, если вернуться к замкнутому 3-х мерному пространству, то можно представить себе, что волны, излученные в одной точке пространства, неизбежно сфокусируются в сопряженной точке пространства [12, 16].

В замкнутом пространстве любая замкнутая поверхность, например, сфера радиуса $r = a \sin \chi$ делит весь объем пространства $V = 2\pi^2 a^3$ на две части. Внутренняя сторона этой сферы ограничивает объем

$V_1 = 4\pi a^3 \int_0^{\chi_1} \sin^2 \chi d\chi$, а ее внешняя сторона $V_2 = V - V_1$. Это свойство приво-

дит к определенным следствиям при рассмотрении микрообъектов, помещенных в такой замкнутый мир, которые в последнее время широко обсуждаются в литературе.

Если q - электрический заряд в объеме V_1 , то поток вектора \mathbf{E} (напряженности электрического поля) через поверхность S , ограничивающую этот объем, должен быть в соответствии с теоремой Гаусса $\oint_S \mathbf{E} d\mathbf{S} = 4\pi q$.

Однако, для замкнутого пространства силовые линии, выйдя из замкнутого объема, в котором находится заряд q , должны вернуться в этот объем. При этом через поверхность S будет проходить тот же поток вектора \mathbf{E} , но с обратным знаком. Это означает, что полный поток вектора \mathbf{E} через эту поверхность S в замкнутом мире равен нулю. Из этого рассуждения видно, что в замкнутом мире заряд одного знака существовать не может [1, 16].

Для выполнения условия равенства нулю полного потока вектора \mathbf{E} через замкнутую поверхность, окружающую заряд, необходимо, чтобы заряд во внешнем объеме V_2 по отношению к этой поверхности был равен с обратным знаком заряду, заключенному внутри объема V_1 [1].

Если нашу Вселенную рассматривать как замкнутый мир, обладающий свойствами зарядовой симметрии, то по аналогии можно было бы считать, что в этом мире должно содержаться одинаковое число барионов и антибарионов, лептонов и антилептонов и т. д.

В современной литературе обсуждаются различные модели замкнутых и полузамкнутых Вселенных и возможная связь со структурой элементарных частиц [4,14,18,19], а также вопросы несохранения СР-инвариантности и отличия от нуля барионного и других зарядов в этих условиях [5, 9, 21, 22, 27].

Представляет интерес рассмотрение Марковым [16] потенциала точечной заряженной частицы в замкнутом мире («фридмоне»). Для точечной заряженной частицы потенциал в мире Фридмана (в гиперсфере) дважды стремится к бесконечности: в месте нахождения частицы и при $\chi \rightarrow \pi$ (в сопряженной точке). Поверхность гиперсферы как своеобразная линза фокусирует концентрическое поле в малую область, т.е. при $\chi \rightarrow \pi$ формируется изображение источника волн, которое стремится к точечному³. Марков приходит к выводу, что «если в нашей Вселенной плотность вещества близка к критической, то наша Вселенная должна содержать

³ Циклическое распространение воли между сопряженными точками формирует, таким образом, стоячую волну с узлами в сопряженных точках.

антиматерию и эта антиматерия может быть локализована в областях ближе к горизонту мира» [16].

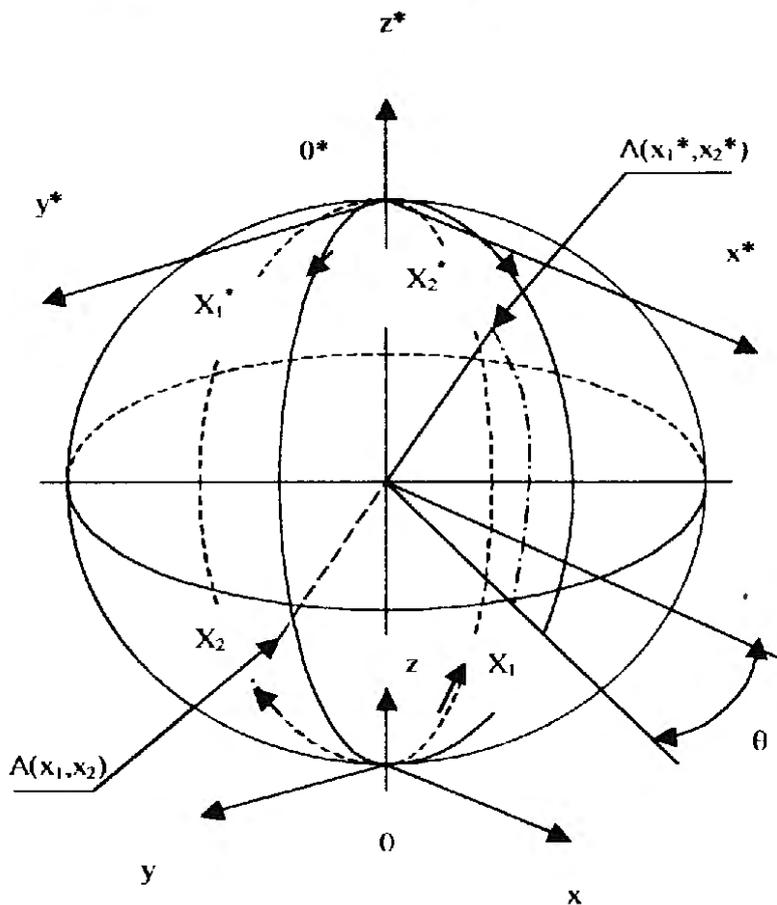


Рис. 1.

Для того, чтобы рассмотреть преобразование координат при переходе из данной точки замкнутого пространства к ее сопряженной, еще раз вернемся к рассмотрению сферы в 3-х мерном пространстве (с позиции внешнего наблюдателя). Введем сферические координаты r, θ, φ (для сферы $r = \text{const}$), а также геодезические координаты x_1, x_2 на поверхности сферы с полярной осью z , проходящей через геометрический центр сферы (рис.1). Если одну из точек пересечения полярной оси z с поверхностью

сферы выбрать за начало координат $x_1=0, x_2=0$, то геодезические координаты сопряженной точки (второй точки пересечения полярной оси с поверхностью сферы) будут $\pi r=0^*, \pi r=0^*$.

Если проследить за координатными линиями $x_1=0, x_2=0$ и их ортами в точках с координатами $(0,0)$ и $(0^*,0^*)$, то можно заметить, что эти орты с позиций внешнего наблюдателя в этих точках антипараллельны. Поэтому, если сопоставить точке A координаты на поверхности сферы (x_1, x_2) , то сопряженной точке A^* будут соответствовать координаты (x_1^*, x_2^*) , отсчитываемые от сопряженной точки начала координат $(0^*, 0^*)$, так что $(x_{1,2}^*) = (x_{1,2})$. Однако, с позиции внешнего наблюдателя, располагающего 3-мя измерениями x, y, z , малому смещению из точки с координатами $(0,0)$ в точку A соответствует изменение декартовых координат (x,y) , в то время как соответствующее смещение сопряженной точки из точки с координатами $(0^*, 0^*)$ в точку A^* будет соответствовать изменению декартовых координат $(-x, -y)$.

Таким же образом рассуждая для 3-х мерного пространства, погруженного в фиктивное 4-х мерное пространство, приходим к выводу, что направление ортов в сопряженной точке меняется на противоположное.⁴

Таким образом, как следствие из приведенных рассмотрений, вытекает, что в нашей Вселенной как замкнутом пространстве можно представить существование в сопряженных точках дуальных антимиров. По отношению к нашему миру (Солнечной системе, Галактике) антимир является точной копией нашего мира с точностью до CP-инверсии. Существование дуального антимира является необходимым условием для существования нашего мира и наоборот - наш мир необходим для существования дуального антимира. Можно рассматривать наш мир и его элементы плюс антимир как единую сущность, обладающую "дипольными" свойствами.

2. Волны вещества в замкнутом мире. Голографические условия воспроизведения объектов. Каким же образом обеспечивается дуальность антимира и какие физические связи могут отвечать взаимодействию мир-антимир?

На современном уровне знаний наиболее адекватным природе является квантовомеханическое описание материальных объектов - элементарных частиц, макротел, основой которого является признание волновых свойств вещества.

Возможность существования стоячих волн в условиях геометрии гиперсферы позволяет конкретизировать давно обсуждаемую возможность взаимосвязи свойств микрообъектов (элементарных частиц), описываемых волновой механикой, и макрокосмоса - Вселенной в целом. Известно, что Э.Шредингер решился на публикацию полученных им волновых уравнений вещества только под давлением друзей, убедивших его, что эти уравнения представляют самостоятельную ценность даже без задания граничных условий для ψ - волны (нет нужды напоминать, что граничные условия для сущности, определяемой понятием «поле», не менее важны для локальной связи компонент поля и параметров источников поля).

После обнаружения волновых свойств вещества в известных дифракционных опытах Девиссона и Джермера до последних лет практически общепринятой является чисто вероятностная трактовка волновой (квантовой) механики, подразумевающая, что физический смысл имеет только квадрат модуля амплитуды волны де-Бройля, которому сопоставляется определенная вероятность наблюдения данного состояния «квантовой» системы.

В то же время нельзя не отметить, что последовательный анализ следствий из волновых уравнений для вещества (см., например, [26], а также

⁴ С позиции внешнего по отношению к 3-х мерному пространству наблюдателю.

[1]) приводит к появлению наблюдаемых величин, пропорциональных амплитуде ψ -волны.

С учетом сказанного можно сделать вывод, что волны вещества (волны де-Бройля) отвечают тем же критериям реальности, что и, например, электромагнитное поле, а именно обладают свойством распространяться (в том числе в вакууме), дифрагировать, интерферировать, взаимодействовать с другими сущностями (электромагнитное поле), имеют длину волны, частоту и т. д.

Задание «граничных условий», вытекающих из замкнутости Вселенной, позволяет в принципе полностью определить поле, описывающее волны вещества. Предположение о жесткой связи процессов в сопряженных точках замкнутого пространства требует, однако, введения в рассмотрение фазовых скоростей волн, много больших скорости света⁵.

Обычно используемые для волн де-Бройля соотношения, в частности, релятивистское соотношение для фазовой скорости V_ϕ

$$V_\phi = \omega/k = E/\hbar k = \sqrt{c^2 + m^2 c^4 / \hbar^2 k^2},$$

где ω - частота, k - волновое число, E - энергия, c - скорость света, $\hbar = h/2\pi$ - постоянная Планка, m - масса частицы,

говорят о возможности достижения фазовых скоростей, много больших скорости света только при длине волны $\lambda = 1/k > \hbar/mc = \lambda_K$, где λ_K - комptonовская длина волны, т. е. вообще говоря, для частиц, двигающихся со скоростями много меньше скорости света. При этом $V_\phi = mc^2/\hbar k = (\lambda/\lambda_K)c$.

В то же время определенная свобода в выборе уравнения отсчета для энергии E позволяет формально приписать всем объектам достаточно большие «собственные частоты» ω , так что за характерное время $\tau \sim a/c$ (a - поперечник объекта) волна де-Бройля успевает оббежать Вселенную и вернуться в исходную точку⁶.

Рассмотрим распространение квантовомеханических волн в замкнутом изотропном пространстве. В замкнутом мире волна, исходящая из точечного источника, доходит до «противоположного полюса» - сопряженной точки пространства (чему соответствует изменение χ от 0 до π), при этом фокусируясь опять в точку, и начинает возвращаться в исход-

⁵ Или предположение об определенной связности пространства, типа связности эллиптического пространства [12].

⁶ Альтернативным вариантом могло бы быть допущение о том, что волновая структура вещества формируется стоячими волнами «первичного» ψ -поля, фокусирующимися в сопряженных точках в области с поперечником $\sim \hbar/2mc$, причем наблюдаемые волны де-Бройля отвечают некоей «огигающей» функции, аналогичной множителю подрешетки в излучающих электродинамических системах.

ную точку. Обходу волны «вокруг пространства» и возвращению в исходную точку соответствует изменение χ от 0 до 2π .

При рассмотрении вопросов распространения ψ -волны в замкнутом мире можно использовать известный прием - окружить интересующее нас пространство (источник квантовомеханической ψ -волны) сферой⁷ и ограничиться рассмотрением распространения ψ -волны внутри этой сферы с учетом граничных условий на этой сфере, определяемых замкнутостью мира. По аналогии с «кругом видимости» в антенной технике [28], сферу на конечном расстоянии в интересующей нас области пространства можно назвать «сферой видимости». Если на этой «сфере видимости» зафиксировать амплитуду и фазу ψ -волны, распространяющейся из пространства, окруженного этой сферой, и сравнить с ψ -волной, которая как бы обошла замкнутое пространство Вселенной и возвращается в пространство, окруженное сферой, то можно увидеть, что амплитуды этих волн, соответствующие пространственной модуляции, являются сопряженными. Так же, как в обычном голографическом процессе [10, 17, 23, 24 и др.], волна с сопряженным амплитудным распределением по отношению к рассеянной волне формирует так называемое действительное изображение объекта.

Существенно отметить определенную аналогию с радиотехникой, где для получения радиоизображений объектов используются СВЧ волны и где возможно совместить процессы записи и воспроизведения. В этом случае волна, отраженная от объекта, подается на регистрирующую поверхность (приемо-передающую антенну) и вызывает излучение с этой поверхности волны с сопряженным пространственным распределением, которая в месте существования объекта образует изображение объекта [25]. В принципе, возможно получить изображение объекта даже при распространении излучения через неоднородную среду [10, 29]. Это связано с тем, что при формировании изображения излучение проходит дважды неоднородности среды распространения, причем все искажения амплитуды и фазы, которые были внесены при распространении излучения от объекта к регистрирующей плоскости, компенсируются при прохождении сопряженного излучения от регистрирующей плоскости к месту расположения объекта. Отвлекаясь от технических трудностей реализации и считая, что переизлучение происходит практически мгновенно, можно представить суммарное распределение поля (пришедшее от объекта и переизлученное) на регистрирующей поверхности как граничные условия на участке поверхности в заданном телесном угле.

Вернемся к вопросу распространения квантовомеханических волн в замкнутом пространстве. Как мы видели, на «сфере видимости», которой

⁷ Вместо сферы может быть выбрана замкнутая поверхность любой конфигурации.

мы окружили интересующий нас участок пространства, имеется для каждого точечного источника ψ -волны внутри этого пространства пара сопряженных волн, соответствующих волне, уходящей из пространства, окруженного «сферой видимости», и волне, входящей в это пространство. Распределение ψ -волны на сфере видимости по аналогии с оптикой и радиоголографией можно рассматривать как некоторые граничные условия [13], которые определяют условия распространения ψ -волны внутри и вне указанной сферы видимости.⁸ Существенно отметить, что если рассматривать источник, имеющий диаграмму направленности с преимущественным направлением излучения, то излучение, исходящее из сферы видимости, окружающего пространство с заключенным в нем источником, через определенный сектор возвращается через сопряженную область на сфере видимости. В этом случае волна на сфере, которая выходит из сферы, и волна, которая входит в эту сферу, так же связаны как сопряженные с точностью до операции инверсии, обуславливающей то, что волна, посланная в одном направлении из сферы, приходит (фокусируется) в ту же точку с противоположного направления. Эта инверсия при рассмотрении сферических волн не существенна, так же как при дипольном, квадрупольном и т.п. излучениях. Если внутри сферы имеется несколько источников ψ -волны, то на сфере видимости будет наблюдаться интерференционная картина всей совокупности волн.

При переходе к воспроизведению («самовоспроизведению») неточечных квантовомеханических объектов становится существенной характеристика, определяющая объект как левый или правый. Например, если в данной точке пространства трехмерный объект для гипотетического наблюдателя характеризуется как правый, то в сопряженной точке замкнутого пространства этот объект воспроизводится как левый и наоборот. Это можно понять, если вспомнить, что в сопряженных точках орты местных декартовых координат антипараллельны.

Таким образом, если в нашем мире объект характеризуется как левый, то в антимире, находящемся в сопряженной точке, соответствующий объект будет характеризоваться как правый.

С точки зрения внутреннего наблюдателя, остающегося в той точке, из которой начал перемещаться объект (как совокупность квантовомеханических волн) в сопряженную точку, при всех мыслимых способах наблюдения объект по мере удаления от точки наблюдения будет постепенно расплываться по сфере видимости и в тот момент, когда удаляющийся объект достигнет сопряженной точки, он для внутреннего наблюдателя полностью дефокусируется, расплывается по всей сфере. Таким образом,

⁸ Для данного рассуждения не существенен выбор продольной или поперечной волны. Важно лишь, чтобы процессы описывались волновыми уравнениями.

на сфере видимости существует голограмма объекта (полная запись фронта ψ -волны), причем как объекта, находящегося внутри сферы, так и объекта (или можно сказать антиобъекта), находящегося в сопряженной точке. В замкнутом пространстве невозможно существование объекта без антиобъекта и наоборот. Этот дуализм обеспечивает условия воспроизведения объекта. Действительно, если волновой пакет, соответствующий какому-то объекту внутри сферы видимости, прошел через эту сферу, то воспроизведение объекта в той же точке пространства обязано тому, что в то же самое время антиобъект в сопряженной точке замкнутого пространства излучил волновой пакет, который сфокусировался в данной точке.

Воспроизведение объекта и антиобъекта в замкнутом изотропном пространстве возможно только при равенстве путей распространения ψ -волны от объекта до антиобъекта и наоборот. Пусть на пути распространения ψ -волны по оси Z от данной точки A к сопряженной есть участок (Z_1, Z_2) , с существенно измененным коэффициентом преломления для ψ -волны, таким, что фазовая длина увеличивается на φ_n . Это обеспечивается тем, что участки с измененным коэффициентом преломления в свою очередь являются системой объект-антиобъект, при этом, если при прохождении объекта ψ -волной фазовая длина пути увеличивается, то при прохождении антиобъекта фазовая длина пути уменьшается.⁹

На основании проведенного рассмотрения можно сделать вывод о том, что атомы, молекулы, частицы и вообще все макротела могут описываться как образования стоячих волн, которые в замкнутом мире могут выполнять функции «сам себе голограмма». В этом представлении объекты, вообще говоря, не локализованы в фиксированном месте пространства, а занимают всю Вселенную, видимые же (регистрируемые) проявления этих объектов - это места максимальной концентрации стоячих ψ -волн.

Возможными направлениями дальнейших работ могли бы быть сопоставления различных топологических структур фокальных областей наблюдаемому спектру элементарных частиц, а также переформулировка известных соотношений неопределенности Гейзенберга с учетом как особенностей голографического подхода, так и современной математической трактовки неопределенности измерения параметров широкополосных сигналов [31].

Литература

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теория поля. М.: Наука, 1973.
2. Квантовая гравитация и топология/Новости фундаментальной физики. Сб. под ред. Иваненко Д.Д. Вып. 2. М., 1973
3. Шама Д. Современная космология. М.. Мир. 1973.

⁹ Благодаря противоположным знакам электрического и других зарядов частиц объекта и антиобъекта.

4. Станюкович К., Колесников С., Москвин В. Проблемы теории пространства, времени и материи. М.: Атомиздат, 1968.
5. Гинзбург В.Л. О физике и астрофизике. М.: Наука, 1974.
6. Гравитация и топология/ Под ред. Д. Иваненко. М.: Мир, 1966.
7. Тредер Г.Ю. Теория гравитации и принципы эквивалентности. М.: Атомиздат, 1973.
8. Гуревич Л., Чернин А. Гравитация, космология, космогония/Сборник «Физика наших дней». М.: Знание, 1972.
9. Смородинский Я. Законы и парадоксы элементарных частиц/Сборник «Физика наших дней». М.: Знание, 1972.
10. Гудмен Д. Введение в Фурье-оптику. М.: Мир, 1970.
11. Сворень Р. Вселенная прибавляет в весе//Наука и жизнь, № 2. 1975.
12. Толмен Р. Относительность, термодинамика и космология. М.: Наука, 1974.
13. Вайтман А. Проблемы в релятивистской динамике квантовых полей. М.: Наука, 1968.
14. Проблемы теории гравитации и элементарных частиц/Под редакцией Станюковича К. М.: Атомиздат, 1974.
15. Sondi H. Cosmology, 2-nd ed. Cambridge, 1960.
16. Марков М. Замкнутость Вселенной и законы сохранения электрического, барионного и лептонного зарядов/ Сообщение ОИЯИ, 1969.
17. Сороко Л. Основы голографии и когерентной оптики. М.: Наука, 1971.
18. О систематике частиц/ Сб. статей. М.: Атомиздат, 1969.
19. Станюкович К. Гравитационное поле и элементарные частицы. М.: Наука, 1965.
20. Марков М. Доклад на конференции по физике высоких энергий. Киев, 1973.
21. Кузьмин В. СР - неинвариантность и зарядовая асимметрия Вселенной./Труды ФИАН СССР им. Лебедева. М., 1970.
22. Klein O. Werner Heisenberg und die Physik unserer Zeit. Wieweg, Braunschweig, 1961.
23. Кольер Р., Беркхарт К., Лин Л. Оптическая голография. М.: Мир, 1973.
24. Франсон М. Голография. М.: Мир, 1972.
25. Уотерс. Адаптивное формирование радиолокационной опорной точки (маяка)// За-
рубежная радиоэлектроника, № 7, 1971.
26. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. М.: Мир, 1965.
27. Мак-Витти Т. Общая теория относительности и космология. М.: ИЛ, 1961.
28. Минкович Б., Яковлев В. Теория синтеза антенн. М.: Сов. радио, 1969.
29. Струок Дж. Введение в когерентную оптику и голографию. М.: Мир, 1967.
30. Слока В. Вопросы обработки радиолокационных сигналов. М.: Сов. радио, 1970.
31. Вакман Д. Сложные сигналы и принцип неопределенности в радиолокации. М.: Сов.
радио, 1965.

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ РЕАЛИЗАЦИИ ГОЛОГРАФИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВОЛНОВЫХ СВОЙСТВ ВЕЩЕСТВА

Средства миниатюризации голографической аппаратуры/ Межвузовский сборник научных трудов. М.: МИРЭА, 1980. С.162-175.

Получение голограмм в электронной микроскопии с помощью когерентных электронных пучков позволяет ставить вопрос о возможности восстановления изображения с помощью когерентных Ψ -волн. Рассматриваются некоторые аспекты восстановления и обсуждается необходимость использования принципа неопределенности Вудворда для адекватного описания голографического процесса на Ψ - волнах.

Введение. Успехи современной электронной микроскопии сделали реальным получение голограмм с помощью когерентных электронных пучков (электронных Ψ -волн); в технике электронного голографирования применяются основные голографические принципы, в том числе использование опорного пучка для регистрации амплитудно-фазовых функций [1-3]. На этапе реконструкции, однако, полученные в электронных пучках голограммы восстанавливаются (для визуального изучения) с помощью оптического излучения, т.е. используется своего рода гибридная (смешанная) аппаратурная схема.

Заманчиво существенное увеличение разрешения голографического процесса за счет использования как на первом, так и на втором этапах когерентных Ψ -волн электронов (или пучка других частиц). Эта задача стимулирует изучение вопросов, связанных с трактовкой волн де-Бройля не столько как «волн вероятности», а как реальных волновых процессов, во многом аналогичных волновым электромагнитным процессам.

1. Сопоставление свойств электромагнитных и Ψ -волн. Волны де Бройля (Ψ -волны) трактуются обычно как абстрактные волны в конфигурационном пространстве; физический смысл приписывается квадрату модуля этих волн. Последний определяет вероятность нахождения совокупности квантово-механических объектов (частиц) в том или ином месте пространства, позволяя установить для каждого объекта географические координаты (и импульс).

Известно, что Ψ -волны, описывающие частицы одного вида (например, электроны), обладают признаками реального волнового процесса в четырехмерном пространстве. Сопоставим Ψ -волны с электромагнитными волнами. Запишем волновое уравнение Даламбера для комплексной функции $\Psi=Ae^{i[2\pi(\pm kx-vt)]}$ в обычном виде:

$$\nabla^2\Psi+4\pi^2k^2\Psi=0, \quad (1)$$

где k - волновое число, характеризующее электромагнитные параметры ϵ , μ пространства с учетом длины λ_0 электромагнитной волны ($k= \sqrt{\epsilon\mu} / \lambda_0$, $\lambda_0 v=c$; v - частота колебаний).

С другой стороны из эксперимента известно соотношение: $k^2=2m(W-V)/\hbar^2$ - для кинетической энергии $(W-V)$ и потенциальной энергии V частицы массой m , (\hbar - постоянная Планка).

Если ввести выражение для k в волновое уравнение (1), то получим уравнение Шредингера:

$$\nabla^2\Psi+(2m/\hbar^2)(W-V)\Psi=0, \quad \hbar = h/2\pi \quad (2)$$

Электромагнитная волна как физическая реальность описывается комплексной амплитудой; она характеризуется способностью переносить энергию и воздействовать на датчик. Волна способна дифрагировать, интерферировать; разность амплитуд или фаз двух волн всегда можно измерить.

Частицу в корпускулярном представлении характеризует полная энергия W , импульс p , длина волны λ и 4-х вектор $(p_x, p_y, p_z, W/c)$, где c - скорость света. Из корпускулярно-волнового дуализма следует, что $p=\hbar k$, а так как $k=2\pi/\lambda$, то $p=2\pi\hbar/\lambda$. В волновом представлении частице соответствует Ψ -волна, способная дифрагировать, интерферировать и воздействовать на датчик.

Экспериментальные данные, положенные в основу волновой механики, показали, что Ψ -волны обладают свойствами реальной волны, причем и сам модуль Ψ -волны в принципе является наблюдаемой величиной [4,5].

В то же время при рассмотрении аналогии между измерениями в квантовой физике и в радиотехнике было отмечено [6], что в физическом эксперименте напряженность электромагнитного поля обычно также не измеряется непосредственно, поскольку многие приборы реагируют на энергию, а напряженность определяется расчетным путем. Лишь многолетняя привычка сделала это понятие достаточно наглядным.

Однако, в отличие от электромагнитных волн, Ψ -волны даже в вакууме распространяются с дисперсией; это приводит к «размазыванию» волновых пакетов с конечной шириной спектра.

2. О воспроизведении Ψ -голограммы. Облучение Ψ -голограммы Ψ -волной (моноэнергетическим потоком волн-частиц) позволит, по видимому, восстановить объемное изображение. Наибольший интерес представит здесь действительное изображение, обладающее рядом черт реального объекта, зафиксированного на голограмме. В области пространства, где формируется действительное изображение, будет наблюдаться наибольшая концентрация Ψ -волн, причем локализация отдельных элементов изображения определяется характером пространственного распределения волн, исходящих от поверхности Ψ -голограммы [13].

В связи с рассмотрением проблемы реконструкции изображения по Ψ -голограмме возникают следующие принципиальные вопросы:

а) Возможность воздействия Ψ -волн на Ψ -голограмму, а также взаимодействия между собой элементов полученного в Ψ -волнах действительного изображения, поскольку в общем случае Ψ -волны взаимодействуют нелинейно, в отличие от электромагнитных волн (с высокой точностью подчиняющихся линейным уравнениям). Сказанное обусловлено расталкиванием электронов под действием электростатических сил и их рассеиванием на других электронах.

б) Действительное Ψ -изображение будет непосредственно взаимодействовать с внешним электромагнитным полем и волнами вероятности, поскольку, в общем случае, это изображение представляет собой материальную среду с определенным распределением частиц, каждая из которых характеризуется зарядом, массой и другими параметрами.

в) Возможность заданной локализации квантово-механического объекта в пространстве при воспроизведении голограммы в широких пределах, независимо от величины импульса p (т.е. от длины Ψ -волны), не находится в соответствии с известным соотношением неопределенностей Гейзенберга [7, 8, 14].

3. О рассеянии волн материи и электромагнитных волн. Для рассмотрения пунктов а) и б) сравним между собой два явления:

- рассеяние волн материи длиной $\lambda=h/mV$, $mV=p$ и частотой $\nu=m/h$, где m , V , p – масса, скорость и импульс частицы, а W – полная ее энергия;
- рассеяние электромагнитных волн на неоднородностях.

Остановимся на простейшей одномерной задаче, сопоставив случай скачка потенциала $V(x)$, при $x=0$ (в задаче волновой механики), со случаем скачка волнового числа $k(x)$ в электродинамике. Рассмотрим два варианта: $V<W$ и $V>W$.

Для первого варианта будем считать: $V(x)=V_0$ при $x<0$ и $V(x)=V_1$ при $x>0$. Тогда согласно [9], волновую функцию слева следует искать в виде $\Psi_{x<0}=\exp(i\alpha x)+r_1\exp(-i\alpha x)$, т.е. в виде суммы падающей единичной волны и отраженной потенциальным барьером, а справа от него в виде $\Psi_{x>0}=\exp(i\beta x)$, т.е. в виде волны, прошедшей через этот барьер. Здесь $\alpha^2=(W-V_0)2m/\hbar^2$, $\beta^2=(W-V_1)2m/\hbar^2$. Решение соответствующей граничной задачи, т.е. для уравнения $\frac{1}{2} \frac{d^2}{dx^2} \Psi + \left\{ \frac{\alpha^2}{\beta^2} \right\} \Psi = 0$, дает следующие

коэффициенты отражения и прохождения:

$$r_1=(\alpha-\beta)/(\alpha+\beta), \quad t_1=2\alpha/(\alpha+\beta) \quad (3)$$

При рассмотрении электродинамической задачи имеем, соответственно $\Psi_{x<0}=\exp(ik_1x)+r_2\exp(-ik_1x)$, $t_{x>0}=t_2\exp(ik_2x)$, и, следовательно,

$$r_2=(k_1-k_2)/(k_1+k_2), \quad t_2=2k_1/(k_1+k_2) \quad (4)$$

Из сравнения (3) и (4) вытекает определенная общность представления коэффициентов отражения и прохождения (r и t) через параметры квантовомеханические (α , β) и, соответственно, электродинамические (k_1 , k_2).

Для второго варианта ($V > W$) имеет место уравнение:

$$\frac{d^2}{dx^2} \Psi - \gamma^2 \Psi = 0, \quad \gamma^2 = (V_1 - W)(2m/\hbar^2).$$

Поэтому прошедшую волну, в отличие от первого варианта, следует отыскивать в виде экспоненциально затухающего решения $\Psi_{x>0} = t_1 \exp(-\gamma x)$. Окончательно имеем: $r_1 = (\alpha - i\gamma)/(\alpha + i\gamma)$, $t_1 = 0$.

В электродинамической задаче этот вариант соответствует, например, случаю диэлектрической проницаемости $\epsilon \leq 0$, что возможно для электронного газа (например, $\epsilon = 1 - 4\pi e^2 N/m\omega^2$) с высокой концентрацией N электронов, или плазмы.

И в квантовомеханическом и в электродинамическом случаях, следовательно, будет иметь место проникновение волн в область $x > 0$, где они экспоненциально затухают, тогда как по законам классической механики все частицы должны были бы отражаться строго на границе $x = 0$.

Аналогичным образом и в более сложной задаче сопоставления двух случаев: падения волновой функции (пучка электронов) на потенциальный барьер и падения плоской электромагнитной волны на плоский диэлектрический слой - не трудно усмотреть много общих закономерностей. Действительно, например, для прямоугольного потенциального барьера, простирающегося от $x = 0$ до $x = a$, уравнение Шредингера имеет вид: $\Psi'' + \alpha^2 \Psi = 0$, $a < x < 0$; $\Psi'' + (i\gamma)^2 \Psi = 0$, $0 < x < a$, где $\alpha = \hbar^{-1} \sqrt{2mW}$, $\gamma = \hbar^{-1} \sqrt{2m(V - W)}$. Перед барьером поле представимо в виде падающей и отраженной волны, а позади барьера - в виде прошедшей волны, т.е. $\Psi_{x<0} = [\exp(i\alpha x) + r_1 \exp(-i\alpha x)] \exp(-i2\pi vt)$, $\Psi_{x>a} = t_1 \exp(i\alpha x - i2\pi vt)$.

В области потенциального барьера поле является суммой двух встречных волн: $\Psi_{0 < x < a} = x [A \exp(\gamma x) + B \exp(-\gamma x)] \exp(-i2\pi vt)$. При высоте потенциального барьера в несколько электрон-вольт и толщине порядка десяти атомных диаметров его коэффициент прохождения t_1 для электронного пучка близок к единице, что соответствует случаю малой разницы в коэффициентах преломления диэлектрической пластины и окружающей среды. В электродинамической задаче поля перед плоскопараллельной диэлектрической пластиной, позади нее, а также внутри пластины записываются, вообще говоря, в том же виде.

Для треугольного потенциального барьера ($V = 0$ при $x < -V_0/k$; $V = V_0 + kx$ при $0 < x < -V_0/k$; $V = V_0 - kx$ при $0 < x < V_0/k$; $V = 0$ при $x > V_0/k$) и для диэлектрической пластины с треугольным профилем неоднородности коэффици-

ента преломления имеет место такое же соответствие. В несколько иной постановке эта работа обсуждалась в работах [10,11,12].

Таким образом, нет, по-видимому, значительных оснований ожидать возникновения принципиально иных явлений при реконструкции (с помощью волн вероятности) изображения по Ψ -голограмме, являющейся, фактически, потенциальным барьером того или иного профиля.

Дополнительные аналогии обосновываются путем рассмотрения общности известного метода ВКБ, одинаково эффективного при решении задач распространения волн через потенциальные барьеры или неоднородные среды различных типов в квазиклассическом (коротковолновом) приближении для уравнений Шредингера или волнового. Этот метод подробно изучен [15,16], в том числе и для случая наличия полюсов и особых точек медленно меняющейся функции: $f(x)=2m(W-V)/\hbar^2$ из уравнений Шредингера, представленного в виде волнового ($\Psi''+f(x)\Psi=0$).

Трехмерные задачи рассеяния волновой механики и электродинамики описываются одним и тем же неоднородным уравнением $\nabla^2\Psi+k^2\Psi=F(x_1,x_2,x_3)=F(\mathbf{r})$, наиболее общее конечное решение которого записывается (для того и другого случаев) интегралом:

$$\Psi=G(x_1,x_2,x_3)-(1/4)\pi\int(\exp(ik|\mathbf{r}-\mathbf{r}'|)/|\mathbf{r}-\mathbf{r}'|)F(\mathbf{r}')dV', \quad (5)$$

где G - общее решение однородного уравнения $\nabla^2G+k^2G=0$.

Соответствующий вывод хорошо известен как в волновой механике [17], так и в электродинамике [18]. Переход к двумерной задаче рассеяния осуществляется прямым интегрированием (в бесконечных пределах) правой и левой частей (5) по той координате, вдоль которой Ψ и F неизменны. При этом функция Грина задачи (сферическая волна) преобразуется [19] в цилиндрическую волну $H_0^{(1)}(ikR)$.

4. О локализации квантово-механического объекта. Для квантово-механических и электромагнитных волновых процессов уменьшение размеров волнового пакета приводит к увеличению интервала длин волн (или частот). Ширина спектральной линии определяется продолжительностью излучения атомом волны, т.е. длиной волнового пакета:

$$\Delta p \Delta x \sim \hbar, \quad (6)$$

где p - импульс частицы, Δx - длина волнового пакета.

Из принципа неопределенности для колебаний протяженностью $\tau \sim T$ следует, что его Фурье-спектр должен быть шире величины $\delta f \sim T^{-1}$, т.е. $\tau \delta f \geq 1$. Этот принцип отражает [7] соотношение протяженностей, характерное для простейших видов колебаний (отрезка синусоиды с прямоугольной, гауссовой или какой-нибудь близкой к ним огибающей).

В радиотехнике параметром, определяющим потенциальную точность измерения координаты дальности (при сложной пространственно-временной модуляции), является ширина спектра сигнала W , а не его протяженность T , и, независимо от величины W , точность измерения до-

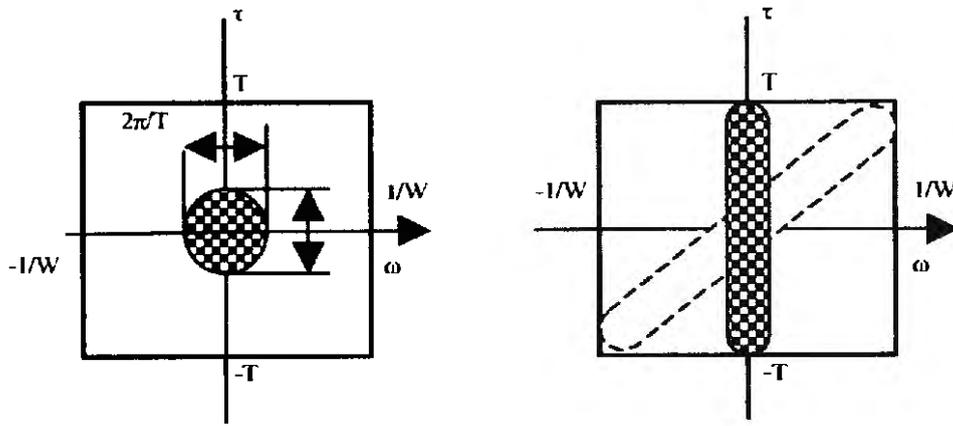


Рис. 1.

плеровской частоты (т.е. скорости объекта) определяется протяженностью сигнала T , т.е. к задаче совместного измерения дальности до объекта и его скорости (т.е. временного положения и средней частоты волнового пакета) эта трактовка неприменима. Для широкополосных сигналов с $TW \gg 1$ - частотномодулированных (ЧМ) и фазоманипулированных (ФМ) справедлив обобщенный принцип неопределенности [7], т.е. потенциальные возможности измерений определяются видом автокорреляционной функции $\xi(\tau, \omega)$ «волнового пакета» зондирующего сигнала $S(t)$:

$$\xi(\tau, \omega) = E^{-1} \int S(t + \frac{\tau}{2}) S^*(t - \frac{\tau}{2}) e^{i\omega t} dt, \quad (7)$$

где E - полная энергия сигнала [20].

Рассмотрим эти потенциальные возможности несколько подробнее [21] и распространим выводы на случай волновой механики.

Функция $\xi(\tau, \omega)$ имеет, в общем случае, наибольшее значение (пик) в начале координат ($\tau=0, \omega=0$), причем ширина пика по оси τ составляет примерно $1/W$, а по оси ω - порядка $2\pi/T$. Эти интервалы и определяют потенциальные точности измерений в последовательной статистической теории, а объем V , ограниченный $|\xi|^2$ и плоскостью (τ, ω) , конечен и постоянен независимо от вида волнового пакета, т.е.

$$V = (1/2\pi) \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} |\xi(\tau, \omega)|^2 d\tau d\omega = 1.$$

Типичная автокорреляционная функция широкополосного ФМ сигнала и, для сравнения, топографическое изображение этой функции для немодулированного радиоимпульса той же длительности показаны на рис. 1.а и 1.б соответственно кривой штриховкой. Пунктиром нанесены ЧМ сигналы.

Таким образом, если бы положение волнового пакета по оси τ определялось только по его огибающей, то, при статистическом подходе, имело

бы место «соотношение протяженностей»: с увеличением длительности дуга колебаний точность измерения этого положения ухудшалась.¹

При оптимальной обработке широкополосного сигнала с помощью измерительного устройства (фильтра или коррелятора) осуществляются (используя априорную информацию о виде внутриимпульсной модуляции волнового пакета) независимые измерения: положения (с точностью W^{-1}) и доплеровской частоты (с точностью T^{-1}). Расширение спектра сигнала не ухудшает при этом точность измерения скорости V .

Выбор формы сигнала, при которой боковые пики тела неопределенности оказываются за пределами зоны возможных значений задержки и частоты сигнала, позволяет обеспечить одновременно высокую точность и разрешающую способность по дальности и скорости. Тело неопределенности должно при этом иметь [21] узкий пик в начале координат и малый уровень во всех других точках. Это достигается применением нелинейной частотной модуляции и фазовой манипуляции сигнала.

В оптике для сигналов с ограниченным спектром $|\omega| < \Omega$ также справедлив обобщенный принцип неопределенности [7]. Изменение масштаба времени соответствует [22] формированию изображения, причем t играет роль пространственной координаты. Путем выбора функции $f(t)$, энергия

которой равна $E = \int_{-\infty}^{\infty} f^2(t) dt$, если образовано отношение энергий

$\alpha = \frac{1}{E} \int_{-T}^T f^2 dt$, можно сделать параметр α равным единице. Причем при

$t > T$ функция $f(t) = 0$. Для сигналов с ограниченным спектром $f(t) \leftrightarrow F(\omega) = 0$ при $|\omega| > \Omega$ $\alpha < 1$. Можно найти оптимальный сигнал $f_0(t)$, который обеспечивает максимум соответствующего отношения энергии $\alpha_0 \cong \lambda_0 (\Omega T) \cong (2/\pi) \Omega T$ при $\Omega T < 1$. Оптимальная функция $f_0(t)$ точно равна собственной функции $\varphi_0(t)$ интегрального уравнения

$\int_{-T}^T \varphi(\tau) \frac{\sin(t-\tau)}{\pi(t-\tau)} d\tau = \lambda \varphi(t)$, где λ - наибольшее собственное значение. Рас-

тянутая сфероидальная волновая функция $\varphi_0(t)$, однозначно определяется через импульс $P_\Omega(\omega)$; тем самым, в ограниченном спектре частот возможно точное определение функции пространственной координаты через импульс.

Для квантовой механики также естественно перейти от «соотношения протяженностей» к представлениям, полученным из теории статистической радиофизики.

¹ Естественно, речь идет о статистическом подходе, общепринятом как в волновой (квантовой) механике, так и в современной радиофизике.

Возможность реализации потенциальной точности измерений определяется при этом двумя факторами:

- формированием волнового пакета с заданным видом модуляции;
- применением измерительного устройства, осуществляющего процедуру оптимальной обработки (в радиотехнике это построение апостериорного распределения вероятности наличия объекта с теми или иными параметрами «дальность-скорость»).

При переносе обоих факторов в квантовую механику следует:

- при рассмотрении свойств волновых пакетов не ограничиваться квазиклассическим приближением $\nabla p \ll \bar{p}^2 / \hbar$, где p - импульс, ∇ - оператор Гамильтона, т.е. случаем, когда мала модуляция ψ -волны на расстоянии, соизмеримом с длиной волны $\lambda = h/mv$. Это ограничение, по существу, эквивалентно исключению из рассмотрения широкополосных Ψ -волн де Бройля с заметной частотной модуляцией или фазоманипулированных;

- при использовании измерительных устройств целесообразно расширить их функции; взамен регистрации только интенсивности Ψ -волн в данной области пространства можно использовать очевидную возможность регистрации внутриимпульсных фазовых соотношений.

5. Заключение. Широкие потенциальные возможности голографических методов явились причиной постановки исследований по разработке соответствующей аппаратуры на все более коротких, для увеличения разрешающей способности и реализации иных эффектов, волнах: ультрафиолетовых и рентгеновских. При изучении возможностей воспроизведения в аналогичных целях Ψ -волнового изображения нет, по-видимому, противоречий между возможностью заданной локализации де Бройлевского изображения объекта и какими-либо фундаментальными физическими законами.

По-видимому отсутствуют также и законы, заставляющие ограничить в волновой механике потенциальные возможности измерений рамками простейшего «соотношения неопределенностей». Применение, вслед за статистической радиофизикой, принципа неопределенностей Вудворда позволит ослабить и здесь ограничения на разрешающую способность по координатам и скорости.

Литература

1. Воробьев Ю.В., Жуков В.А. Тезисы докладов 10-й Всесоюзной конференции по электронной микроскопии. Т.1. Ташкент, 1976.
2. Troyon M., Bonhomme P., Gallion P., Laberique A.//J. microsc. electron, 1976, 1.N 3.
3. Huiser A., Drenth A., Ferwerda H.//Optic, 45, N 4, 1976.
4. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Квантовая механика. М.: Наука, 1973.
5. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. М.: Мир, 1966.
6. Вакман Д.Е. Сложные сигналы и принцип неопределенности в радиолокации. М.: Сов. радио, 1965.
7. Вихман Э. Квантовая физика/Берклевский курс физики. М.: Наука, 1974.

8. *Давыдов А.С.* Квантовая механика. М.: Наука, 1973.
9. *Мотт Н., Снеддон И.* Волновая механика и ее применения. М.: ГФМИ, 1966.
10. *Розенберг Г.В.* Оптика тонкослойных покрытий. М.: ГИФМЛ, 1958.
11. *Филиппов Г.М.* Некоторые вопросы теории распространения волн и частиц через периодические структуры. Диссертация. М.: МГУ, 1967.
12. *Филиппов Г.М.* Распространение волн через слоистую среду//Радиотехника и электроника, т.9, №3, 1964.
13. *Спроул Р.* Современная физика. М.: Физматгиз, 1961.
14. *Авраменко Р.Ф., Николаева В.И.* Голографические свойства гиперсферы/Проблемы голографии. Вып. 6. М.: МИРЭА, 1975.
15. *Авраменко Р.Ф., Грачев Л.П., Николаева В.И.* Проблемы современной электродинамики и биоэнергетика/Элеktропунктура и проблемы информационно-энергетической регуляции деятельности человека. М.: ЦНИИЭНТИ Минногольпрома, 1976.
16. *Фреман Н., Фреман Л.У.* ВКБ-приближение. М.: Мир, 1967.
17. *Мировицкий Д.И., Будагян И.Ф.* Об одной особенности применения ВКБ-метода//Оптика и спектроскопия, т.20, 1966.
18. *Мотт Н., Месси Г.* Теория атомных столкновений. М.-Л.: ОНТИ, 1936.
19. *Мировицкий Д.И.* О некоторых электродинамических аспектах голографии/Проблемы голографии. Межвузовский сборник. Вып.5. М.: МИРЭА, 1975.
20. *Мировицкий Д.И.* О трехмерном интегральном преобразовании в Фурье-голографии. Вып.2. М.: МИРЭА, 1973.
21. *Вудворд Ф.М.* Теория вероятностей и теория информации с применением к радиолокации. М.: Сов. радио, 1955.
22. *Дулевич В.Е.* Теоретические основы радиолокации. М.: Сов. радио, 1978.
23. *Папулис А.* Теория систем и преобразований в оптике. М.: Мир, 1971.

К ВОПРОСУ ОБ ИНФОРМАЦИОННОМ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ИЗОЛИРОВАННЫХ СИСТЕМ БЕЗ ПЕРЕДАЧИ ЭНЕРГИИ

Вопросы психогигиены, психофизиологии, социологии труда в угольной промышленности и психознергетики. М.: НТГО, 1980. С.341-357.

1. Проблема информационного компонента биополевых взаимодействий. Особенностью биополевых взаимодействий является передача информации от одной биополевой структуры к другой. При этом можно вычлениить два типа соотношения структур такого рода, осуществляющих процесс передачи информации. Один тип структур связан с взаимодействиями внутри одной системы, например, внутри мозга. Примером такого биополевого взаимодействия может служить факт мгновенного, по психологической терминологии - симультанного узнавания. Это узнавание хорошо знакомых предметов предполагает взаимодействия биополевой модели пришедшего извне впечатления с теми структурами, которые были сформированы ранее и которые являются моделями уже воспринятых объектов. Такого рода резонансный контакт обеспечивает эффект практически мгновенного извлечения из прошлого опыта нужного эталона и может считаться механизмом симультанного узнавания.

К этому же типу информационных взаимодействий между пространственно разобщенными друг от друга системами могут быть отнесены процессы, связанные с мышлением, с процессом решения проблем. Известно, что в ходе интеллектуальной деятельности человек создает нечто для себя новое и эта новая семантическая система дает обычно человеку возможность решить стоящую перед ним сложную проблему. Как показывают многочисленные психологические исследования, основным языком, с помощью которого осуществляется мыслительная деятельность человека, является язык систем отношений между объектами. Если подойти к этой психологической реальности с точки зрения формирования и работы биополевых структур, то в системе отношений можно вычлениить два компонента: некоторые биополевые эквиваленты объектов и устойчивые их полевые взаимодействия, которые и являются эквивалентами взаимодействий между объектами.

Анализируя ту или иную проблемную ситуацию, человек строит модель этой ситуации, в которую входят, опять-таки, эквиваленты составляющих задачу элементов и взаимодействия между этими эквивалентами. Хорошим примером того, как происходит построение модели ситуации является тот процесс, который происходит в голове шахматиста при анализе им шахматной позиции. При столкновении с позицией шахматист воспринимает фигуры как некоторые функциональные точки, обладающие определенными свойствами перемещения. Реализуя эти свойства перемещения, он строит системы отношений между фигурами, которые оказываются основой формирования стратегии его деятельности.

Нетрудно увидеть, что этот процесс, так же как и уже упомянутый процесс мгновенного, симультанного узнавания, с необходимостью предполагает существование биополевых взаимодействий: построенные при анализе ситуации отношения обязательно должны взаимодействовать с теми отношениями, которые составляют содержание опыта шахматиста. Только на основе реализации прошлых отношений может возникнуть семантическая система новой ситуации.

Таким образом, анализ показывает, что важнейшим моментом мыслительной деятельности человека также является резонанс между биополевыми структурами. Только в последнем случае имеет место не резонанс отображений единичного конкретного объекта, а резонанс систем, включающих некоторые полевые эквиваленты объектов и отношений между ними.

Другим типом информационного биополевого взаимодействия можно считать обмен информацией между полностью разобщенными биологическими объектами. Примером такого рода взаимодействий могут служить случаи телепатии, когда от одного человека к другому передается информация, не закодированная в известных и специально предназначенных для передачи информации языках.

Как показывает многочисленная литература, такого рода биоинформационные взаимодействия могут касаться передачи самых различных видов психологических проявлений. С помощью телепатии оказывается возможным передать действие, образ предмета, некоторую знаковую смысловую структуру, эмоциональное состояние. Это означает, что в указанном биоинформационном контакте взаимодействуют между собой биополевые системы различных уровней и модальностей мозга двух разобщенных между собой людей.

Все эти типы биополевых взаимодействий, при которых от одной системы к другой происходит передача информации, характеризуются прежде всего тем, что при этой передаче отсутствуют непосредственные энергетические затраты. Разумеется, каждая из общающихся между собой биополевых систем уже для факта своего существования нуждается в определенном энергетическом обеспечении. Вероятно также, что особенности информационного обмена между системами, его четкость, его эффективность, его, так сказать, пропускная способность, связаны с энергетическими характеристиками этих систем. Но сам процесс информационного взаимодействия, в отличие от известных технических систем, не нуждается в энергии.

В этой связи встает проблема нахождения таких физических закономерностей, которые позволили бы подойти к анализу информационного взаимодействия между пространственно разобщенными системами, не требующего для своего осуществления энергетических затрат. В дальнейшем будет показано, что уже в современной физике существуют такие теоретические и экспериментальные данные, которые позволяют по-

дойти к рассмотрению такого рода безэнергетической передачи информации.

Здесь следует остановиться на некоторых моментах, характеризующих биополевые структуры. Это тем более целесообразно, что само понятие биологического поля, по существу, еще не определено и далеко не полностью проанализировано в теоретическом плане. Понятие это перенесено в биологию из физики и является своеобразной аналогией тех дистанционных взаимодействий между объектами, которые традиционно называются полями в физике.

Представляется, однако, несомненным, что реальность, которая была названа А.Г.Гурвичем биологическим полем, с самого начала обладает некоторыми свойствами, свидетельствующими о том, что дистанционные взаимодействия между биологическими системами оказываются существенно иными, чем те физические взаимодействия, за которыми закреплено понятие поля.

Первое бросающееся в глаза специфическое и качественно своеобразное свойство биополя является его динамическая системность, осложняемая свойством избирательности. Например, клетки коры больших полушарий, составляющие некоторую функциональную систему мозга, могут обнаруживать полевые взаимодействия между собой, хотя их могут разделять довольно значительные пространства. Эти же клетки могут не иметь никаких полевых взаимодействий с клетками, находящимися рядом с ними. Кроме того очевидно, что функциональные структуры постоянно меняются в связи с задачами деятельности человека. Поэтому существующее в настоящий момент биополевое взаимодействие какого-либо элемента мозга через некоторое время может смениться взаимодействием с совершенно иными элементами. Такого рода избирательной системности, такого рода динамичности между элементами физические поля, как правило, не знают.

Качественным своеобразием биополевых структур следует считать также их информативность. Анализ показывает, что биополя возникают и функционируют всегда только в связи с процессами генерации и передачи биологической информации. Эта связь биологических полей с биоинформационными процессами является внутренним свойством этих своеобразных полей. В отличие от этих полей известные физические поля могут выполнять функцию носителей информации только в том случае, если к ним будет применено внешнее воздействие. Причем существенно, что информативность физического поля, возникающая под влиянием закономерного внешнего воздействия, например, модуляция электромагнитного поля, не имеет никакого значения для существования и функционирования той физической системы, которая генерирует или принимает такого рода модуляции. Вся информативность динамики физических полей имеет смысл только для человека, создавшего соответствующие физические системы, например, радиоприемники и передатчики.

Что же касается биологических полей, то их информативность непосредственно связана с существованием, с процессом жизни тех биологических систем, в которых эти поля функционируют.

Все эти чрезвычайно своеобразные особенности биологических полевых взаимодействий настолько отличают их от известных в физике полевых взаимодействий объектов, что делают сам термин «поле», поскольку он применен к процессам в живых системах, весьма условным и в значительной степени метафорическим. Быть может, в дальнейшем придется подумать о создании нового понятия, более адекватно отображающего свойства этих специфических дистанционных взаимодействий.

Однако при всем их качественном своеобразии, то, что мы сейчас называем взаимодействиями между биополевыми структурами, являются взаимодействиями физическими или биофизическими. И то обстоятельство, что эти сложные взаимодействия оказались за пределами не только физики, но и всего естествознания, свидетельствует о том, что при формировании принципов естественнонаучного исследования в картине мира было упущено нечто фундаментальное.

Есть основание полагать, что упущение это было связано с тем, что предметом преимущественного изучения естествознания оказалось вещество и процессы, в нем происходящие. Разумеется, нельзя было не заметить, что, помимо вещества, наполняющие мир объекты имеют и форму. Однако форме объекта не было придано значения фундаментального фактора в системе мира. Категория формы сделалась, главным образом, объектом философского анализа. Однако реальное существование формы объектов, как некоторой, всегда конкретной, материальной структуры ставит задачу раскрытия ее волновых и полевых свойств.

Реальность физических, особых полевых свойств формы объектов в настоящее время может быть доказана многими группами фактов. К числу такого рода фактов могут быть отнесены те данные, которые свидетельствуют о существовании некоторого зарядного слоя вокруг тела человека. К этим данным могут быть отнесены и материалы, свидетельствующие об эффективности воздействия на биологические активные точки кожи. Как утверждают древние теоретики акупунктуры, обеспечивающая жизнь энергия концентрируется вокруг организма человека в околокожном пространстве.

Другой группой фактов, свидетельствующих о существовании форм как волновых (полевых) структур, являются факты лозоходства, которое было названо слишком расширительным и не вполне адекватным термином «биофизический эффект». Анализ показывает, что основой этого эффекта может быть взаимодействие особенностей структуры внешнего поля (ауры) оператора с внешними полями (формой) искомого объекта.

Есть основания полагать, что свойства биополевых структур, обеспечивающие их информационные взаимодействия, связаны с некоторыми специфическими особенностями формы объектов как некоторой физиче-

ской реальности. Раскрытие этих особенностей может представлять интерес для целой совокупности отраслей знания; оно предполагает специальную теоретическую и экспериментальную разработку фундаментальных проблем. Такая разработка осуществится, вероятно, в недалеком будущем.

В связи со всеми этими замечаниями особый интерес представляют те физические данные, которые уже сейчас позволяют анализировать возможности информационных взаимодействий. В частности, весьма важными оказываются физические положения, показывающие, как может происходить обмен информации без затраты энергии между пространственно разобщенными системами.

2. О возможной физической интерпретации информационного взаимодействия изолированных систем без передачи энергии. Экспериментальные данные, накопленные к настоящему времени по информационному взаимодействию биологических систем [1], не сводящемся, по-видимому, к обмену информацией с помощью электромагнитных сигналов и частиц, заставляют более внимательно проанализировать другие альтернативные возможности связи изолированных систем и прежде всего возможности, допускаемые в рамках существующих фундаментальных физических представлений.

В работе [2] было показано, что существует непротиворечивая возможность обмена информации между системами без привлечения какого-либо энергетического носителя, вытекающая из существования отличного от нуля 4-х потенциала поля в условиях, когда энергетические компоненты этого поля \vec{E} и \vec{V} тождественно равны нулю.

Формальный математический аппарат современной электродинамики, построенный с последовательным использованием принципов теории относительности [3], показывает, что э/м поле наиболее адекватно описывается с помощью 4х потенциала поля $\vec{A}_\mu = (\vec{A}, \varphi)$, тогда как \vec{E} и \vec{V} - есть лишь некоторые комбинации из производных его компонент

$$\vec{E} = -\nabla\varphi - \frac{d\vec{A}}{dt} \text{ и } \vec{V} = \nabla \times \vec{A} \quad [4].$$

В настоящее время в инженерной практике, однако, потенциалы поля используются часто формально, для упрощения математических выкладок при расчете в практических задачах компонент \vec{E} и \vec{V} , и считается, что именно эти компоненты полностью описывают э/м поле в его взаимодействии с веществом $\vec{F} = q(\vec{E} + \vec{V} \times \vec{V})$.

Интерпретации полей \vec{A} и φ как «реальных физических» полей до некоторой степени препятствует их математическая неоднозначность и путаница в литературе относительно выбора калибровки. В то же время известно, что только калибровка Лоренца $\nabla \vec{A} = -(1/c^2) \frac{d\varphi}{dt}$ релятивистски

инвариантна, тогда как, например, часто применяемая калибровка $\nabla\bar{A} = 0$ релятивистски не инвариантна и означает существование чисто поперечных, т.е. плоских волн потенциала, чему физически соответствовали бы э/м волны бесконечно большой энергии.

В теоретической физике именно потенциалы \bar{A} и ϕ естественным образом входят в выражения для интеграла действия и функции Гамильтона. В квантовой электродинамике изменение квантовомеханической фазы частицы в э/м поле определяется известным интегралом Фейнмана $\delta\Theta = (q/\hbar)\int\bar{A}d\bar{s} - (q/\hbar)\int\phi dt$, т.е. зависит именно от потенциала поля.

В 60-е годы Jaklevic, Lambe, Mercereau, Silver, [6,7] и Бом, Аронов, Chambers [8] провели ряд экспериментов, специально поставленных для обнаружения проявления потенциала поля в областях пространства, где $\vec{E} = \vec{B} = 0$ (с использованием эффекта Джозефсона (Jaklevic) и дифракции электронов (Chambers)). В результате этих работ была экспериментально продемонстрирована возможность обнаружения потенциала поля при $\vec{E} = \vec{B} = 0$ и, тем самым, показана ограниченность «инженерного» описания э/м поля с помощью \vec{E} и \vec{B} . Результаты этих экспериментов позволили Р.Фейнману вновь заявить о «физической реальности» потенциалов поля [5].

Успешные опыты Jaklevic и Chambers ставят на повестку дня вопрос о «реальности» существования продольных волн потенциалов э/м поля, распространяющихся, например, вдоль оси осциллирующего электрического диполя (или вдоль плоскости магнитного диполя). Как известно [9,10], решение электродинамической задачи определения поля излучения электрического диполя основывается на существовании во всем пространстве сферической волны \bar{A} , распространяющейся со скоростью света и с амплитудой, убывающей обратно пропорционально расстоянию, причем вектор \bar{A} в каждой точке пространства параллелен оси диполя. Регистрация этих волн на расстоянии открыла бы путь для реализации нового вида передачи информации. В этом случае информация передавалась бы без передачи энергии, т. к. продольные волны потенциала энергии не несут (вектор Умова-Пойтинга равен нулю). Энергия, однако, должна быть затрачена как в месте передачи, так и в месте приема. (Отметим, что в известных опытах для обнаружения \bar{A} при $\vec{E} = \vec{B} = 0$ в регистраторе потенциала тратится энергия от постороннего источника.) Необходимость затрат энергии в приемнике и в передатчике снимает кажущееся противоречие рассматриваемой концепции с законом сохранения [11].

Известно, что проблемы физической реальности потенциалов поля и возможности их регистрации тесно связаны с проблемой калибровочной инвариантности уравнений квантовой физики, поскольку задание потенциала поля определяет квантовомеханическую фазу волны, адекватной

тому или иному объекту. Обычно калибровочная инвариантность понимается в том смысле, что задание тех или иных потенциалов поля¹ не влияет на энергию системы. Однако, если в эксперименте реализована возможность измерения и сравнения фаз пси-волн, соответствующих некоторым элементам A, B, \dots системы $M=A+B+\dots$, то затратив в соответствии с тем, как указывалось выше, некоторую энергию на процесс этого измерения, возможно получить информацию о значениях компонент 4-х потенциалов поля в месте расположения системы M .

Следует отметить, что фазовые соотношения, связанные с волнами де-Бройля, являются основными экспериментальными данными, показавшими волновую природу материи.

Так, в классических опытах Девиссона и Джермера [16] впервые наблюдалась дифракция электронных пси-волн, отраженных от монокристаллических структур. В опытах Томпсона [17] интерференционные кольца, образованные электронными волнами, впервые регистрировались на фотопластинке (так же, как и световые или рентгеновские).

Интерференция электронных волн являлась основным эффектом, наблюдаемым в более поздних опытах, направленных на подтверждение волновой механики и проведенных Тартаковским [18], Фабрикантом и др. [19].

Наиболее широко в смысле инженерных приложения фазовые соотношения волновых процессов используются в технике голографии.

В настоящее время этот процесс начал использоваться в электронной микроскопии для получения голограмм на электронных пси-волнах [13,14,15].

Источником когерентной электронной пси-волны, как известно, являются любые устройства, обладающие свойством эмиттировать в вакуум электроны с малым разбросом по скоростям (по импульсам) и имеющие малые физические размеры (точечный источник).

В качестве объекта, голограмму которого необходимо зарегистрировать, в известных ранних опытах [16,18] обычно использовались различные кристаллические структуры. Это связано с тем, что длина электронной волны определяется соотношением де-Бройля $\lambda = h/mv$, где $\hbar = h/2\pi$ - постоянная Планка, m - масса электрона, v - скорость электрона.

При энергии электрона $1 \div 100$ эВ соответствующая длина волны $\lambda = (1,5 \div 0,015) \cdot 10^{-8}$ см, так что для наблюдения интерференционных явлений эффективно применение кристаллов с шагом элементов решетки $\sim 10^{-8}$ см.

В то же время, разработанные в последние годы способы «охлаждения» пучков частиц, позволяющие получать чрезвычайно малые разбросы частиц по скоростям, позволяют технически реализовать пучки с ма-

¹ Но не их производных.

лой полной энергией. Так, для электронов достигнуто их замедление до энергии 10^{-5} эВ, при которой длина волны $\lambda \sim 0,05$ мкм уже близка к длинам волн светового диапазона.

Малая абсолютная длина пси-волны для электронов с энергиями $1 \div 100$ эВ, наиболее легко регистрируемых непосредственно по засветке фотоэмульсии, затрудняет техническую реализацию голографического процесса по сравнению со случаем использования волн светового диапазона.

Для наблюдения и регистрации интерференционной картины от макротел, даже при размерах последних $10 \div 100$ мкм, приходится использовать большие расстояния от объекта до фотопластины или соответствующую электронную оптику, с тем чтобы период пространственных биений был больше элемента разрешающей способности эмульсии [22].

Применение для пси-голографии «холодных» пучков частиц с большой длиной волны и малой энергией ставит вопрос о способе фиксации амплитудного распределения волны в плоскости регистрации - непосредственная засветка, скажем, фотоэмульсии при энергии частиц $< 0,1$ эВ может практически отсутствовать. Определенные трудности могут возникать и при последовательной фиксации голограммы при сканировании приемником электронного пучка.

Для регистрации пси-голограммы на холодных электронах может оказаться целесообразным использование различных методов промежуточного параллельного преобразования интерференционной картины - методов трансформации и усиления изображения, известных в электронной микроскопии, использования усиления «пси-изображения» путем прямого ускорения «холодных» электронов между плоскостью фиксации пси-голограммы и фоторегистратором, методов усиления с использованием прилипания электронов к электроотрицательным молекулам с последующим ускорением этих молекул в электрическом поле и т. п.

Так же, как и в световом, и радиодиапазонах э/м волн, к пси-голографии полностью применимы методы как простейшей голографии интенсивности, когда регистрируется только квадрат амплитуды интерференционной картины, так и методы голографии с опорным пучком, позволяющие регистрировать амплитудно-фазовое распределение пси-поля.

Управление фазовым фронтом пси-волны с помощью электрического и магнитного полей, фактически освоенное в технике электронной микроскопии, позволяет реализовать различные схемы записи голограмм, известные на сегодня применительно к оптическому диапазону (например, формирование опорных пучков с плоским или сферическим фазовым фронтом, падающих на плоскость регистрации голограммы под заданным углом).

Существенное отличие пси-голографии от голографии на электромагнитных волнах следует из явления дисперсии пси-волны при распространении ее в свободном пространстве. Это различие будет проявляться при импульсных методах записи и воспроизведения пси-голограмм, когда используемое излучение нельзя считать монохроматическим. «Расплывание» волновых пакетов (импульсов) в свободном пространстве (вакууме) не имеет места в случае электромагнитных волн и свойственно только пси-волне.

3. Особенности воспроизведения пси-голограмм и принцип неопределенности. Так же, как и в обычной оптической голографии, облучение пси-голограммы когерентной пси-волной (моноэнергетическим потоком волн-частиц), дает возможность получить объемное изображение.

Наибольший интерес применительно к пси-волне (в отличие от оптической голограммы), по-видимому, представляет действительное изображение, обладающее рядом черт реального объекта, зафиксированного на голограмме.

В области пространства, в которой формируется действительное изображение, будет наблюдаться наибольшая концентрация пси-волны, причем локализация отдельных элементов изображения определяется, естественно, только характером пространственного распределения волны, исходящей от плоскости пси-голограммы.

Следует отметить, однако, ряд принципиальных вопросов, возникающих в связи с возможностью синтеза изображения по пси-голограмме.

Во-первых, это возможность самовоздействия полученного действительного изображения и его элементов - пси-волны в общем случае нелинейно взаимодействуют, например, электроны расталкиваются благодаря электрическим силам и рассеиваются на других электронах (в отличие от э/м волн, с высокой точностью подчиняющихся линейным уравнениям).

Далее, действительное пси-изображение, очевидно, может непосредственно взаимодействовать с внешним э/м полем, поскольку в общем случае это изображение представляет вещественную среду с определенным распределением плотности и др. параметров.

Наконец, возможность заданной локализации «квантово-механического» объекта в пространстве при воспроизведении голограммы в широких пределах (независимо от величины импульса длины волны де Бройля) вызывает естественный вопрос о том, не противоречит ли такая возможность известному соотношению неопределенностей Гейзенберга [21,29 и др.].

Остановимся подробнее на этом вопросе.

В последние десятилетия в связи с бурным прогрессом теории и техники радиолокационных измерений в ряде работ, ставших сейчас классическими, рассмотрена общая статистическая теория, принципы и ограничения измерений с использованием волновых процессов. Стало ясным, что в реальных ситуациях, когда волновые процессы (например, э/м поле)

могут иметь определенную и достаточно сложную пространственно-временную модуляцию, потенциальные возможности измерений координат (дальности, скорости, углов и т.д.) целей определяются так называемыми обобщенными принципами неопределенности (см., например, [23, 24], а также [25,26 и др.]).

В частности, в 50-х годах развитие теории широкополосных радиолокационных сигналов показало несостоятельность (применительно к задаче совместного измерения дальности и скорости цели, т.е. временного положения и средней частоты волнового пакета) принципа неопределенностей Гейзенберга.

Оказалось, как справедливо отмечено в [20], что этот принцип отражает не потенциальные возможности измерений реальных физических величин, а лишь некое тривиальное «соотношение протяженностей», характерное для простейшего вида колебания - отрезка синусоиды с прямоугольной, гауссовой или какой-либо близкой к ним огибающей. Иначе говоря, принцип Гейзенберга означает, что если колебание имеет протяженность $\tau \sim T$, то его Фурье-спектр не может быть уже величины $\delta f \sim 1/T$, так что $\tau \cdot \delta f \geq 1$.

До начала 50-х годов в радиолокации широкополосные сигналы не были известны, и ошибочно считалось, что потенциальные возможности совместного измерения дальности и скорости цели (по одному зондирующему сигналу) ограничены приведенным «соотношением протяженностей», т.е., чем длиннее зондирующий сигнал, тем точнее измеряется доплеровское смещение частоты (скорость), но тем хуже измеряется задержка эхо-сигнала (дальность).

В 1953 г. вышла основополагающая работа Вудворда [27], в которой впервые была вскрыта ошибочность подобных представлений. Стало ясно, что ширина спектра сигнала W , а не его протяженность T является параметром, определяющим потенциальную точность измерения координаты дальности (задержки), в то время как независимо от величины W точность измерения доплеровской частоты определяется протяженностью сигнала T .

Современная локационная техника (радары, сонары и т.п.) немыслима без использования широкополосных сигналов с $TW \gg 1$ - частотомодулированных (ЧМ), фазоманипулированных (ФМ) и др. [23,28].

Для таких сигналов справедлив обобщенный принцип неопределенности Вудворда, говорящий о том, что потенциальные возможности измерений определяются видом автокорреляционной функции $\xi(\tau, \omega)$ «волнового пакета» зондирующего сигнала $s(t)$:

$$\xi(\tau, \omega) = (1/E) \int s(t + \frac{\tau}{2}) s^*(t - \frac{\tau}{2}) e^{i\omega t} dt,$$

где E - полная энергия сигнала.

Функция $\xi(\tau, \omega)$ имеет в общем случае наибольшее значение (пик) в начале координат $\tau=0, \omega=0$, причем ширина пика по оси τ составляет

$1/W$, а по оси $\omega \sim 2\pi/T$. Эти интервалы и определяют потенциальные точности измерений в последовательной статистической теории. Собственно же принцип неопределенности Вудворда утверждает, что объем, ограниченный $(\xi)^2$ и плоскостью (τ, ω) , конечен и равен константе, независимо

от вида волнового пакета
$$V = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} [\xi(\tau, \omega)]^2 d\tau d\omega = 1.$$

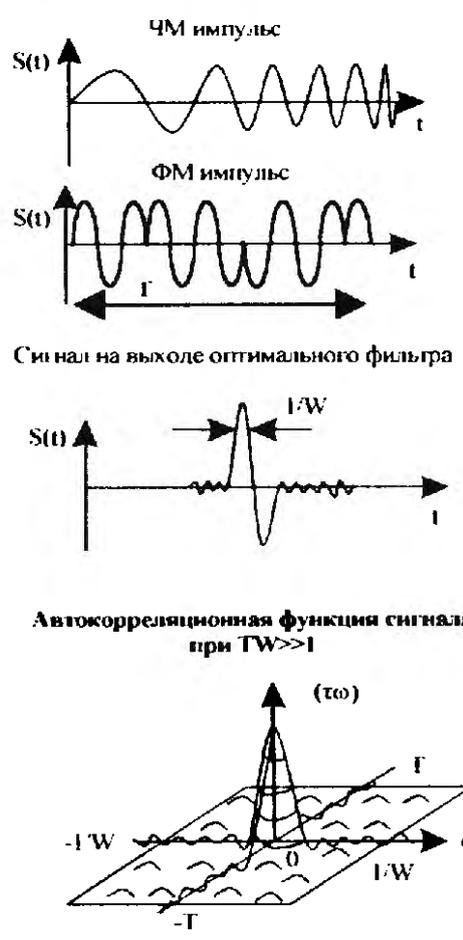


Рис. 1а.

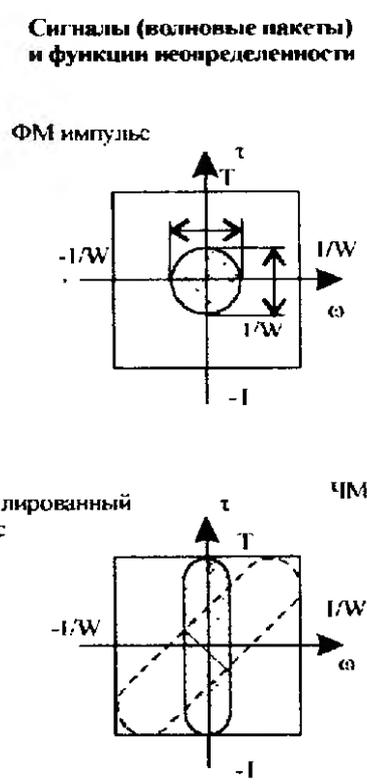


Рис. 1б.

На рис. 1а, 1б показано изображение типичной автокорреляционной функции широкополосного (ФМ) сигнала и для сравнения топографическое изображение этой функции для немодулированного радиоимпульса той же длительности T.

Таким образом, мы видим, что если бы положение волнового пакета по оси τ определялось бы только по его огибающей, то действовало бы «соотношение протяженностей» - увеличение длительности цуга колебаний приводило бы к ухудшению точности измерения этого положения.² Это не так в реальном случае оптимальной обработки широкополосного сигнала. Измерительное устройство (фильтр, коррелятор), используя априорную информацию о виде внутриимпульсной модуляции волнового пакета, осуществляет независимые измерения положения с точностью

² Естественно, что речь идет о статистическом подходе, общепринятом как в волновой (квантовой) механике, так и в современной радиолокации.

$1/W$ и доплеровской частоты с точностью $1/T$, причем расширение спектра сигнала W не ухудшает точность измерения скорости $\sim 1/T$.

Современная статистическая теория измерений параметров волновых процессов в полной мере применима к волновой (квантовой) механике.

При этом следует, естественно, перейти от примитивного понимания сущности измерений в духе Гейзенберга («соотношение протяженностей») к современному представлению ограничений на эти измерения, полученному в результате развития теории статистической радиофизики.

Нельзя не отметить, что в современной литературе по квантовой механике использование принципа Гейзенберга и толкование его как фундаментального соотношения (!) выглядит зачастую курьезно: например, в известном Берклеевском курсе [21] приводятся в качестве иллюстрации рисунки волновых пакетов с внутриимпульсной модуляцией, «для которых точность измерения частоты низка», хотя на рисунке изображен по существу широкополосный сигнал, для которого это утверждение несправедливо!

Почему же квантовая теория отстала от современной радиофизики в вопросе понимания статистических ограничений на точность совместных измерений ряда параметров?

Как мы видим, возможность реализации потенциальной точности измерений определяется двумя факторами:

- формированием волнового пакета с заданным видом модуляции;
- применением измерительного устройства, осуществляющего процедуру оптимальной обработки (в статистической теории радиолокации - это процедура построения апостериорного распределения вероятности наличия цели с теми или иными параметрами дальность-скорость).

Оба перечисленных фактора просто оказались за пределами круга вопросов, изученных в квантовой теории. Так, рассмотрение свойств волновых пакетов (волн де Бройля) обычно ограничивается так называемым квазиклассическим приближением $|\nabla p| \ll \bar{p}^2 / \hbar$ (где p - импульс, ∇ - оператор Гамильтона), или, иначе говоря, случаями, когда мала модуляция фазы пси-волны на расстоянии, соизмеримом с длиной волны $\lambda = \hbar / mv$. Очевидно, что это ограничение по существу эквивалентно исключению из рассмотрения широкополосных пси-волн с заметной частотной модуляцией (не говоря уже о ФМ сигналах).

С другой стороны, измерительный прибор обычно толкуется как примитивное устройство, регистрирующее интенсивность волны в данной области пространства, причем полностью игнорируется очевидная возможность регистрации внутриимпульсных фазовых соотношений (и это несмотря на то, что фазовые соотношения, как это уже отмечалось выше, лежат в основе многих современных макроскопических квантовых приборов!).

Резюмируя изложенное, можно утверждать, что не известно каких-либо фундаментальных физических законов, заставляющих придавать соотношению Гейзенберга смысл «соотношения неопределенностей», определяющего потенциальные возможности измерений. Как и в современной статистической радиофизике, в квантовой теории следует пользоваться обобщенным принципом неопределенности, в частности, принципом Вудворда, адекватно отражающим реальные ограничения на процесс измерения «дополнительных» величин.

Реализация точности измерений положения и импульса квантовомеханического объекта в соответствии с принципом Вудворда требует, конечно, использования в физическом эксперименте грамотно выполненного регистрирующего прибора, который должен реагировать не только на интенсивность пси-волны, но и на фазовые соотношения в «принимаемом» волновом пакете. Однако рассмотрение конкретных способов выполнения таких приборов выходит за рамки данной работы.

Возвращаясь к вопросу воспроизведения пси-волнового изображения, мы видим, что нет противоречия между возможностью заданной локализации этого изображения и какими-либо фундаментальными и проверенными физическими законами.

Проведенный анализ показывает, что использование современного математического аппарата (например, принципа неопределенности Вудворда) применительно к квантовой механике открывает возможности регистрации фазовых соотношений между различными частями изолированной системы $M=A+B+\dots$. Эти части могут быть отрезками волнового пакета со сложным законом фазовой модуляции. Фазовая модуляция этих отдельных отрезков пакета, в соответствии с интегралом Фейнмана, может задаваться внешними условиями, создаваемыми другой изолированной системой - значениями компонент 4-х потенциала в месте расположения системы M .

Отметим еще раз, что мы рассматриваем только модуляцию фазы пси-волны в пространстве, при которой энергия системы M остается постоянной. В соответствии с принципом неопределенности Вудворда для обнаружения такого рода фазовой модуляции необходимо использовать измерительные устройства, осуществляющие оптимальную обработку пси-волны, по аналогии с оптимальной обработкой э/м сигналов в статистической теории радиолокации. Таких устройств применительно к квантовым процессам, насколько нам известно, не разрабатывалось.

В то же время можно предположить, что в биологических системах заложена и используется возможность такого рода обмена информацией.

Биологические объекты удовлетворяют основным требованиям безэнергетической передачи информации, а именно, не только передающая, но и приемная система должна быть активной (то есть для приема информации должна затрачиваться энергия).

Передача информации между биологическими системами тесно связана с функционированием мозга и мышления, применительно к которым интенсивно развивается квантовомеханический и голографический подход.

Если допустить, что носителем информации в явлениях дистанционной связи биологических объектов являются безэнергетические продольные волны 4-х потенциала поля, становятся понятными многие накопленные на сегодня экспериментальные данные биоэнергетики и биоэлектроники, не вписывающиеся в классические теории передачи сообщений путем модуляции э/м волны или потоков частиц.

Литература

1. *Путхоф, Тарг.* Перцептивный канал передачи информации на дальние расстояния.//ТИИРЭ, № 3, 1976.
2. *Авраменко Р.Ф., Грачев Л.П., Николаева В.И.* Описание электромагнитного поля с помощью потенциалов и проблемы передачи информации//Доклад на IV международном симпозиуме по теории информации. Ленинград, 1976.
3. *Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М.* Теория поля. М.: Наука, 1973.
4. *Максвелл Дж.К.* Избранные сочинения по теории электромагнитного поля. М.: ГИТТЛ, 1954.
5. *Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс Л.* Фейнмановские лекции по физике. Т. 6. М.: Мир, 1966.
6. *Jahlevic R.C., Lambe J., Silver A.H., Mercereau J.E.* Quantum interference effects in Josephson tunneling//Phys. Rev. Letters, v. 12, № 7, February, 1964.
7. *Jahlevic R.C., Lambe J., Silver A.H., Mercereau J.E.* Quantum interference from a static vector potential in a field-free region//Phys. Rev. Letters, v. 12, № 11, March, 1964.
8. *Chambers R.G.* Shift of an electron interference pattern by enclosed magnetic flux//Phys Rev., 5, 1960.
9. *Круг К.А.* Основы электротехники. М.: Госэнергоиздат, 1960.
10. *Марков Г.Г.* Антенны, М.: Госэнергоиздат, 1960.
11. *Бриллюэн Л.* Наука и теория информации. М.: Физматгиз, 1960.
12. *Толмен Р.* Относительность, термодинамика и космология. М.: Наука, 1974.
13. *Воробьев Ю.В., Жуков В.А.* Полоконическое освещение и эффект объемности в электронномикроскопическом изображении//Доклад на V Всесоюзной конференции по электронной микроскопии. Ташкент, 1976.
14. *Troyon M., Bonhomme P., Gallion P.* Использование автоэмиссионной электронной пушки в просвечивающем электронном микроскопе для повышения разрешения и однолучевой Фраунгоферовской Голографии//J. microsc. et spectrosc. electron, 1976, 1, № 3. Pp. 517, 518
15. *Huiser A., Drenth A., Ferwerda H.* On phase retrieval in electron microscopy from image and diffraction pattern//Optik, 1976. Pp. 45, 303-316.
16. *Davison C., Kunsman C.H.*//Phys. Rev., 1923.
17. *Tompson J.P.*//Proc. of the Royal Society of London Ser. A, 117, 1928. Pp. 600-609.
18. *Тартаковский П.С.* Экспериментальные основания волновой теории материи. М-Л, 1932.
19. *Сушкин П. Г. и др.*//Доклады АН СССР, 1949, том 66. С. 165.
20. *Вакман Д.Е.* Сложные сигналы и принцип неопределенности в радиолокации. М.: Сов.радио, 1965.
21. *Вихман Э.* Квантовая физика. Берклеевский курс физики. М.: Наука, 1974.
22. *Тригг Дж.* Решающие эксперименты в современной физике. М.: Мир, 1974.
23. *Ширман Я.Д.* Разрешение и сжатие сигналов. М.: Сов.радио, 1974.

24. *Урковитц Г.* Фильтры для детектирования слабых радиолокационных сигналов в мешающих отражениях//Вопросы радиолокационной техники, 1954, № 2.
25. *Бакут П.А., Большаков И.А., Герасимов Б.М., Курикса А.А., Репин В.Г., Тартаковский Г.П., Широков В.В.* Вопросы статистической теории радиолокации. М.: Сов.радио, 1963.
26. *Миддлтон Д.* Введение в статистическую теорию связи. М.: Сов.радио, 1962.
27. *Вудворд Ф.М.* Теория вероятностей и теория информации с применением к радиолокации. М.: Сов.радио, 1955.
28. *Зиберт В.* Общие закономерности обнаружения целей при помощи радиолокации//Вопросы радиолокационной техники, № 5 (41), 1957.
29. *Давыдов А.С.* Квантовая механика. М.: Наука, 1973.

К ВОЛНОВОЙ КОНЦЕПЦИИ БИОЭНЕРГЕТИКИ

Методы рефлекторной диагностики, терапии и реабилитации для совершенствования оздоровительной работы в угольной промышленности/ Сборник статей. М.: НТО-горное Минугольпрома СССР, 1983. Вып. 5. С. 135-138.

1. В настоящее время понятие биологического поля, по существу, еще не определено. Понятие это перенесено в биологию из физики и является удобным средством для описания реально наблюдаемых дистанционных взаимодействий между объектами.

Представляется разумным предположить, что «биологическое поле» может подчиняться тем же общим закономерностям, что и волны электромагнитного поля и волны вещества (волны де Бройля).

Свойства волновых процессов до известной степени являются обратными свойствам корпускулярных объектов. Монохроматическая волна обладает бесконечной протяженностью в пространстве. Поэтому лишено смысла говорить о траектории монохроматической волны. Локализация волнового процесса в пространстве связана с созданием волнового пакета. Размеры волнового пакета тем меньше, чем большее число волн с различными частотами участвует в образовании. Это свойство волновых процессов совершенно не зависит от их физической природы - оно справедливо для упругих, электромагнитных и др. волн. Можно предположить существование этого свойства у «волн» биополя.

Не останавливаясь на вопросе выявления носителя («волны») биополя, можно рассмотреть наиболее общие его свойства и связать эти свойства с конкретными проявлениями биополя у биосистем. В этом случае нельзя отбросить возможность наличия у «кванта биополя» конечной массы, так что соответствующие волновые уравнения должны быть тождественны известным уравнениям квантовой (волновой) механики.

Амплитуду этого волнового поля, зависящую от координат и времени, определим, как и в классической квантовой механике, $\psi(x,y,z,t)$. Всякий волновой процесс в реальном пространстве характеризуется совокупностью 3-х переменных координат и времен. Так, волновая функция является комплексной величиной. Волновая функция частицы в произвольном состоянии может быть определена как суперпозиция волновых функций, отвечающих состояниям с определенным значением импульса \bar{p} .

Для упрощенного случая одномерного движения волнового пакета $\psi(z,t)$ в однородной среде можно написать

$$\psi(z,t) = \int_{-\infty}^{\infty} a(k) \exp\{2\pi i[k(z + z_0) - vt]\} dk, \quad (1)$$

где $a(k)$ - некоторая произвольная комплексная функция, описывающая распределение амплитуд и фаз парциальных волн, k - волновое число, z - текущая координата, v - частота (для нерелятивистской теории, где $v = \hbar k^2 / (2m)$, \hbar - постоянная Планка, m - масса частицы), z_0 - начальное смещение волнового пакета вдоль оси.

Выбираем $a(k)$ таким образом, что в момент $t=0$ амплитуда функции $\psi(z,t)$ соответствует функции Гаусса. Тогда в начальный момент времени ($t=0$) волновой пакет, находящийся вблизи точки $z = -z_0$, имеет вид (1). Он характеризуется волновым числом k_0 и шириной 2σ .

Волновой пакет в некоторый последующий момент времени может быть определен в общем случае [1]

$$\psi = c \left[1 + \frac{iv_0'' t}{\pi\sigma^2} \right]^{-1/2} \exp \left\{ 2\pi i [k_0(z + z_0) - v_0 t] - \frac{[v_0' t - (z + z_0)]^2}{\sigma^2 + iv_0'' t / \hbar} \right\},$$

где v_0', v_0'' - значения производных v по k при $k = k_0$.

В нашем случае мы рассматриваем пакет, спектр которого симметричен относительно частоты $v=0$. В отличие от традиционной постановки вопроса (когда пакет соответствует частице, перемещающейся с групповой скоростью $v = dv/dk$), нас интересует решение для волнового пакета, в начальный момент времени покоящегося около точки $z = -z_0$. При этом групповая скорость волн пакета $dv/dk = 0$.

Однако пакет со временем расплывается. При больших значениях t ширина волнового пакета будет $2v_0'' t / \pi\sigma$. Отсюда следует, что скорость,

с которой увеличиваются его размеры равна, $\frac{d^2 v}{dk^2} \frac{2}{\pi\sigma}$.

Подчеркнем отличия волнового пакета, образованного из волн де Бройля ($m \neq 0$), от волн пакетов электромагнитных волн (масса покоя фотона равна нулю):

- пакет может быть неподвижным в пространстве;
- пакет может существовать достаточно большое время, почти не распадаясь;
- пакет может возникать не только в месте расположения генераторов парциальных волн, но и вне его, на расстоянии, определяемом фазовым распределением парциальных волн.

II. Рассмотренные закономерности позволяют провести определенные сопоставления между свойствами волнового пакета массового поля ($m \neq 0$), удовлетворяющего уравнениям квантовой механики, и реально наблюдаемыми характеристиками биосистем.*

1. Волновые пакеты (стоячие волны биополя) могут существовать как внутри, так и вне биосистемы, которой они принадлежат.

* Возможно, не только для биосистем.

2. Пространственная волновая структура этих стоячих волн должна определяться геометрической структурой биосистемы (формой тела, органов, их взаимным расположением и т.д.), причем основным фактором, управляющим пространственной структурой поля, является исходная фазовая модуляция (распределение фаз между парциальными волнами, суперпозиция которых образует волновой пакет).

3. Время существования τ волновых пакетов с данной геометрией и локализацией определяется характерной массой m носителя поля и квадратом исходного размера d волнового пакета. Так, для $m=m_e$ (массы электрона) и $d \sim 1$ м имеем $\tau \sim 3200$ с. Для $m=10^{-15}$ г и $d=1.5 \cdot 10^{-2}$ см (масса и линейный размер нити ДНК мыши) имеем $\tau \sim 2$ года.

4. В соответствии с общими принципами квантовой механики можно предположить, что для сохранения структуры волнового пакета необходима его периодическая редукция, с периодом, меньшим характерного собственного времени расплывания пакета.

5. Активные зоны и точки (точки акупунктуры) можно сопоставить пучностям пространственной волновой структуры массового поля, свойственным данной биосистеме.

Изложенные представления могут служить основой для дальнейшей разработки теории биоэнергетики и ряда практических рекомендаций.

Авторы благодарны В.Г.Никифорову за стимулирующие обсуждения ряда затронутых в работе вопросов.

Литература

1. Мотт Н., Месси Г. Теория атомных столкновений/Пер. с англ. М.: Мир, 1951. 448 с.

ПРОЦЕДУРА ИЗМЕРЕНИЙ И ПОНЯТИЯ ДЛИНЫ И ОДНОВРЕМЕННОСТИ

Рукопись, 1990.

1.1. Прогресс науки, по-видимому, неизбежно сопровождается, процессом достаточно долговременной фиксации ряда ошибочных положений, выдаваемых как аксиомы, отвечающие реальности, в то время как эти аксиоматические утверждения фактически никогда убедительно не проверялись ни экспериментально, ни логически - в отношении непротиворечивости этих аксиом другим, более глубинным и более общим и важным для методологии познания утверждениям и законам.

1.2. Уилер [1] во многом справедливо отметил, что прогресс в понимании квантовых закономерностей реального мира фактически поколебал устойчивость абсолютно всех ранее казавшихся незыблемыми физических законов, поскольку основной постулат квантово-волновой картины мира, подтвержденный всей совокупностью экспериментов, говорит о прямой зависимости реальности от воли наблюдателя. Это обстоятельство, конечно, усложняет процесс познания.

И все же для более детального понимания устройства законов Природы, полезен текущий набор стабильных инструментов познания со шкалой приоритетности их использования (или игнорирования в тех или иных ситуациях):

- понятие пространства;
- понятие времени;
- изотропность пространства, однородность времени;
- понятие симметрии;
- законы сохранения энергии-импульса;
- законы сохранения зарядов (электрического, барионного, лептонного и т.п.);
- понятие полей.

1.3. Следует подчеркнуть известный факт логической ограниченности человеческого понятийного (в т.ч. семантического) аппарата. Это, прежде всего, относится к фундаментальным понятиям пространства и времени. Нельзя забывать, что эти понятия есть лишь попытка «арифметизировать» (Блохинцев, [2]) события окружающего мира. Строго говоря, пространство и время есть всего лишь некие методологические соглашения группы исследователей, решивших изучать (систематизировать) мир за пределами мыслящего мозга.

1.4. Наконец, напомним, что понятия пространства, времени, поля и др. бессмысленны без указания средств и процедуры измерения, т.е. линеек, часов, пробных тел и правил пользования этими материальными объектами (в том числе и сложными измерительными приборами).

1.5. С учетом ограничений, изложенных выше, представляется все же не бессмысленным внести ясность в ряд детерминистических представлений, послуживших основой для концепции релятивизма.

2.1 Можем ли мы измерить (арифметизировать) какие-либо свойства пространства «П» и времени «В», временно став на точку зрения, что «П-В» является физическим объектом?

В первую очередь для этого необходимы адекватные измерительные средства и эталоны.

Что на сегодня является эталоном длины? - Это некое количество длин волн света, излученного атомом такого-то вещества, взятого за основу группой ученых, занятых эталоном «П».

Что является эталоном времени? - Это некое количество электромагнитных пульсаций (колебаний) атома такого-то вещества, взятого для этих целей другой группой ученых, занятых проблемой эталона «В».

Непредубежденный наблюдатель легко заметит, что, таким образом, у нас нет независимых эталонов «П» и «В», а есть лишь единые «линейко-часы» («ЛЧ») которые в принципе не могут дать нам какую-либо информацию о возможной связи «П» и «В».

Анализ опыта Майкельсона с этих позиций показывает его полную бессмысленность. Перефразируя Эйнштейна: «Бог не занимается воровством», - количество стоячих волн света в пространстве между материальными частями установки не зависит от ориентировки осей установки в пространстве, поскольку длина плеча установки по определению есть заданное количество длин волн света.

По-видимому, единственное, что мы можем сделать, это сравнить поведение в данных ситуациях различных «линейкочасов», построенных на различных взаимодействиях:

- электромагнитные «ЛЧ»;
- гравитационные «ЛЧ» (например, система Земля-Луна дает базовую длину - расстояние до Луны и базовое время - период обращения);
- ядерные «ЛЧ» и др.

Различное поведение подобных «ЛЧ» могло бы нести некоторую дополнительную информацию об устройстве Природы, в отличие от опыта Майкельсона.

2.2. Как ведут себя эталоны «ЛЧ» при взаимном движении?

При сравнении двух эталонов следует иметь в виду, что эталон, приведенный в движение (или просто передвинутый в другую точку пространства) может обратимо изменить свои свойства по сравнению с оставшимся в покое эталоном. В этих условиях мы должны ставить эксперименты по сопоставлению показаний «ЛЧ» исходя из наиболее общих критериев (законов), вызывающих у нас наибольшее доверие, прежде всего интегральных законов сохранения и принципов симметрии.

Классический пример (Меллер, Эйнштейн [3] и др.) сопоставления длин окружностей и радиусов двух дисков, один из которых вращается, является удобным объектом для понимания свойств реальности:

- при заданной окружной скорости v ускорение на ободу диска можно устремить к 0, увеличивая радиус диска (корректный предельный переход к «инерциальной системе»);

- при реализации любой процедуры измерений (сопоставления показаний локальных «ЛЧ» на подвижном и неподвижном дисках) имеется возможность использовать центр симметрии для размещения базового эталона «Ч», испускающего сферическую (цилиндрическую) волну, обеспечивающую абсолютную синхронизацию локальных «ЛЧ» на окружность;

- всегда имеется возможность убедиться, что Природа («Бог») не занимается воровством: число элементарных материальных отрезков, уложенных вдоль окружности, т.е. образующих эту окружность¹, касаясь концами друг друга, является константой, вне зависимости от линейной скорости того или иного отрезка.

2.3. Итак, анализ простого мысленного эксперимента показывает, что логически не противоречивы только следующие положения:

- длина отрезка «Л» не зависит от скорости (т.к. число отрезков инвариант);

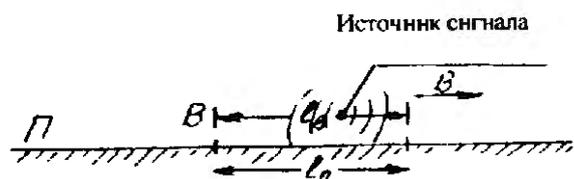
- одновременность событий не зависит от скорости (абсолютное понятие);

- темп протекания процессов (поведение «Ч» на ободу вращающегося диска) может зависеть от скорости линейного движения (в том числе в касательной системе координат).

Иначе говоря, более приоритетные законы симметрии и понятия инвариантности числа показывают несостоятельность концепции релятивистского мира Минковского, не противореча известному явлению замедления хода часов при движении.

3. Для пояснения механизма возникновения и фиксации серьезных научных заблуждений критически проанализируем процедуру измерений, предложенную Эйнштейном и другими для вывода связи между пространственно-временными координатами в инерциальных системах.

Источник электромагнитной волны (света) излучает импульс, момент прихода которого регистрируется наблюдателями в двух материальных, взаимно движущихся системах (неподвижная «платформа» П и «вагон» В). В состоянии покоя длина вагона l_0



¹ Трудно предложить другое понятие окружности, кроме как геометрическое место точек (отрезков), равноудаленных от центра симметрии и образованных материальными «арифметизируемыми» объектами.

и платформы I_n равны.

В момент t источник сигнала излучает импульс, время прихода его фиксируется на краях «вагона» и «платформы». Из постулата постоянства скорости света с следует, по мнению релятивистов, различие в длинах I_n и I_p при относительном движении и относительность понятия одновременности.

Увы, релятивисты забыли про существование теории информации и о свойствах любых мыслимых сигналов: в точках приема сигналов есть возможность регистрации не только момента прихода импульса, но и доплеровского смещения частоты сигнала. Строго говоря, в соответствии с принципом неопределенности Вудворда [4]² всегда есть возможность, при заданной точности измерения времени прихода сигнала, с любой необходимой точностью измерить скорость движения относительно источника сигнала.

Таким образом, в реальном мире (а не в мире релятивистских иллюзий) наблюдатель всегда располагает информацией, позволяющей осуществить селекцию движения источника сигнала и получить абсолютные, инвариантные, от скорости, значения длины при обычном, абсолютном понятии одновременности.

Заблуждение релятивистов возникло, таким образом, из неявного допущения о неполноценности (безграмотности) наблюдателя.

Подобные заблуждения, по-видимому, характерны для личности Эйнштейна, как это видно из известных дискуссий его с основоположниками квантовой теории [8], [9], [10].

Литература

1. Уилер Дж. Квант и Вселенная/ Астрофизика, кванты и теория относительности. М.: Мир, 1982.
2. Блохинцев Д.И. Основы квантовой механики. М.: Наука, 1983.
3. Эйнштейн А. Собрание научных трудов. Т.3. М.: Наука, 1966.
4. Вудворд Ф.М. Теория вероятности и теория информации с применением к радиолокации. М.: Сов.радио, 1955.
5. Авраменко Р.Ф., Николаева В.И. К волновой концепции биоэнергетики/ Методы рефлекторной диагностики, терапии и реабилитации для совершенствования оздоровительной работы в угольной промышленности. Вып.5. М.: НТО-горное Минугольпрома СССР. 1983.
6. Авраменко Р.Ф., Мировицкий Д.И., Николаева В.И. Некоторые аспекты реализации голографического процесса с использованием волновых свойств вещества/ Вопросы миниатюризации голографической аппаратуры. М.: МИРЭА, 1980.
7. Авраменко Р.Ф., Николаева В.И. Квантовая энергия электронного Бозе-конденсата в окружающей среде. М.: Химия, 1991. 32с.
8. Aspect A. // Phys. Rev., 1976, v.D14. P.1944.
9. Вижье Ж.П. Доклад о парадоксе Эйнштейна-Подольского-Розена/ Проблемы физики: классика и современность. М.: Мир, 1982.
10. Шимони А. Реальность квантового мира// Scientific American, 1988, №3.

² В отличие от оказавшегося ошибочным принципа неопределенности Гейзенберга [5-7].

О ВОЗМОЖНОСТИ КВАНТОМЕХАНИЧЕСКОЙ ИНТЕРПРЕТАЦИИ НЕКОТОРЫХ МЕТЕОРНЫХ ЯВЛЕНИЙ

Аномалия/Научно-информационный вестник ИТАР-ТАСС и Ассоциации «Экология непознанного». №3-92(16), 1992.

Некоторые метеорные явления пока не нашли себе однозначного объяснения. К ним относятся, например, эффекты, сопровождающие полет электрофонных болидов, размеры «воздушных подушек» метеорных тел, особенности падения Сихотэ-Алинского метеорита, природа Тунгусского взрыва и ряд других. В предлагаемой вниманию читателя статье предпринята попытка истолковать некоторые метеорные явления, как следствие выделения квантомеханической энергии.

Характерно, что при сопоставительном анализе метеорных явлений - болидов и таких атмосферных явлений, как шаровые молнии, выявляется, отсутствие в публикациях непротиворечивых физических разграничений между ними [1],[9], анализа причин корреляции гроз и падения метеоритов на поверхность Земли, не говоря уже о рассмотрении вытекающей из этой корреляции возможности существования единой базовой физической природы основных черт наблюдаемых явлений.

Даже для такого достаточно подробно описанного явления, как падение Сихотэ-Алинского метеорита, по-видимому, нет анализа вопроса, как устранить разительное противоречие между большими размерами яркого огненного шара, сопровождавшего полет тела (диаметр 600 м!) и хорошо изученным малым поперечником головной части ударной волны от тела с диаметром <3 м, двигавшемся в атмосфере со скоростью ~15 км/с.

Специфические проявления Тунгусского взрыва (локальный, но в то же время неядерный характер, перемагничивание пород, ожог веток деревьев, электрические явления и т.п.) также заставляет искать возможность непротиворечивого объяснения совокупности фактов с привлечением современных физических представлений, включая понятие о квантомеханической энергии. Квантомеханический потенциал, описывающий взаимодействие материальных частиц, даже разделенных любыми мысленными расстояниями, является прямым и неизбежным следствием проверенных практикой волновых уравнений Шредингера, Клейна-Гордона-Фока, Дирака, и других.

Так, в известном курсе физики Р.Фейнмана [2] проводится анализ уравнения Шредингера для обычной комплексной записи Ψ -волны де-Бройля $\Psi = \sqrt{\rho} \cdot e^{i\Theta}$ ($\sqrt{\rho}$ - амплитуда, Θ - фаза волновой функции). При этом выделенное уравнение для баланса фазы Θ говорит о сохранении полной энергии частицы, имеющей массу m и заряд q , находящейся в поле с электрическим потенциалом ϕ :

$$\hbar \frac{\partial \Theta}{\partial t} = -(mv^2/2) + q\phi - (\hbar^2/2m) \left\{ (1/\sqrt{\rho}) \nabla^2 (\sqrt{\rho}) \right\}, \quad (1)$$

где $\hbar = h/2\pi$ - постоянная Планка, v - скорость частицы, ∇^2 - оператор пространственного дифференцирования.

Р. Фейнман называет последний член в (1) квантовомеханической энергией. Этот член тем больше, чем сильнее изменяется в пространстве амплитуда Ψ -волны.

В свою очередь сила F , действующая на материальную частицу, по Р.Фейнману [2] описывается выражением:

$$\vec{F} = q(\vec{E} + \vec{V} \times \vec{B}) - \nabla(\hbar^2/2) \left((1/\sqrt{\rho}) \nabla^2 \sqrt{\rho} \right), \quad (2)$$

где \vec{E}, \vec{B} - напряженность электрического и магнитного поля.

Последний член этого уравнения есть добавочная квантовомеханическая сила.

Существование квантовомеханического потенциала (КМП) как следствия базовых квантовых (волновых) представлений вызвало, как известно, бурную реакцию Эйнштейна и полемику вокруг так называемого парадокса Эйнштейна-Подольского-Розена, которая не затихает и в наши дни [3], [12], [15] и др.

Следует отметить, что как в работах Эйнштейна, так и в теоретических и экспериментальных исследованиях последних лет [3], [12], [14], [15], вновь и вновь подтверждающих реальность КМП, дискуссия сосредоточилась, в основном, на информационном аспекте КМП: описываемое им дальное действие разнесенных систем происходит мгновенно (естественно, такое взаимодействие и наблюдают экспериментаторы [15], [28], зачастую упорно и безуспешно стремящиеся заметить хоть какое-либо отклонение от предписания квантовой теории).

Применительно к теме данной работы нас будет интересовать энергетический аспект КМП.

Прежде всего оценим, какой, в принципе, вклад в баланс энергии частицы может дать специфическая квантовая энергия (КЭ).

Для Тунгусского феномена, болидов, шаровых молний характерны плазменные проявления. Известно, что в пределах дебаевского радиуса в плазме электронные Ψ -волны взаимодействуют с ионами в соответствии с моделью сферической «кулоновской ямы».

Вычислив величину КЭ из (1) при условии модуляции Ψ -волны электрона сферическим кулоновским потенциалом, получим:

$$W_{КЭ} = e^2 mc / \hbar^1 \quad (3)$$

¹ Простейшая комбинация из 4х мировых констант. Это же значение $W_{КЭ}$, можно получить из самых общих физических представлений, связанных с разумными граничными условиями для Ψ -волновых пакетов и калибровкой векторного магнитного потенциала.

Численное значение квантовой энергии частицы (электрона) составляет, таким образом, $W_{кэ} = 3,73$ кэВ/на частицу.

Напомним, что энергия химической связи не превышает 1 эВ, так что вклад от $W_{кэ}$ в 3730 раз может превышать химическую энергию связи (он в $1/\alpha=137$ раз меньше ядерной энергии $W_{я} = mc^2$).

Таким образом, $W_{кэ}$ количественно может объяснить энергосодержание шаровых молний и объектов, взрывающихся в комплексе Тунгусского феномена.

Как представить себе объект, для которого основное (исходное) содержание составляет $W_{кэ}$? Согласно (1), очевидно, необходимо, чтобы у такого объекта была достаточно малая кинетическая энергия $mv^2/2$ и электрическая qф. Этим условиям удовлетворяет, например, так называемый, «холодный электрон», для которого длина волны де Бройля во много раз превышает размеры физической лаборатории, внутри которой мы производим эксперименты с электроном.

Подобные объекты обладают весьма непривычными свойствами, вытекающими из базовых квантовомеханических представлений. Так, пока их не «стянули» в прибор обнаружения локальной лабораторной установки объемом $V_{л}$, окружающий лабораторию электрон (исходная волновая функция электрона занимает объем $V_{э} \gg V_{л}$) не проявляет для наблюдателя в лаборатории обнаружимого собственного электрического поля.²

Коллектив таких частиц может обладать свойствами Бозе-конденсата и взаимодействовать с лабораторной установкой как единый объект, невзирая на большую протяженность этого объекта.

Анализ свойств подобных объектов требует, естественно, использования современного математического аппарата, в частности, использования разработанного в 50-х годах более общего принципа неопределенности Вудворда [6], [7] вместо оказавшегося некорректным соотношения Гейзенберга [4], [8], [17], [13].

Итак, «холодные» квантовые объекты с высоким удельным энергосодержанием могут существовать и даже образовывать некий глобальный или даже космический фон [5], не проявляя себя до тех пор, пока их волновые функции примерно однородно заполняют окружающую «лабораторию» пространство.

Чтобы обнаружить энергетическое проявление частиц этого фона, необходимо, в соответствии с законами квантовой механики, прежде всего увеличить амплитуду волновых функций этих объектов в заданной об-

² Вспомним классический опыт по дифракции электронной волны на двух щелях: через щели проходит и интерферирует волновая функция, а электрон как частица проявляет себя при попадании на экран (датчик), размещенный за щелями.

ласти пространства (стянуть Ψ -волну в заданное место лабораторной установки и т.п.), а затем обеспечить в этой области условия для «редукции волнового пакета» («материализации» частицы).

С учетом сделанного выше замечания о ненаблюдаемости электрического поля «размазанных» частиц фона, можно сделать заключение о том, что физически эффективными и реализуемыми путями перераспределения амплитуды Ψ -волны является прежде всего использование: а) гравитационного; б) магнитного (спинового) взаимодействия.

Поскольку для простоты в формулах (1), (2), (3) опущены спиновые члены, напомним, что спиновые магнитные моменты частиц, в отличие от лабораторных макромагнитов, могут равноправно концентрироваться как в области сильного, так и в области слабого магнитного поля (см. основополагающие опыты Штерна-Герлаха и др. [26])

Изложенного, в основном, достаточно, чтобы представить себе общие контуры главных метеорных явлений.

Вход тела в атмосферу с космическими скоростями не только сопровождается возникновением ударной волны, но и генерацией так называемого токового предвестника [11], занимающего объем среды (атмосферы) во много раз превышающий объем тела,³ причем решающим фактором для развития предвестника является наличие затравочной ионизации среды.

Магнитные поля этого предвестника создают вблизи лобовой точки тела область с наибольшим значением магнитного поля и его градиента. В этой области может происходить возрастание амплитуды волновых функций фона «холодных» частиц, с соответствующей концентрацией свойственной им квантовомеханической энергии. Перед телом движется область с измененным состоянием среды, характеризующимся высоким потенциальным энергосодержанием.

Наблюдатель при этом регистрирует возникновение яркого болида (плазменного образования, как продукта частичного распада этого состояния) с областью свечения, в сотни раз превышающей по диаметру поперечник головной ударной волны и слоя горячей плазмы между этой волной и поверхностью тела.

Поскольку на концентрацию $W_{кэ}$ затрачивается кинетическая энергия тела, оно может эффективно тормозиться (т.е. передавать импульс большому объему окружающей среды) за счет нелокальности КМП. Наблюдатель видит торможение, а затем падение с малой скоростью огненного шара и находит на поверхности почвы теплый метеорит, не давав-

³ Детальный анализ показывает, что в развитии концепции предвестника, изложенной в [11], необходимо учесть роль конвекционных токов, возникающих из-за наличия объемного заряда в элементах среды, а также зависимость длины волны де Бройля от векторного потенциала магнитного поля конвекционного тока.

ший ожидаемых при вхождении в почву тел с данной массой и ожидаемой сверхзвуковой скоростью явлений (глубоких каверн, кратеров и т.п.).

Получают объяснения явления уноса грунта, вырывания деревьев и т.п., поскольку область с высокой концентрацией может проявить себя как своеобразные «электрические консервы», при вскрытии которых (редукции волнового пакета) возникают многочисленные реальные, «привычные» электроны с реальным кулоновским зарядом и, в сумме, мощным электрическим полем.

Если масштаб явлений велик, материализуемый электрический заряд может достигать величин, вытекающих из оценочной формулы для энергии заряженного шара (полагая, что основная часть $W_{КЭ}$ перешла в электрическую энергию): $Q_{\Sigma}^2 / 2r = W_{КЭ}; Q_{\Sigma} = \sqrt{2rW_{КЭ}}$, где r - характерный радиус области пространства, в которой сконцентрирована $W_{КЭ}$.

Квантовая теория волновых пакетов дает оценочную формулу среднего времени жизни τ «свободных» областей концентрации $W_{КЭ}$, (электронных Ψ -волн) в зависимости от поперечника этих областей $\tau = d^2 / \pi n$, $n = 1, 2, 3, \dots$ номер моды колебаний Ψ -волны (τ в сек., если d в см.) Эта формула справедлива и для шаровых молний.

Импульсный электрический ток, возникающий при разрядах в цепи «область концентрации $W_{КЭ}$ -земля», своим магнитным полем может вызвать перемагничивание пород вблизи эпицентра и ряд ионосферных возмущений.

Естественно, поскольку квантовая энергия не связана с ядерным распадом, не следует ожидать обнаружения сколь-нибудь значительной радиоактивности (сверх той, которая возникает при разрядах молний).

Ожог деревьев и мхов может объясняться совокупным действием как светового излучения, высвечиваемого из огненного (плазменного) шара (оценки в этом случае, естественно совпадают с [16] и другими), так и прямым воздействием плазменного образования и его фрагментов с высокой концентрацией $W_{КЭ}$ на объекты. При этом картина может соответствовать не только правилам «геометрической оптики», но и наблюдаться ожог вершин деревьев, сучьев, хвои и т.п., на которых проявлялась наибольшая напряженность возникающего электрического поля и возникали электрические коронные разряды.⁴

В связи с перечисленным необходимо отметить и весьма высокую частоту развития движущихся «на носу» самолета шаровых молний при полетах современных самолетов [27], механизм образования которых

⁴ При анализе эффектов, связанных с ударной волной, генерируемой движущимся телом, необходимо учитывать обнаруженные в исследованиях последних лет явления диссипации этих волн в ионизированной среде [18], [19], [20], [21], [22].

идентичен механизму генерации собственно «болидов», отличаясь только меньшей энергетикой.

Электрофонные проявления болидов описаны в монографии И.О.Астаповича [23], статье В.С.Гребенникова [24] и других источниках. Явления, сопровождающие их полет, можно объяснить, если учесть то обстоятельство, что концентрация волновых функций частиц фона около летящего тела означает, в силу известных законов сохранения, протекание в окружающей среде радиальных электрических токов, направленных к области концентрации.

Часть этих токов, проходя через поверхность Земли и расположенные на ней предметы, приводят к появлению на них значительных меняющихся во времени электрических зарядов, протеканию токов по проводам и т.д.

Естественно, что поскольку скорость распространения электрических возмущений равна скорости света, наблюдатели регистрируют шумы, электромеханические явления, искрение проводов и т.п. раньше, чем к ним приходит звуковая волна от летящего тела.

В монографии Е.Л.Кринова [10], [25] описан случай (стр.63), когда монтер Евтеев В.И. во время полета Сихотэ-Алинского метеорита ощутил на телефонном столбе резкий электрический толчок от проводов, хотя линия была выключена.

Таким образом, привлечение КМЭ к объяснению метеорных явлений имеет смысл. С этих позиций авторы предполагают более подробно рассмотреть и Тунгусский феномен.

Литература

1. Сингер. Природа шаровой молнии. М.: Мир. 1973.
2. Фейнман Р., Лейтон Р., Сендс М. Фейнмановские лекции по физике. Т.9. М.: Мир. 1967.
3. Вижье Жан-Пьер. Доклад о парадоксе Эйнштейна-Подольского-Розена/Проблемы физики: классика и современность. М.: Мир, 1982.
4. Авраменко Р.Ф., Николаева В.И. К волновой концепции биоэнергетики/Методы рефлекторной диагностики, терапии и реабилитации для совершенствования оздоровительной работы в угольной промышленности. Вып. 5. М.: НТО-горное Минугольпрома СССР. 1983.
5. Авраменко Р.Ф., Николаева В.И. Голографические свойства гиперсферы/Межвузовский сборник научных трудов «Проблемы голографии». Вып.6. М.: МИРЭА. 1975.
6. Авраменко Р.Ф., Мировицкий Д.И., Николаева В.И. Некоторые аспекты реализации голографического процесса с использованием волновых свойств вещества/Межвузовский сборник научных трудов «Средства миниатюризации голографической аппаратуры». М.: МИРЭА, 1980.
7. Авраменко Р.Ф., Грачев Л.П., Николаева В.И. Описание электромагнитного поля с помощью потенциала и проблемы передачи информации/IV международный симпозиум по теории информации. М-Л.1976.
8. Авраменко Р.Ф., Николаева В.И., Пушкин В.Н. К вопросу об информационном взаимодействии изолированных систем без передачи энергии/Вопросы психофизиологии, психогигиены, социологии труда в угольной промышленности и психоэнергетики. М.: НТО-горное, 1980.
9. Имянитов И., Тихий Д. За гранью законов науки. М.: Атомиздат, 1980.

10. *Кринов В.Л.* Вестники вселенной. М.: ГИ географической литературы. 1963.
11. *Авраменко Р.Ф., Аскаръян Г.А.* Генерация тока быстрыми макрочастицами и болидами. Токовый предвестник быстро летящих тел в плазме//Письма в ЖТФ, том 8, вып. 20, 26 октября 1982.
12. *Уилер Дж.* Квант и вселенная/Астрофизика. кванты и теория относительности. М.: Мир, 1982.
13. *Авраменко Р.Ф., Грачев Л.П., Николаева В.И.* Проблемы современной электродинамики и биоэнергетика/Электропунктура и проблемы информационно-энергетической регуляции деятельности человека. М.: ЦНИИЭНТИ Мннугольпрома. 1976.
14. *Kaschluhn F.* Korrelationszustande und Statistisches Gesetz in der Quantenmechanik/Preprint PHE, 76-6. 1976.
15. *Aspect A.*//Phys. Letters, 1975, v. A54, p.117.
16. *Золотов А.В.* Проблемы Тунгусской катастрофы 1906 года. Минск: Наука и техника, 1969.
17. *Авраменко Р.Ф., Балубова Д.В., Николаева В.И., Пушкин В.Н.* Информационная энергетика и гипотеза волновой психофизики/Электропунктура и проблемы информационно-энергетической регуляции деятельности человека. М., ЦНИИЭНТИ Мннугольпрома. 1976г.
18. *Авраменко Р.Ф., Рухадзе А.А., Теселкин С.Ф.* О структуре ударной волны в слабоионизированной плазме//Письма в ЖЭТФ, том 34, вып.9, 1981. С.485
19. *Климов А.И., Коблов А.Н., Мишин Г.И., Серов Ю.Л., Явор И.П.* Распространение ударных волн в плазме тлеющего разряда//Письма в ЖТФ, том 8, вып.7, 1982. С.439.
20. *Климов А.И., Коблов А.Н., Мишин Г.И., Ходатаев К.В., Явор И.П.* Распространение ударных волн в распадающейся плазме//Письма в ЖТФ, том 8, вып.9, 1982. С.551.
21. *Горшков В.Г., Климов А.И., Коблов А.Н., Мишин Г.И., Ходатаев К.В., Явор И.П.* Распространение ударных волн в плазме тлеющего разряда при наличии магнитного поля//ЖТФ, вып.3, 1984. С.995.
22. *Бархударов Э.И., Березовский В.Р., Мдивнишвили И.О., Тактакишвили И.И., Цинцадзе Н.Л., Челидзе Т.Я.* Взаимодействие ударной волны с распадающейся плазмой лазерной искры в воздухе/Препринт ФП-20. Тбилиси: Институт физики АН Грузинской ССР, 1983.
23. *Астапович И.С.* Метеорные явления в атмосфере Земли. М.: Физматгиз, 1958.
24. *Гребенников В.С.* Электрофонные болиды Сибирн. Урала и Дальнего Востока/Метеорные исследования в Сибири. М.: Наука, 1984.
25. *Кринов В.Л.* Железный дождь. М.: Наука, 1981.
26. *Спроул Р.* Современная физика. М.: ГИФМЛ, 1961.
27. *Баранов А.М., Солоник С.В.* Авиационная метеорология. Ленинград: Гидрометеиздат, 1981.
28. *Aspect A.*//Phys. Rev, 1976, v D4. P.1944.

ЭФФЕКТЫ ПИРАМИД С ПОЗИЦИЙ КВАНТОВОЙ ФИЗИКИ

Тезисы, 1998 г.

1. Пирамида как ориентированный в пространстве физический прибор, сделанный из диамагнитного материала (известняк, стеклопластик), благодаря своей конфигурации, в соответствии с квантовой физикой, вносит значительные изменения в естественный фон (структуру и плотность) квантовых состояний традиционных объектов физики - волновых функций электронов, нулевых колебаний вакуума, и тем самым в структуру, физические и химические свойства вещества и состояние биообъектов.

2. Ряд наблюдаемых внутри пирамиды (в нижнем ярусе) явлений близок к подобным явлениям в так называемых «сакральных местах» («витогенных зонах»), к которым привязаны места сооружений древних храмов, христианских церквей. Это обстоятельство подтверждено прямыми измерениями в пирамидах и ряде церквей с помощью датчика так называемого квантового потенциала, известного физике с 20-х годов.

3. Сравнительный анализ воздействия пирамид, сакральных мест, хэнджей говорит о возможностях достижения «положительных» и «отрицательных» эффектов, в т.ч. благоприятных и неблагоприятных для человека (аналогия - живая и мёртвая вода и их комбинации). Теория подсказывает, что благоприятные зоны находятся у основания пирамиды, в то время как на высотах более 2-6 м от уровня Земли может возникать чрезвычайно опасная область пространства. Теория объясняет, зачем строились и как «настраивались» египетские пирамиды (дематериализация мумий) и зачем строились хэнджи (долголетие, лечение всех болезней).

4. Необходим сравнительный анализ данных о земных пирамидах на Луне и Марсе.

5. Пирамидология как наука (а не декларативное описание древнего наследия) начинает своё становление благодаря удивительному энтузиазму и энергии А.Е.Голода. Внести позитивный вклад в эту науку - долг каждого учёного-естествоиспытателя.

ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ И БИО-ЭНЕРГЕТИКА

Электропунктура и проблемы информационно-энергетической регуляции деятельности человека/ Сборник статей. М.: ЦНИИЭНТИ Минугольпрома СССР, 1976. С.186-214.

Построение теории механизмов аку- и электропунктуры связано с весьма существенными трудностями. Трудности эти порождены уровнем современной физики, основы которой формировались при изучении неживой природы. Поэтому некоторые свойства аку- и электропунктуры могут быть объяснены лишь с позиций новых физических гипотез, которым посвящена настоящая работа.

1. Современный этап изучения фундаментальных свойств живой материи характеризуется значительным продвижением в области понимания информационной стороны жизненных процессов. Несомненны успехи применения аппарата теории информации к анализу различных уровней этих процессов - от управления простейшими функциями до мышления [1, 31].

2. В то же время энергетическая основа жизненных процессов практически остается вне сферы последовательного научного исследования.

Отдельные работы, направленные на анализ фундаментальных физических основ жизни, позволяют сделать вывод, что для понимания свойств живого необходимо рассмотрение процессов на уровне молекул, атомов (и даже элементарных частиц), с привлечением математического аппарата квантовой (волновой) механики и электродинамики [31].

3. Способность живого противостоять увеличению энтропии (по крайней мере, в рамках заданной системы, предполагающейся консервативной), дискутируется уже длительное время и, по-видимому, не укладывается в рамки современных фундаментальных физических теорий, претендующих на исчерпывающее объяснение первичных механизмов взаимодействия основных известных материальных сущностей - поля и вещества.

Ряд экспериментальных факторов, характеризующих процессы функционирования и взаимодействия живых объектов, также заставляет полагать, что в рамках принципов современной теоретической физики невозможно построить какую-либо рациональную научную модель энергетических процессов, свойственных живому, не говоря уже о создании адекватного математического описания.

4. Впрочем, необходимо отметить, что здание современной фундаментальной физики кажется стройным и почти законченным только на уровне вузовских и университетских учебников и монографий типа [13, 6, 43]

и многих других, не содержащих ни попыток внести какой-либо вклад в разработку фундаментальных физических идей и представлений, ни критического анализа сложившихся представлений.¹

Известно, что современная физика больна неизлечимыми болезнями расходимостей собственной массы и энергии частиц, ультрафиолетовой - инфракрасной катастрофами (в релятивистской квантовой теории), проблемой градиентной неинвариантности квантовых теорий и отсутствия убедительных теоретических предпосылок для доказательства закона сохранения электрического заряда [5], безнадежностью попыток создания непротиворечивой электродинамики движущихся сред (проблема тензора энергии-импульса и др.). Горизонты современной физики, как и в физике прошлого века, отнюдь не безоблачны - известно, что не поддается объяснению природа шаровой молнии [23], загадочны явления в регионах типа Бермудского треугольника, непонятен характер и агент-носитель Солнечно-Земных связей (не только в части прямого биологического влияния - см. например, работу [25]), не укладывается в теорию поведения маятника Аллена во время Солнечного затмения [34, 35] и др. и др.

5. Все сказанное заставляет предположить, что при построении современных научных теорий было упущено что-то чрезвычайно важное. Современная теоретическая физика в какой-то мере похожа на теорию эпциклов, предшествовавшую теории Коперника, и объяснявшую (даже количественно!!) характер наблюдаемых движений небесных тел ценой введения многочисленных поправочных зависимостей.

6. Для дальнейшего изложения существенно, что так называемое электромагнитное поле определялось до сих пор как некая локальная характеристика данной области пространства, определенная по наблюдаемому воздействию на малое пробное тело, обладающее свойствами либо точечного (единичного) электрического заряда, либо точечного магнитного полюса. При этом определением вектора \vec{E} является величина силы \vec{F} , действующей на покоящийся в лабораторной системе координат пробный единичный заряд q_e , причем общепринято следующее выражение для \vec{E}

$$\vec{E} = -\frac{1}{c} \frac{\partial \vec{A}}{\partial t} - \nabla \varphi; (\nabla = \text{grad}), \quad (1)$$

где $\vec{A} = (A_x, A_y, A_z)$ - магнитный векторный потенциал, составляющий вместе со скалярным потенциалом четырехвектор (\vec{A}, φ) .

¹ В этом отношении выгодно отличаются работы Р. Фейнмана (например, его известный «Фейнмановский курс лекций» [38], Толмена [4] или Марни-Антуаннеты Тоинела [3]. В то же время в работе [44] многие из известных трудностей современной физики относятся автором к чисто методическим - к «неумению правильно пользоваться формулами».

Локальные характеристики поля \vec{E} и \vec{H} в вакууме по Максвеллу должны удовлетворять дифференциальным уравнениям

$$\operatorname{rot} \vec{E} = -\frac{1}{c} \frac{\partial \vec{H}}{\partial t} \quad (2) \quad \operatorname{rot} \vec{H} = \frac{1}{c} \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} \quad (3)$$

при дополнительных условиях

$$\operatorname{div} \vec{H} = 0 \quad (4) \quad \operatorname{div} \vec{E} = 0 \quad (5)$$

(в отсутствие зарядов), причем

$$\vec{H} = \operatorname{rot} \vec{A} \quad (6)$$

Описание закономерностей наблюдаемой природы простейшими дифференциальными, релятивистски ковариантными уравнениями, связывающими явления только в соседних точках пространства-времени, конечно, является притягательным для теоретической физики XX века, со времен Эйнштейна силовым приемом исключившей саму возможность рассмотрения свойств среды (эфира, вакуума) как арены, на которой разыгрываются наблюдаемые физические явления.²

Однако решающим обстоятельством для суждения о том, возможно ли описать фундаментальные закономерности Природы только дифференциальными уравнениями, является, конечно, эксперимент.

7. Особо подчеркнем, что за всю историю изучения электромагнетизма измерения локальных характеристик так называемого электромагнитного поля практически не проводилось.³

Во всех широко известных опытах и в их технических приложениях, составляющих основу современной техники - электромоторах, генераторах, трансформаторах, системах радиосвязи и радиолокации и др. - наблюдаемые эффекты существенным образом определяются геометрией материальных тел (в первую очередь проводников), используемых в этих опытах и установках.

В простейшем случае электромагнитной индукции⁴ измеряется ЭДС и ток в замкнутом контуре в целом, т. е. интегральные характеристики про-

² В духе известного решения Французской Академии о невозможности падения камней с неба.

³ В известных работах проф. Хвольсона [36], взявшего на себя огромный труд по систематизации всех физических знаний, накопленных к 1910—1920 гг., приводятся сведения всего о 4-х малоизвестных экспериментах, поставленных для измерения и обнаружения индукционного электрического поля. Эксперименты, выполненные О. Lodge (1889) и Р. Е. Wolf (1899 г.), дали неопределенные результаты. Стетипен (1900) из своих опытов вывел заключение, что электрического поля переменного магнитного поля не существует. И только К. Henrich (1910 г.), казалось бы, показал наличие \vec{E} от переменного \vec{H} . Как видно, опыты (использующие электромеханические датчики), дали либо неопределенный, либо отрицательный результат, что отмечали и сами авторы и проф. Хвольсон.

⁴ Экспериментально установленное Фарадеем в 1830-1840 гг. и широко используемое в технике явление электромагнитной индукции полностью заключается в следующем. На концах разомкнутого провода можно создать разность потенциалов тремя способами: - двигая про-

цесса при данной геометрической форме материальных тел, а не та ЭДС и напряженность поля, которая, согласно соотношению $\text{rot}\vec{E} = -\frac{1}{c} \frac{\partial \vec{H}}{\partial t}$, должна была бы иметь место в каждой данной точке (малой области) рассматриваемого контура.⁵

Отметим, что применяемые обычно в технике датчики, по существу, измеряют вторичное поле \vec{E} , или вызываемый им ток, создаваемый за счет разделения зарядов в проводнике датчика. Действительно, в настоящее время для измерения параметров электромагнитного поля в конечном счете применяются датчики либо в виде петли, либо в виде штыря. При этом методе измерения нет возможности отделить исходное поле от вторичного.

8. Для измерения локальных характеристик поля необходимо использование датчиков, априори не нарушающих существенно ожидаемую структуру и количественную величину поля в окрестностях датчика. Этому требованию применительно к \vec{E} не удовлетворяет, например, дипольная приемная антенна. Известно, что для измерения локальных характеристик электрического поля проще всего использовать либо точечный неподвижный заряд, либо емкостной датчик типа тонкого плоского конденсатора - двух проводящих пластин с малым воздушным зазором между ними, помещенных своими плоскостями перпендикулярно ожидаемому направлению силовых линий поля. При этих условиях датчик будет вносить в измеряемое поле минимальные искажения [9]. Существенно, что, в отличие от диполя, такой емкостной датчик не закорачивает электрическое поле в непосредственной близости от себя, поскольку, в отличие от диполя, проводящие элементы датчика - тонкие металлические пластины - перпендикулярны этому полю.

Само измерение E таким датчиком сводится прежде всего к количественному измерению тока заряда-разряда конденсатора, образованного пластинами датчика, при помещении его в измеряемое поле, причем для

вод вблизи магнита; - двигая магнит вблизи провода; - меняя ток в соседнем проводе. Во всех этих случаях, если проводник замкнут, то может быть замерен циркулирующий по нему переменный ток.

⁵ Нетрудно убедиться, что в радиосвязи и в радиолокации приемная система также не измеряет напряженность поля в точке приема - измеряется величина высокочастотного тока, циркулирующего через контур металл (скажем, диполя) + емкость между элементами антенны (плечами диполя). Отметим, что известен и следующий парадокс приемных антенн: на границе металл-вакуум тангенциальная составляющая \vec{E} равна нулю, а для расчета ЭДС приходится умножать на действующую длину диполя напряженность поля, имевшуюся в отсутствие приемной антенны [17, 18]!

измерения переменных полей⁶ между пластинами может быть подключен просто электронный усилитель со входным импедансом

$$|Z| \geq 1/\omega C_d, \quad (7)$$

где ω - круговая частота поля, C_d - емкость между пластинами датчика.

9. Авторами был поставлен вопрос - существует ли индукционное электрическое поле? Или иначе, есть ли отличная от нуля сила $\vec{F} = q\vec{E}$, действующая на неподвижный точечный заряд q в областях пространства, в которых, казалось бы, по современным представлениям и опытам с теми или иными замкнутыми контурами, присутствует электромагнитное поле (и более того, интеграл по контуру от поля \vec{E} , рассчитанный с теми или иными ухищрениями, совпадает с измеренным на концах контура напряжением?).

10. Актуальность такой постановки вопроса следует из ряда противоречий, свойственных даже обычной электродинамике, и оставшихся с 1900 г. практически вне сферы научного анализа.

Рассмотрим два из них, относящихся к областям: а) электромагнитная индукция и работа трансформатора; б) электродинамика движущихся сред и релятивизм.

11. В трансформаторе с ферромагнитным сердечником с магнитной проницаемостью $\mu \gg 1$ (а в случае тороидальной первичной обмотки и для $\mu \geq 1$) вторичная обмотка находится в области пространства, для которой с высокой точностью выполняется условие $\vec{H} = 0$, и, следовательно, $\frac{\partial \vec{H}}{\partial t} = 0$. Это обстоятельство специально отмечено еще в исходных работах Максвелла [37]⁷, который объясняет электромагнитную индукцию в этой ситуации на основе его модели молекулярных шестигранных вихрей, характеризующих поле, и прослойки из холостых колесиков, обеспечивающих скольжение соседних вихрей и соответствующих, при их поступательном движении, электрическому току.

Академик Миткевич [40] в 1929—1931 гг. пытался объяснить индукцию в трансформаторе ненаблюдаемым процессом пересечения вторичной обмотки силовыми линиями поля \vec{H} (развитие концепции Фарадея), которые (линии), расширяясь при увеличении тока в первичной обмотке,

⁶ Для измерения электростатического поля необходимо механически варьировать геометрию датчика (например, поворачивать его и др.) [9, 38].

⁷ Так, в статье «О физических силовых линиях» он пишет: «Если катушка сделана хорошо, то нельзя обнаружить никакого действия на помещенный снаружи магнит независимо от того, является ли ток постоянным или же меняется по силе. Этот опыт показывает, что для того, чтобы получить электродвижущую силу, вовсе не нужно, чтобы проводник был помещен в магнитное силовое поле, или чтобы магнитные силовые линии проходили через вещество проволоки или поблизости от нее» [37].

распространяются от нее по направлению к ядру магнитопровода и застревают в сердечнике с $\mu \gg 1$.

12. С точки зрения математического анализа дело обстоит следующим образом. В пространстве вокруг первичной обмотки, как мы указывали, $\dot{\vec{H}} = 0$ и $\frac{\partial \vec{H}}{\partial t} = 0$, причем, степень приближения к этим условиям возрастает при стремлении $\mu \rightarrow \infty$ и при улучшении конструктивной схемы трансформатора. В то же время при увеличении μ и при улучшении конструкции, приводящих к уменьшению рассеянного магнитного поля, возрастает ЭДС во вторичной обмотке (стремится к пределу, заданному отношением числа витков обмоток).

Для объяснения работы трансформатора Тамм [2] и Фейнман [38] привлекают понятие магнитного потенциала поля \vec{A} , признавая, что в рассматриваемом случае поле \vec{H} содержится только внутри первичной обмотки, а потенциал поля \vec{A} отличен от нуля и в области вокруг этой обмотки, причем, согласно теореме Стокса для векторного поля \vec{A} имеем $\vec{H} = \text{rot} \vec{A}$, $\int_L \vec{A} d\vec{l} = \Phi_S$, где Φ_S - магнитный поток через площадку S , охватываемую контуром интегрирования L . Следовательно, с учетом уравнения

$$\vec{E} = -\frac{1}{c} \frac{\partial \vec{A}}{\partial t} - \text{grad} \varphi = \vec{E}_{\text{нд}} + \vec{E}_{\text{кул}}, \quad (8)$$

либо следующего из него уравнения Максвелла (взяв ротор от обеих частей (8) и приняв, что $\text{rot grad } \varphi = 0$)⁸

$$\text{rot} \vec{E} = -\frac{1}{c} \frac{\partial \vec{H}}{\partial t}, \quad (9)$$

⁸ Отметим чрезвычайно важное обстоятельство. Признав, в соответствии с опытными данными, что потенциал вихревого электрического поля неоднозначен (разность потенциалов на концах обмотки зависит от числа витков), [2], мы не можем полагать, что $\text{rot grad } \varphi = 0$, поскольку это равенство имеет место только для однозначных функций. Более того, неоднозначность потенциала вихревого поля имеет место как в области пространства, где $\dot{\vec{H}} = 0$, так и в области с $\dot{\vec{H}} \neq 0$ (определяющим тут является замкнутость силовых линий поля, а не характер изменения интенсивности поля от координат).

Если еще учесть, что признанным фактом является, согласно, например, Ландау [13], то, что структура реального вихревого электрического поля определяется не локальным соотношением

$\text{rot} \vec{E} = -\frac{1}{c} \frac{\partial \vec{H}}{\partial t}$ (при $\vec{H} = \text{const}(x, y, z)$ направление линий $\vec{E}(x, y, z)$ не определено),

а граничными условиями (опять старая проблема дальнего действия), то становится очевидным бесполезность попыток адекватно описать простейшую полевую задачу с помощью только математического аппарата обычного векторного анализа и уравнений Максвелла.

имеем, что
$$\int_L \frac{\partial \bar{A}}{\partial t} = \frac{\partial \Phi}{\partial t}, \quad (10)$$

или
$$\int_L \bar{E}_{\text{инд}} d\bar{l} = -\frac{1}{c} \frac{\partial \Phi}{\partial t} \quad (11)$$

Сама же напряженность индукционного поля $\bar{E}_{\text{инд}}$ может быть очевидным образом определена заданием геометрии реального контура интегрирования.

13. Обратим внимание, что в этой цепочке рассуждений фигурировали совместно и дифференциальные и не имеющие ничего общего с ними интегральные соотношения для описания одной и той же реальности - электромагнитного поля.

Если же взять за основу лишь дифференциальные соотношения Максвелла, то мы будем вынуждены сделать вывод, что в области пространства вокруг первичной обмотки трансформатора $\bar{E}_{\text{инд}}$ отсутствует. Действительно, согласно второму уравнению Максвелла в вакууме

$$\text{rot} \bar{H} = \frac{1}{c} \frac{\partial \bar{E}}{\partial t}, \quad (12)$$

но поскольку $\bar{H} = 0$, то и $\text{rot} \bar{H} = 0 = \frac{\partial \bar{E}}{\partial t}$. Следовательно, в месте расположения вторичной обмотки, согласно указанному уравнению Максвелла, может существовать только неизменное во времени поле $\bar{E} = \text{const}$, т. е. уравнения Максвелла не могут описать работу даже такого важнейшего и схемно чрезвычайно простого элемента современной техники, как трансформатор.

Отметим, что факт работы индукционных ускорителей - бетатронов - отнюдь не указывает на наличие силы $e\bar{E} = -\frac{e}{c} \frac{\partial \bar{A}}{\partial t}$, действующей на покоящийся точечный электрон с зарядом e , находящийся в вакуумном объеме, охватывающем изменяющийся во времени магнитный поток.

Известно, что для успешной работы бетатрона пришлось поместить ускоряющую камеру в магнитное поле с напряженностью $\bar{H} = (1/2)\bar{H}_0$, где \bar{H}_0 - напряженность поля в области центрального сердечника ускорителя. При этом, как следует из классических представлений о траектории заряженных частиц в магнитном поле, сила Лоренца

$$\bar{F} = (e/c)\bar{V} \times \bar{H} \quad (13)$$

(\bar{V} - скорость частицы, c — скорость света)

обеспечивает в каждый данный момент замкнутость траектории частицы. С точки же зрения квантовомеханических (волновых) представлений покоящийся электрон в свободном от поля пространстве размазан на всю

Вселенную, а Ψ -волна электрона в магнитном поле будет размазана по окружностям, аксиальным линиям \vec{H} . Мы видим, что в бетатроне мы не имеем условий для определения силы, действующей на покоящуюся точечную заряженную частицу, как этого требует определение \vec{E} . Измеряемым же эффектом является увеличение энергии (кинетической) объекта, распределенного вдоль окружности, охватывающей меняющийся во времени магнитный поток.

Подчеркнем, что удерживаемый магнитным полем размазанный электрон в бетатроне образует контур, ничем не отличающийся от контура, создаваемого электронами зоны проводимости, размазанными вдоль проводника, охватывающего магнитный поток в обмотке трансформатора (в последнем случае металл выполняет, как известно, функции волновода для электронных Ψ -волн [21, 12]).

14. Проведенное рассмотрение говорит о необходимости постановки специального опыта по определению силы, действующей со стороны индукционного поля на покоящийся точечный заряд, т. е. определению $\vec{E}_{\text{инд}}$. Одна из идей такого опыта описана у Фейнмана [38] - группа зарядов располагается на кольце, имеющем возможность вращаться вокруг



Рис.1. Общий вид установки по обнаружению Еинд

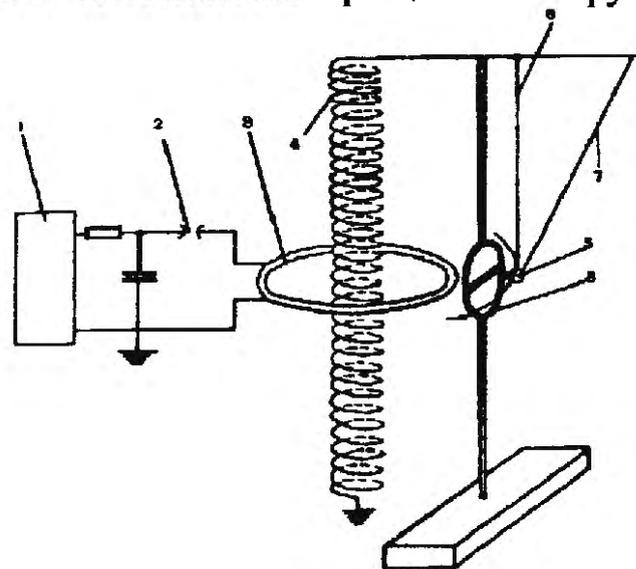


Рис.2. Схема эксперимента по обнаружению Еинд

- | | |
|-----------------------|----------------------------------|
| 1. В.в.источник. | 5. Пробное тело. |
| 2. Разрядник. | 6. Провод подвеса. |
| 3. Катушка. | 7. Шелковая нить-оттяжка. |
| 4. Вторичная обмотка. | 8. Экран от "кулоновских" полей. |

оси длинного соленоида с изменяющимся во времени током обмотки. При нарастании или убывании тока ожидается поворот кольца в ту или иную сторону. Подобный опыт был осуществлен авторами в модернизированной схеме, поясняющей рис.2 и рис.1. В опыте использовался одиночный локальный заряд - легкий металлизированный стаканчик на маятниковом подвесе, электрически соединенный через одну из нитей подвеса со вторичной обмоткой трансформатора. Стаканчик размером $\sim 1 \text{ см}^3$ размещался в плоскости катушки первичной обмотки диаметром 150 мм,

содержащей 5 витков медного провода. На первичную катушку периодически разряжался конденсатор емкостью 1000-5000 пФ, заряженный до напряжения 10-15 кВ. Вторичная обмотка обеспечила на датчике (стаканчике) потенциал до 100-150 кВ в импульсе при длительности затухающего цуга колебаний ($f \sim 1$ МГц) около 30 мксек. Высокий потенциал на датчике позволил получить достаточную для измерений чувствительность установки.

Поскольку в процессе разряда конденсатора на первичную обмотку потенциал датчика (при надлежащей настройке частот контуров) изменял знак синхронно с направлением тока в первичной обмотке, можно было ожидать отклонения маятника силой $\vec{F} = q\vec{E}_{\text{инд}}$ в заданную сторону (вправо или влево), несмотря на колебательный характер разряда, причем действие этой силы интегрировалось как за время импульса, так и за время подачи ряда импульсов. Система отсчета положения маятника позволяла уверенно измерять отклонение в $\pm 0,2$ мм. Расчетная величина ожидаемого отклонения при наличии $\vec{E}_{\text{инд}}$ должна была составить ± 1 мм. Наблюдаемые в опыте отклонения не превышали $\pm 0,3$ мм и были вызваны прежде всего отсутствием полной геометрической симметрии размещения обмоток и маятника и возникающими при этом нескомпенсированными кулоновскими полями $E_{\text{кул}}$ (притяжением к заряженным проводникам обмоток).

15. Предварительные положительные результаты описанного выше электромеханического опыта позволили разработать методику и поставить решающий эксперимент для ответа на вопрос о существовании индукционного электрического поля.

Основные требования, которым должен был удовлетворить новый эксперимент:

- получение высокой чувствительности в чисто электронной (а не электромеханической) схеме;
- работа при низких уровнях напряжений и напряженностей полей, во избежание различного рода разрядов, ионизации и т. п.;
- однозначность трактовки результатов эксперимента.

Удовлетворяющая поставленным требованиям схема эксперимента приведена на рис.3. Изображенная

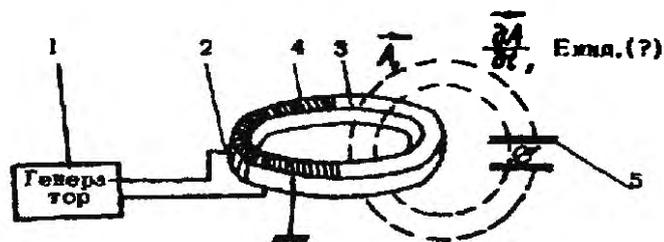


Рис 3 Схема эксперимента по обнаружению $E_{\text{инд}}$.
1 - генератор, 2 - обмотка, 3 - ферритовое кольцо,
4 - заземленный экран, 5 - емкостной датчик

на этой схеме установка состоит из двух основных функциональных частей:

- источника индукционного поля с тороидальным магнитопроводом (ферритовое кольцо $\mu=1000$, диаметром $8 \div 22$ см при сечении маг-

нилопровода $\sim 3 \text{ см}^2$, либо сердечник тех же размеров, навитый из стальной ленты), создающего вблизи магнитопровода напряженность вихревого поля до $0,2 \dots 0,3 \text{ в/см}$ при частоте синусоидальных колебаний $10 \dots 25 \text{ кГц}$;

- емкостного датчика описанного выше типа, с размерами пластин $30 \text{ мм} \times 30 \text{ мм}$ и расстоянием между ними 8 мм .

Входной каскад полупроводникового усилителя размещен внутри датчика (между пластинами) и использует полевой транзистор типа КП301Б, имеющий $R_{\text{вх}} \sim 3 \text{ ГОм}$, $C_{\text{вх}} \sim 3 \text{ пФ}$.

Во избежание излишних наводок питание генератора колебаний (двухтактный транзисторный автогенератор с индуктивной связью) и усилителя датчика - батарейное (9 в). Отметим, что возможность использования полевых транзисторов, сочетающих чрезвычайно высокое входное сопротивление и малые физические размеры, явилась одним из главных условий успешного и достоверного проведения локальных электромагнитных измерений. Естественно, такие условия практически отсутствовали в 1900 годы и даже в эпоху широкого применения вакуумных приборов (радиоламп).

На фото рис.4 приведен общий вид установки и взаимное расположение датчика и ферритового сердечника.

Для уменьшения кулоновских наводок непосредственно от обмотки первичной катушки, последняя выполнена в виде секции шириной $\sim 15 \text{ мм}$, прикрытой заземленным (разомкнутым) экраном из медной фольги, причем экран частично покрывает ферритовое кольцо (в случае витого стального сердечника верхние края ленты соединены с заземлением, общим для генератора и усилителя датчика).

Контроль и калибровка датчика производилась с помощью вторичной обмотки из одного витка произвольной геометрии, охватывающего магнитопровод генератора, на концах которой располагались два профиль-

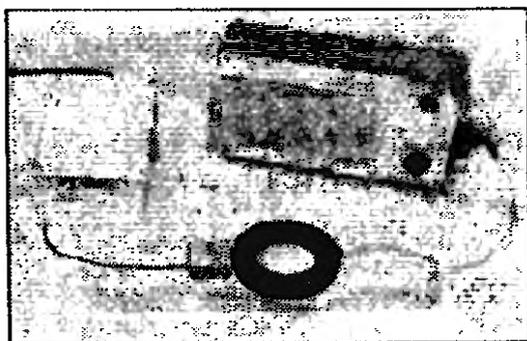


Рис.4 Общий вид экспериментальной установки по обнаружению ЕИнд

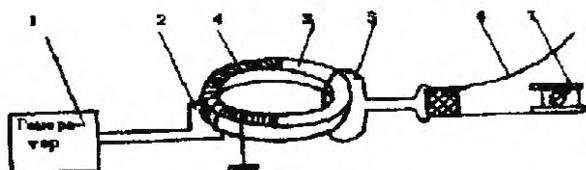


Рис.5. Схема калибровки емкостного датчика
1 - генератор, 2 - обмотка, 3 - ферритовое кольцо,
4 - заземленный экран, 5 - виток связи, 6 - калиб-
ратор, 7 - емкостной датчик.

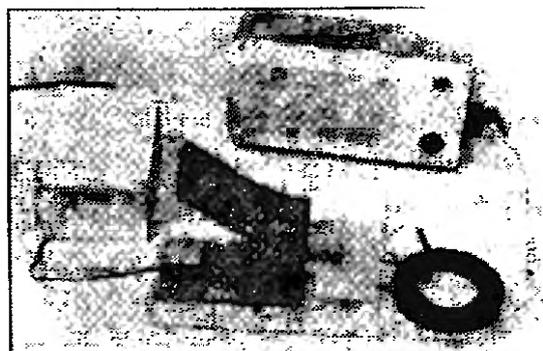


Рис.6 Общий вид установки по калибровке емкостного датчика.

ных электрода, в зазоре между которыми создавалось переменное кулоновское поле с той же локальной геометрией, напряженностью и частотой, что и подлежащее измерению вихревое электрическое поле.

Схема калибровки поясняется на рис.5, устройство для калибровки со вставленным датчиком показано на фото рис.6.

16. Эксперимент показал отсутствие индукционного электрического поля, линии которого должны были бы охватывать магнитопровод.

Именно, датчик, помещенный перпендикулярно ожидаемым силовым линиям $\vec{E}_{\text{инд}}$ вблизи магнитопровода, регистрировал лишь фоновые сигналы с уровнем 3...5% от расчетного значения $\vec{E}_{\text{инд}}$, вызванные прежде всего нескомпенсированным полностью кулоновским полем первичной обмотки, действие которого усиливалось благодаря тому, что у ферритового сердечника $\epsilon \gg 1$. Другая часть фоновых сигналов обязана своим происхождением индукционной поляризации материала магнитопровода, о чем будет несколько слов сказано ниже.

Наиболее чисто производятся измерения при использовании витого стального сердечника с уменьшенной высотой (размером, перпендикулярным плоскости кольца). При этом резко падает уровень как фоновых поляризационных сигналов, так и фона от кулоновских наводок с первичной обмотки.

Абсолютный уровень теплового шума на входе датчика составлял 50-100 мкВ в полосе частот 100 Гц - 100 кГц. Измеряемые фоновые сигналы превышали уровень шума в 3...10 раз.

17. Однозначность толкования результатов проведенных измерений обеспечивается следующей из электродинамики Максвелла-Лоренца локальной тождественностью измеряемого и калибровочного полей в отношении ожидаемого воздействия на свободные заряды в пластинах датчика.

Однако опыт показал, что реальное переменное кулоновское поле, связанное с зарядами на пластинах калибровочных устройств, вызывает перезарядку конденсатора датчика и протекание тока через входное сопротивление полевого триода. С другой стороны, явления в пространстве, окружающем магнитопровод с изменяющимся во времени магнитным потоком, не сопровождаются возникновением результирующих сил, действующих на свободные заряды, и не приводят в общем случае к протеканию тока перезарядки пластин датчика.

В то же время факт появления разности потенциалов на концах проводника (или диэлектрика), охватывающего (или помещенного) в изменяющийся во времени магнитный поток, говорит о том, что плотность заряда $\rho(x,y,z,t)$ существенным образом зависит от условий в областях

пространства, в которых векторный магнитный потенциал отличен от нуля (даже если $\vec{H} = 0$).

Ниже мы вернемся к этому вопросу в связи с обсуждением некоторых теоретических и экспериментальных следствий релятивистской квантовой (волновой) механики.

18. В 1967 г. авторами совместно с сотрудником ФИАН СССР Батовым Г.М. был получен безэлектродный СВЧ пробой воздуха при атмосферном давлении в фокусе открытого двухзеркального резонатора. Одна из особенностей конфигурации этого разряда наглядно иллюстрирует вторичное электрическое поле, возникающее в районе проводника, помещенного в высокочастотное поле. Принципиальная схема экспериментальной установки приведена на рис.7, а фотография внешнего вида на рис.8.

В установку входят следующие элементы: двухзеркальный открытый резонатор, СВЧ генератор, высокочастотный тракт и измерительная аппаратура. Открытый резонатор

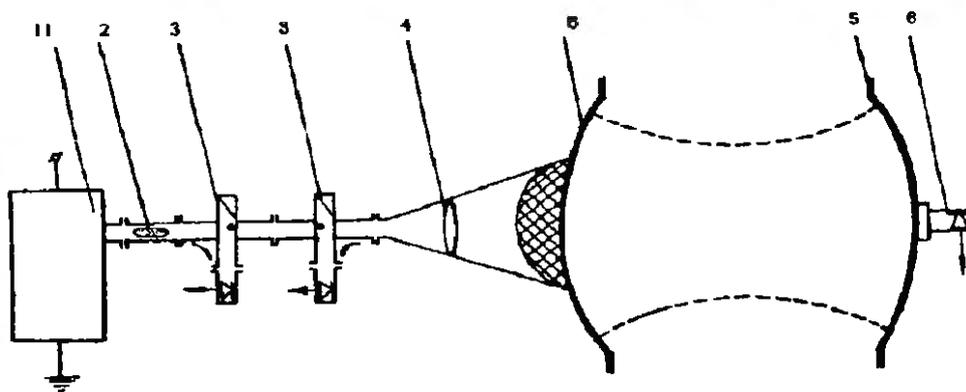


Рис. 7. Принципиальная схема установки: "Открытый СВЧ резонатор".

- | | |
|---|--------------------------------------|
| 1. Магнетрон. | 4. Устройство возбуждения резонатора |
| 2. Циркулятор. | 5. Зеркала открытого резонатора. |
| 3. Контроль падающей и отраженной волны | 6. Контроль мощности резонатора. |

установки образован двумя сферическими зеркалами, расположенными одно против другого. Радиус кривизны внутренней поверхности зеркал равен 1300 мм. Диаметр зеркал равен 690 мм. Зеркала выполнены из листовой меди. Одно из зеркал имеет возможность перемещаться относительно другого так, что расстояние между ними (по оси системы) может меняться в пределах 1155...1550 мм. Неподвижное зеркало полупрозрачно (перфорировано) и через него производится запитка резонатора от магнетрона. Магнетрон генерирует СВЧ импульс максимальной мощностью 10 МВт, длительности до 20 мксек на длине волны приблизительно в 10 см. На выходе СВЧ волноводного тракта, подсоединенного к выходу магнетрона, имеется устройство, трансформирующее волну ТЕМ в линейно поляризованную волну ТЕМ и согласующее фронт этой волны с фронтом волны на зеркале резонатора. В центре подвижного зеркала имеется несколько отверстий, через которые небольшая часть СВЧ сигнала из резонатора поступает на детекторную головку. Детектор-



Рис. 8. Внешний вид открытого СВЧ резонатора.

ная головка реагирует на линейно поляризованный сигнал и может поворачиваться вокруг оси системы зеркал.

Расстояние между зеркалами экспериментально устанавливалось так, чтобы резонатор возбуждался на простейшем типе колебания [17]. В этом случае поле имеет наибольшую концентрацию в центре резонатора. В центральной (фокальной) плоскости резонатора, перпендикулярно его оси, по структуре оно совпадает с линейно поляризованной ТЕМ волной и сфокусировано в пятне диаметром порядка 250 мм. Вдоль оси резонатора поле, в первом приближении, имеет вид стоячей ТЕМ волны.

После включения генератора в резонаторе происходит экспоненциальное нарастание запасаемой энергии. Постоянная времени этого процесса определяется добротностью резонатора и имеет величину порядка 15 мксек. При достижении в фокусе резонатора плотности потока мощности около 10^6 Вт/см² происходит пробой воздуха и мощность, запасенная в резонаторе, рассеивается в этом разряде.

Типичная фотография разряда приведена на рис.9. Разряд имеет форму

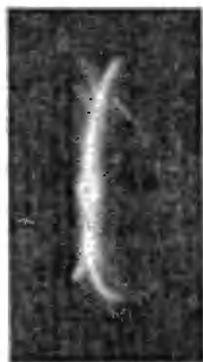


Рис 9. СВЧ безэлектродный разряд в фокусе открытого резонатора

светящегося канала диаметром 1...1,5 мм, длиной ~ 25 мм и с наиболее ярким утолщением в центре (ядром). Концы каналов разветвляются и загибаются. Последняя особенность конфигурации разряда не может быть объяснена воздействием на плазму разряда только первичного поля, т.к. в строгом соответствии с теорией, что, естественно, в установке тщательно контролировалось, оно (поле) было четко линейно поляризовано вдоль канала разряда. Наличие участков плазмы, перпендикулярных поляризации исходной волны,

говорит о наличии в этом направлении компоненты некоего электрического поля. Т.к. датчик поля резонатора не обнаруживал деполяризацию исходной волны во время существования разряда, то, естественно предположить, что поле, загибающее усы плазмы, есть вторичное поле, создаваемое за счет наличия в первичном, исходном СВЧ поле проводящего канала. Из фотографии очевидно, что линии \vec{E} этого поля совпадают с линиями \vec{E} поля диполя, размеры которого равны величине основного плазменного канала.

19. Кажущаяся парадоксальность вывода об отсутствии индукционного поля $\vec{E}_{\text{инд}}$ и полной несостоятельности уравнений⁹ Максвелла-Лоренца заставляет более внимательно ретроспективно рассмотреть ряд следствий классических опытов Роуланда, Рентгена, Эйхенвальда и

⁹ Но не физических предпосылок!

Вильсона [36, 19, 3, 2] с движущимися в электрическом или магнитном поле проводниками и изоляторами и их связь с релятивистскими соотношениями для индукций, напряженностей, плотностей тока и заряда.

20. Прежде всего обратим внимание на результат опытов Вильсона (см. [3]) с диэлектриком, движущимся в магнитном поле. Как известно, Вильсон использовал диэлектрический стакан с металлизированными стенками, вращающийся вокруг оси симметрии в поле \vec{B} , параллельном этой оси. Измерялась плотность заряда, возникающего на обкладках при вращении стакана, и делался вывод о величине эквивалентного электрического (радиально направленного) поля, приводящего к наблюдаемой поляризации диэлектрика.

Как известно, в этих опытах было обнаружено, что наблюдаемая величина плотности заряда соответствовала радиально направленному электрическому полю с напряженностью (с точностью до членов порядка v^2/c^2)

$$\vec{E}' = ((1 - 1/\epsilon)/c)\vec{V} \times \vec{H}, \quad (14)$$

где \vec{V} - линейная скорость на образующей стакана.

Множитель $(1 - 1/\epsilon)$ вошел и в экспериментальные зависимости для наблюдаемого тока Рентгена (тока движущихся «фиктивных» зарядов, возникающих при поляризации диэлектриков) [2, 3, 19].

Наличие этого множителя было истолковано как свидетельство правильности макроскопической теории Лоренца, предполагавшей неподвижность эфира (отсутствие увлечения эфира движущимися телами). Тем самым была показана несостоятельность теории Герца, согласно которой должен был бы присутствовать множитель $1/\epsilon$, а не $(1 - 1/\epsilon)$.

Подчеркнем, что все внимание исследователей в то время было обращено на вопрос существования и увлечения или «неподвижности» эфира. Для выяснения характеристик движения материальных тел и эфира и ставились опыты Эйхенвальда и Вильсона.

21. По-видимому, споры вокруг проблемы эфира отвлекли внимание от важнейшего следствия опытов Эйхенвальда и Вильсона: в вакууме, при $\epsilon=1$, электрическое поле согласно (14) отсутствует, несмотря на вращение металлических обкладок со скоростью \vec{V} .

Действительно, согласно принятым на сегодня релятивистски-ковариантным локальным соотношениям в движущейся со скоростью \vec{V} системе координат, компоненты наблюдаемых полей \vec{E} и \vec{H} подчиняются соотношениям (для простейшего случая равномерного движения вдоль оси x):

$$E_x = E'_x \quad (15) \quad H_x = H'_x \quad (18)$$

$$E_y = \frac{E'_y + (v/c)H'_z}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} \quad (16)$$

$$E_z = \frac{E'_z - (v/c)H'_y}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} \quad (17)$$

$$H_y = \frac{H'_y - (v/c)E'_z}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} \quad (19)$$

$$H_z = \frac{H'_z + (v/c)E'_y}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}, \quad (20)$$

где E' , H' - наблюдаемые компоненты электромагнитного поля в исходной неподвижной системе координат.

Аналогичные соотношения известны и для 4-х потенциала поля:

$$A_x = \frac{A'_x + (v/c)\varphi}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} \quad (21) \quad A_y = A'_y \quad (22) \quad A_z = A'_z \quad (23)$$

$$\varphi = \frac{\varphi' + (v/c)A'_x}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} \quad (24)$$

В случае, когда в неподвижной системе координат имеется ток проводимости с плотностью \vec{j}_Π и ток конвекции с плотностью $\vec{j}_k = \rho_k \cdot \vec{V}$, в движущейся системе координат будет наблюдаться отличная от нуля плотность заряда даже в случае, когда локальная плотность заряда в неподвижной системе координат равна нулю [4, 6, 38].

$$\rho = \frac{\rho' + j_k(v/c^2)}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} \quad (25)$$

Из соотношений (16), (17), (21), (24), примененных к случаю вращения двух коаксиальных проводящих обкладок в однородном поле $B(H)$ (опыт Вильсона), следует, что в локальной системе координат, связанной с данной точкой стакана, должно наблюдаться электрическое поле $\vec{E} = -(1/c)\vec{V} \times \vec{H}$ даже и при отсутствии материала с $\epsilon > 1$ между обкладками.

Подчеркнем, что правомерность применения локальных релятивистских соотношений для точек на окружности вращающихся обкладок не вызывает сомнений у современных исследователей [4, 38, 36] в случае скоростей движения $v \ll c$ и малых радиальных ускорений.

22. Итак, при вращении проводящих коаксиальных обкладок в магнитном поле должны были бы наблюдаться эффекты, совпадающие с эффектами при помещении этих обкладок (неподвижных) в радиальное кулоновское поле с напряженностью

$$\vec{E}_{\text{кул}} = \vec{E}_{\text{инд}} = (1/c)\vec{V} \times \vec{H} \quad (26)$$

При соединении этих обкладок между собой (после раскрутки или после включения внешнего кулоновского поля) должен протечь ток разряда конденсатора, образованного двумя обкладками.

В случае реального кулоновского поля, локально (в каждой точке окружности) совпадающего с ожидаемым индукционным полем $\vec{E}_{\text{инд}}$, так

оно и есть - наблюдается ток разряда, при этом поле \vec{E} между обкладками уменьшается до нуля.¹⁰

В случае индукционного поля $\vec{E}_{\text{инд}}$ ток разряда отсутствует, что и было доказано опытами Вильсона и стало общепринятым (!) фактом.

Следовательно, то, что мы называем индукционным полем, не имеет ничего общего с реальным кулоновским.

23. Теоретические и экспериментальные работы, проведенные авторами в 1973-1975 гг., показали, что одной из принципиальных и грубейших ошибок физических теорий последнего столетия явилось принятие уравнений Максвелла-Лоренца (в редакции от 1900-1910 гг. до наших дней) для описания сущности электромагнитного поля в терминах электрических и магнитных напряженностей \vec{E}, \vec{H} и индукций \vec{D}, \vec{B} .

Эксперименты 1973—1975 гг. показали, что индукционное электрическое поле в вакууме не существует: $\vec{E}_{\text{инд}} = 0$, в то время как по современным представлениям, казалось бы, в вакууме $\vec{E}_{\text{инд}}$ определяется известным дифференциальным уравнением Максвелла

$$\text{rot} \vec{E}_{\text{инд}} = -\frac{1}{c} \frac{\partial \vec{H}}{\partial t} \quad (27)$$

(в Гауссовой системе единиц). Уравнения Максвелла не описывают наблюдаемую реальность.

Подчеркнем, что опыты, о которых шла речь, свидетельствуют об отсутствии именно вихревого (индукционного) электрического поля и, конечно, подтверждают существование электрического поля свободных зарядов

$$\vec{E}_{\text{кул}} = -\text{grad} \varphi, \quad (28)$$

где φ - скалярный потенциал поля.

Тем не менее, факт отсутствия индукционного электрического поля приводит к необходимости полного пересмотра основ современной теоретической физики, начиная от исходных понятий - движение материальных тел, сила, энергия и т. п.

Требуется полная ревизия основ электродинамики, квантовых (волновых) теорий, ядерной физики и физики элементарных частиц.

24. Таким образом, эксперименты авторов и известные эксперименты Роуланда, Рентгена, Эйхенвальда и Вильсона показали, что динамические эффекты электродинамики не описываются в терминах электромагнитного поля, характеризуемого тензором, ковариантным относительно группы Лоренца.

¹⁰ Ток разряда может выделить в нагрузку энергию $\sim (E^2 / 8\pi)U$, где E - поле между обкладками, U - объем пространства, занятого полем между обкладками.

Не соответствует истине казавшееся основополагающим со времен Эйнштейна и Минковского положение о том, что в различных инерциальных системах координат одна и та же сущность - электромагнитное поле - может проявлять себя либо как магнитное ($\vec{E} = 0$), либо как магнитное и электрическое ($\vec{E} \neq 0, \vec{H} \neq 0$) и т. п.

В отличие от электростатики и магнитостатики динамические эффекты, возникающие при изменении во времени электрического и магнитного полей, существенным образом связаны с материальным телом, в котором и с помощью которого наблюдается тот или иной электродинамический эффект.

В опытах с движущимися диэлектриками или диэлектриками в переменном магнитном поле это положение подтверждается тем, что в экспериментальных зависимостях фигурирует множитель вида $(1 - 1/\epsilon)$, обращаяющийся в нуль для вакуума.¹¹

Наблюдаемые в электродинамических опытах вокруг материальных тел электрические поля создаются зарядами (распределением плотности заряда), возникающими в этих телах, и полностью отсутствуют при отсутствии материального тела.

Выше было дано описание проведенного авторами эксперимента, показавшего, что под воздействием мощной высокочастотной электромагнитной волны в среде образуется только вторичное электрическое поле с конфигурацией, определяемой текущими свойствами и геометрией среды.

25. В свете сказанного большой интерес представляют эксперименты Шварца и Хора [27] и дискуссия вокруг них [28, 29, 30], связанные с модуляцией электронного пучка лазерным лучом. По-видимому, решающим фактором в этих экспериментах явилось присутствие материального тела в пространстве взаимодействия лазерного луча и электронного пучка. Пучок модулировался электрическими полями, возникающими в этом теле, а не электрической составляющей волны лазера.

Таким образом, тезис Паули [24] о физической и логической невозможности существования поля без пробного тела становится сегодня наполненным конкретным физическим содержанием.

26. Отсутствие на сегодняшний день непротиворечивой, удовлетворяющей законам сохранения (энергии, заряда и др.) электродинамики движущихся сред и известная дискуссия о свойствах тензора энергии-импульса поля в веществе [4, 6, 7, 44], по-видимому, в первую очередь объясняются ошибочным описанием электромагнитного поля с помощью векторов \vec{E} и \vec{H} .

¹¹ В случае сред с $\mu > 1, \epsilon > 1$ аналогичный множитель имеет вид $(1 - 1/\mu\epsilon)$ [4, 6].

В то же время новые экспериментальные данные ставят под сомнение и саму современную формулировку законов сохранения заряда и энергии, требуя, по-видимому, расширения их толкования в духе закона сохранения комбинированной четности, т.е. определения сохраняющихся величин для совокупностей частица-античастица и т. п.

Поскольку во всех известных электродинамических опытах реально наблюдаемыми и измеряемыми величинами являются прежде всего плотность заряда ρ и плотность тока проводимости \vec{j} , важно выявить закономерности, которые связывают именно эти величины с параметрами движения материальных объектов.

27. Обратим внимание, в связи со сказанным, на известный из современной теории и обсуждаемый у ряда авторов (Толмен [4], Меллер [6] и особенно Фейнман [38]) эффект наблюдения различными наблюдателями различной локальной плотности заряда на проводнике с током (см. формулу (25), а также [10]).

Наибольший интерес представляет случай (которому большое внимание уделил Фейнман [38]), когда в лабораторной (неподвижной!) системе координат наблюдается перемещение вдоль оси x со скоростью V провода с током $\vec{j} = j_x$, причем в системе координат, связанной с проводом, провод не заряжен ($\rho_0 = 0$).

Из известных релятивистских соотношений для \vec{j} , ρ и потенциалов поля следует, что локальная плотность заряда на проводе, наблюдающаяся в лабораторной системе, отлична от нуля [4].

$$\rho_{\text{л}} = \frac{j_x(v/c^2)}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} \quad (30)$$

Иначе говоря, из кажущегося очевидным факта относительности движения двух объектов:

- провода с током и соответствующим магнитным полем этого тока,
- пробного тела в виде точечной заряженной частицы,

следует, что описание движения пробного тела должно быть релятивистски ковариантно.

При рассмотрении этого движения в системе координат, связанной с проводом, траектория частицы определяется ее вектором скорости \vec{V} и величиной силы Лоренца $\vec{F} = (q/c)\vec{V} \times \vec{H}$, возникающей при движении в магнитном поле \vec{H} , создаваемом током. При рассмотрении в системе координат, связанной с пробным телом, сила Лоренца равна нулю и факт взаимодействия провода и заряженного пробного тела объясняется современной теорией тем, что наблюдаемая плотность заряда на проводе в последнем случае отличается от нуля.

28. Обсуждая этот эксперимент (пока, насколько известно авторам, относящийся к категории мысленных), Фейнман [38] и другие авторы

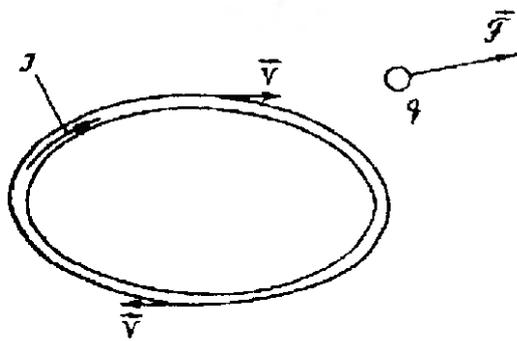


Рис.10. Взаимодействие пробного тела и вращающегося кольца с током.

уходят от рассмотрения вопроса о суммарном заряде на проводе в целом (например, Фейнман говорит буквально о том, что концы провода уходят в бесконечность и поэтому вопрос о заряде не возникает). Однако не требует особых комментариев очевидное развитие этого мысленного опыта - реальные токи, наблюдаемые сегодня, замкнуты, и

очевидна постановка опыта с замкнутым в кольцо проводом с током, вращающимся вокруг оси таким образом, что в каждой точке провода вектор скорости коллинеарен вектору плотности тока проводимости (рис.10).

Как мы уже отмечали, применительно к такому вращению при $v \ll c$ и малых ускорениях нет оснований для отказа от локальных релятивистских соотношений (все исследователи используют в аналогичных ситуациях эти соотношения и эксперименты, вплоть до новейших Мёссбауэровских во вращающейся системе координат, казалось бы, подтверждают справедливость основных релятивистских преобразований).

Однако, признав справедливость релятивистских формул, мы очевидным образом приходим к нарушению закона сохранения электрического заряда и как следствие - закона сохранения энергии (см. Вигнер [5]).

Вращающееся кольцо из проводника с током должно приобрести результирующий заряд того или иного знака, в зависимости от взаимного направления тока и локального вектора скорости.

29. Возможность появления заряда на вращающемся кольце с током, по-видимому, свидетельствует в пользу правильности давно дебатированных [5] суждений об отсутствии убедительных оснований для закона сохранения заряда. Более того, давно известно, что в релятивистских квантовых теориях плотность заряда в связанных состояниях является функцией потенциала внешнего поля, что обычно считается серьезным недостатком (!) этих теорий.

Так, из уравнения Клейна-Гордона-Фока следует, что

$$\rho = \rho_0 (E_0 - e\phi) / m_0 c^2, \quad (31)$$

где ρ_0 - исходная плотность заряда, E_0 - энергия частицы с зарядом e и массой покоя m_0 , ϕ - потенциал поля.

Приведенное выше рассмотрение свидетельствует о необходимости более внимательного анализа следствий релятивистских квантовомеханических уравнений, поскольку несохранение заряда может оказаться реальным фактом.

В сферу этого анализа следует, по-видимому, включить и существование незамкнутых электрических токов¹², поскольку обычное уравнение непрерывности

$$\nabla \vec{j} + \frac{\partial \rho}{\partial t} = 0 \quad (32)$$

очевидно, требует радикального пересмотра как при обычном макроскопическом описании электродинамики, включающей в полной мере токи Рентгена, конвекционные токи и токи проводимости, так и особенно при описании взаимодействия заряженной частицы с полем в квантовомеханическом (волновом) представлении.

30. Наконец, отметим, что как обычное макроскопическое рассмотрение, так и квантовая (волновая) механика при последовательном логическом анализе электродинамических явлений в веществе приводят многих исследователей к необходимости признания фактической нелокальности основных законов Природы (см., например, Фейнман, [381, Тоннела [3], Гинзбург и Скобельцын [41] и др.). По-видимому, первый удар по локальной физике, основанной на дифференциальных уравнениях, нанесло явление сверхпроводимости, которое, как известно, не вписывается никоим образом в электродинамику Максвелла-Лоренца и таит в себе еще много непонятого, несмотря на серьезное продвижение в его понимании в таких построениях, как теория БКШ [20] и ряде других [22, 14, 15, 16].

31. Математический аппарат современной электродинамики, построенный с использованием принципов теории относительности [6], требует для описания электромагнитного поля введения понятия 4-х потенциала поля $A_\mu = (\vec{A}, \varphi)$. В инженерной же практике потенциалы поля используются чисто формально. Они применяются, в основном, для упрощения математических выкладок при расчете в конкретных задачах векторов \vec{E} и \vec{H} . Причем, считается, что именно \vec{E} и \vec{H} полностью описывают электромагнитное поле в его взаимодействии с веществом и сила, действующая на заряд, рассчитывается по формуле:

$$\vec{F} = e(\vec{E} + (1/c)\vec{V} \times \vec{H}) \quad (33)$$

В то же время, математический аппарат современной квантовой электродинамики, которая наиболее адекватно описывает явления Природы, показывает невозможность описания электромагнитного поля только с помощью \vec{E} и \vec{H} . В квантовой механике представление о силах взаимодействия становится второстепенным. В ней обычно идет речь о том, каким образом взаимодействие меняет характеристику Ψ -волны объекта. В

¹² Точнее, по-видимому, конфигураций магнитных полей, соответствующих незамкнутому току, элементу тока Ампера.

частности, изменение квантово-механической фазы частицы с зарядом q в электромагнитном поле определяется выражением [38]

$$\delta\Theta = (q/c\hbar) \int \vec{A} d\vec{l} - (q/\hbar) \int \varphi dt \quad (34)$$

В нем первый интеграл берётся вдоль траектории (с элементарной длиной $d\vec{l}$) частицы, символом t обозначено время; а \hbar - постоянная Планка, деленная на 2π . То, что в уравнениях квантовой механики потенциалы (\vec{A}, φ) не могут быть заменены векторами \vec{E} и \vec{H} , убеждались все исследователи, кто пытался это проделать. Во всяком случае, простого пути для этой замены не существует [38]. Сейчас очевидна связь этого факта с тем, что зависимость для $\delta\Theta$, например, допускает возможность обнаружения проявления электромагнитного поля в его взаимодействии с веществом в областях пространства, где $\vec{E} = \vec{H} = 0$.

Хотя уравнение (34) было получено с самого возникновения квантовой механики (1926 г.), возможность электрона подвергнуться взаимодействию с полем при движении в области, где компоненты поля \vec{E} и \vec{H} равны нулю, была осознана только в 1955 году. Именно в это время Бом и Аронов сделали вопрос в теоретическом плане достаточно ясным. Ими также была предложена первая схема эксперимента по дифракции электронов в поле \vec{A} при $\vec{E} = \vec{H} = 0$. Этот эксперимент в 1960 году осуществил R. G. Chambers [33]. Опыт дал положительный результат. В 1964 году R. S. Jaklevic и др. [32] также провели эксперимент, специально поставленный для обнаружения \vec{A} в областях пространства, где $\vec{E} = \vec{H} = 0$, с использованием эффекта Джозефсона. Результаты их опыта полностью согласуются с предсказаниями квантовой теории. Оба эти эксперимента однозначно показали ограниченность описания электромагнитного поля с помощью \vec{E} и \vec{H} и необходимость описания его только с помощью потенциалов. Характерно, что подобные вещи могут тридцать лет быть на виду, но игнорироваться из-за определенных предрассудков.

32. Неприменимость существующего набора математических законов электродинамики к анализу электромагнитных явлений индукции (по крайней мере, в областях пространства, где компоненты поля $\vec{E} = \vec{H} = 0$) можно показать следующим образом.

Обычно уравнение движения аналитически получают из принципа наименьшего действия. При этом сложность заключается в выборе функции Лагранжа (L), стоящей под интегралом действия. В релятивистском случае нет строгого алгоритма выбора вида L , какой имеется в классической механике. В последней лагранжиан по определению есть кинетическая энергия минус потенциальная. Поэтому для любой системы взаимодействующих тел его аналитический вид, в принципе, может быть определен. В релятивистской механике и в электродинамике вопрос о том,

какой должна быть функция L решается только методом проб и ошибок. При этом имеется в виду, чтобы выполнялось требование релятивистской инвариантности, а получившееся при варьировании действия уравнение движения охватывало весь имеющийся набор экспериментальных данных.

В применении к электромагнитным взаимодействиям функция Лагранжа имеет вид [7, 13] и др.

$$L = -m_0 c^2 \sqrt{1 - v^2 / c^2} + (q/c) \vec{A} \vec{V} - q\phi \quad (35)$$

Приводя это выражение, Л. Ландау специально делает оговорку о том, что его надо рассматривать прежде всего как результат опытных данных, то есть уравнения (33). В этой связи очевидно, что выражение (35) никакой новой информации об электромагнитном взаимодействии сверх заложенной в уравнении (33) не содержит. Отметим, что именно при выводе уравнения (33) вводится определение (1). Ландау также делает замечание о том, что общие соображения, например, требования релятивистской инвариантности, допускают наличие в выражении для действия дополнительных членов. Так как алгоритм выбора L неопределен, то вся мощь современного аппарата аналитической механики в данном случае оказывается бессильной. Качественно объяснение явления индукции может быть проведено, если привлечь понятие потенциалов. Хотя сразу же следует отметить, что состояние соответствующего раздела современной теоретической физики не позволяет дать его точную количественную характеристику.

Так, в рассмотренном выше примере с трансформатором, хотя вне сердечника $\vec{E} = \vec{B} = 0$, во всем пространстве, окружающем его, отличны от нуля потенциалы \vec{A} и ϕ . Допустим, что явление в проводе, охватывающем магнитопровод, есть макроскопическое квантовомеханическое явление. В этом случае к Ψ -функции каждого электрона может быть применено уравнение [16, 8]

$$\rho = \Psi \Psi^* [1 + (E' - e\phi) / m_0 c^2], \quad (36)$$

где ρ - плотность заряда; e - заряд электрона; E' - разность между полной энергией электрона и его энергией покоя; m_0 - масса покоя электрона.

Уравнение (36) утверждает, что в присутствии внешнего неоднородного потенциала¹³ волновая функция каждого электрона перекашивается. Следовательно, в рассматриваемом случае на концах разомкнутого провода, охватывающего соленоид, действительно может наблюдаться разность потенциалов, определяемая разной плотностью электронов на кон-

¹³ Как уже отмечалось, в соответствии с опытными данными, потенциал вихревого поля обладает периодической неоднозначностью. Связь ϕ и $\vec{A} = \vec{A}(t)$ вытекает из калибровки Лоренца (37).

цах провода. Между концами провода можно зафиксировать поле \vec{E} , но оно является не вихревым индуцированным полем, а полем, создающимся реальными зарядами на концах провода.

33. Интерпретации полей \vec{A} и ϕ как реальных физических полей до некоторой степени препятствует их математическая неоднозначность и путаница в литературе относительно выбора калибровки, хотя известно, что только калибровка Лоренца

$$\nabla \vec{A} - \frac{1}{c} \frac{\partial \phi}{\partial t} = 0 \quad (37)$$

релятивистски инвариантна. Часто же применяемая, например, калибровка $\nabla \vec{A} = 0$ релятивистски неинвариантна и означает существование чисто поперечных, то есть плоских, волн потенциала, чему физически соответствовали бы электромагнитные волны с бесконечно большой энергией.

34. Из приведенного выше анализа очевидно, что современная электромагнитная теория Максвелла-Лоренца вообще неприменима для описания электромагнитных явлений. Аппарат квантовой электродинамики, в принципе, предпочтительней (за неимением лучшего), так как он оперирует с потенциалами, хотя и он не сможет полностью прояснить физику явлений. В рамках квантовой (волновой) механики практически не исследованы случаи слишком глубоких потенциальных ям [39] и ускоряющихся частиц (то есть частиц, Ψ -функции которых существенно модулированы по фазе [11]). В квантовой механике до настоящего времени отказано в физической реальности Ψ -волне, и считается, что физический смысл имеет только произведение $\Psi\Psi^*$ (в смысле плотности вероятности), хотя Ψ -волна обладает всеми необходимыми атрибутами реальной, например, электромагнитной волны. Она распространяется, имея фазовую и групповую скорости, интерферирует, дифрагирует и т. д.¹⁴

Квантовая (волновая) механика, показав неизбежность признания волновых свойств вещества, все же оставила половину старых воззрений, приписав, по существу силовым приемом, дуализм волна-частица наблюдаемым сущностям материального мира, при этом какого-либо рационального объяснения этому дуализму не было дано. Следует отметить непоследовательность в формировании принципов волновой механики. Именно, признав волновые свойства частиц, она продолжает пытаться объяснить различные виды взаимодействий только с помощью близкого действия, то есть свести их к локальным, дифференциальным соотношениям, разрабатывая нелокальные теории только на уровне микромира.

35. Представляется необходимым сделать следующий шаг, основанный на трактовке всех наблюдаемых материальных сущностей и их эво-

¹⁴ Даже модуль Ψ (а не $\Psi\Psi^*$!) входит в ряд известных выражений для силы, энергии и т. п. [38].

люции только как процессов в «вакууме» нашей Вселенной, при этом старому понятию вещества, частицы (элементарной частицы) соответствует понятие процесса, определенным образом развивающегося в данной области пространства. Наблюдаемым волновым и корпускулярным свойствам объектов полностью соответствует модель локализованного пробоя, систематически и с наибольшей вероятностью возникающего в областях с высокой концентрацией энергии волны и при наличии необходимых иницирующих факторов, например, вещества измерительного прибора.

Предлагаемая концепция позволяет без оговорок признать Ψ -волну де-Бройля реальной волной в реальном (а не конфигурационном) пространстве, как это и следует из всех имеющихся опытных данных.

Хорошей моделью процесса со свойствами «волна-частица» является электрический пробой в поле бегущей или стоячей электромагнитной волны, в том числе в СВЧ-резонаторе, рассмотренном выше (аналог атома и других связанных квантовомеханических состояний).

Сингулярность, возникающая при «пробое» в поле Ψ -волны, ответственна в первую очередь за возникновение наблюдаемого у заряженных частиц электромагнитного поля, которое, таким образом, даже в условиях статического заряда носит принципиально «пульсирующий» характер. Наблюдаемые «корпускулярные» свойства вещества принципиально дискретны во времени.

Именно такая фундаментальная предпосылка, в частности, позволила авторам экспериментально обнаружить неизвестное ранее явление нарушения симметрии закона электромагнитной индукции относительно направления магнитного векторного потенциала [42] и поставить вопрос о существовании новой специфической силы \vec{F}_A , связанной с потенциалом поля \vec{A} и дивергенцией скорости частицы (волны) $\nabla\vec{V}$ соотношением

$$\vec{F}_A = (e/c)\vec{A}\nabla\vec{V} \quad (38)$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Попытаемся подвести некоторые итоги и сформулировать некоторые наиболее очевидные следствия из вновь открытых закономерностей.

1. Отсутствие в электродинамических эффектах электрического поля в вакууме говорит о том, что электромагнитная волна не несет энергии в обычном смысле этого слова (вектор Умова-Пойнтинга равен нулю). Энергетические проявления поля в приемниках волны связаны, таким образом, исключительно с веществом приемника (и магнитной компонентой волны) и требуют для своего объяснения привлечения новых, нелокальных и обобщенных законов сохранения.

2. Предпочтительность описания электродинамических эффектов с помощью 4-х потенциала поля (\vec{A}, φ) и его взаимодействия с волнами вещества (Ψ -волнами де-Бройля), а также проверенная экспериментально

возможность обнаружения и измерения потенциала поля \bar{A} в областях пространства, в которых отсутствуют даже статические поля \bar{E} и \bar{B} , говорят о реальности продольных волн векторного потенциала и возможности создания устройств для их обнаружения.

Продольные волны являются не только безэнергетическими сами по себе, в отличие от обычной электромагнитной волны, но и не вызывают каких-либо энергетических эффектов в обычном пассивном приемнике, поскольку их присутствие в данной области пространства приводит только к специфической модуляции фазы квантовомеханической волны в соответствии с интегралом Фейнмана.

Для их обнаружения (что подтверждают эксперименты Жаклевича и Чамберса) необходимо затрачивать энергию от местного источника в самом приемнике (например, пропускать ток через сверхпроводящий переход Джозефсона), т. е. приемник должен быть активным.

Подчеркнем, что обычные классические приемные антенны (датчики электромагнитного поля) не будут каким-либо наблюдаемым образом реагировать на продольную волну потенциала.

3. Электродинамические опыты с движущимися средами (прежде всего опыты Рентгена, Эйхенвальда, Вильсона) также свидетельствуют о том, что при использовании движущегося активного вещества (материального тела) в последнем наблюдаются эффекты, как оказалось при детальном анализе, в принципе не укладывающиеся в рамки классической электродинамики.

4. Принципиальные отличия поведения в электромагнитных явлениях пассивных и активных пробных тел позволяют говорить о возможности существования новой, практически не изученной области явлений, к которым, по-видимому, и относятся первичные физические процессы взаимодействия объектов живой природы, отличающихся именно внутренней активностью, и различных внешних полей, в том числе связанных с Землей, Солнцем и т.п. и описываемых, по крайней мере, в терминах 4-х потенциала ($\bar{A}.\varphi$).

Дискутируемые в последнее время вопросы реализации в живых системах сверхпроводимости на уровне молекулярных структур, вопросы истолкования функционирования синаптических соединений аксонов, как туннельных переходов, необходимость привлечения математического аппарата квантовой (волновой) механики для продвижения в понимании процессов мышления и жизни вообще, свидетельствуют в пользу гипотезы о специфичной активной электродинамике, используемой живыми объектами.

Живые объекты, по-видимому, являются природными датчиками поля, реагирующими на 4-х потенциал с помощью биологических структур

типа, скажем, цепочек сверхпроводник-туннельный джозефсоновский переход-сверхпроводник.

Возможность реагирования на потенциал поля в условиях $\vec{E} = 0$, $\vec{H} = 0$, характерная для таких структур, может объяснить причину неудачных попыток найти агент-носитель Солнечно-Земных связей (поле 4-х потенциала, окружающего Солнце и Землю, и его эволюции должны стать одним из первоочередных объектов изучения).

5. Активная электродинамика может открыть новые эффективные пути диагностики и лечения.

Так, обсуждаемая аналогия с туннельным эффектом Джозефсона и опытами Жаклевича приводит к мысли о том, что мощным инструментом лечебного воздействия может стать пропускание через биологически активные точки и каналы электрического тока в сочетании с управляемым полевым воздействием.

По отдельности, как мы видим на примере опытов Жаклевича, ни внешнее поле, ни пропускаемый ток не создают условий для наблюдения макроскопических квантовомеханических (волновых) эффектов.

В то же время предлагаемая концепция может объяснить зависимость эффективности электропунктуры от внешних условий - времени суток, состояния Солнца и др., влияющих на величину и конфигурацию естественных фоновых полей.

Литература

1. *Поспелов Д.А., Пушкин В.Н.* Мышление и автоматы. М.: Сов.радно, 1972.
2. *Тамм Е.И.* Основы теории электричества. М.: ГИИТЛ, 1956.
3. *Тоннела М.-А.* Основы электромагнетизма и теории относительности. М.: ИЛ, 1962.
4. *Толмен Р.* Относительность, термодинамика и космология. М.: Наука, 1974
5. *Вигнер Е.* Этюды о симметрии. М.: Мир, 1971.
6. *Меллер К.* Теория относительности. М.: Атомиздат, 1975.
7. *Савельев И.В.* Основы теоретической физики. Т. 1. М.: Наука, 1975.
8. *Соколов А.А., Тернов И.М.* Релятивистский электрои. М.: Наука, 1974.
9. *Зильберман Г.Е.* Электричество и магнетизм. М.: Наука, 1970.
10. *Парселл Э.* Электричество и магнетизм./Берклевский курс физики, т. 2. М.: Наука, 1965.
11. *Вихман Э.* Кваитовая физика./Берклевский курс физики, т. 4. М.: Наука, 1968.
12. *Займан Дж.* Принципы теории твердого тела. М.: Мир, 1974.
13. *Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М.* Теория поля. М.: Наука, 1973.
14. *Давыдов А.С.* Кваитовая механика. М.: Наука, 1973.
15. *Левич В.Г.* Курс теоретической физики. Т. 1. М.: ГИФМЛ, 1962.
16. *Левич В.Г., Вдовин Ю.А., Мямлин В.А.* Курс теоретической физики. Т. 2. М.: Наука, 1971.
17. *Каценеленбаум Б.З.* Высокочастотная электродинамика. М.: Наука, 1966.
18. *Марков Г.Т.* Антенны, М-Л.: ГЭИ, 1960.

19. Дуков В.М. Электродинамика, М.: ИВШ, 1975.
20. Линтон Э. Сверхпроводимость. М.: Мир, 1971.
21. Спроул Р. Современная физика. М.: Наука, 1974.
22. Солимар Л. Туннельный эффект в сверхпроводниках и его применение. М.: Мир, 1974.
23. Сингер С. Природа шаровой молнии. М.: Мир, 1973.
24. Паули В. Физические очерки. М.: Наука, 1975.
25. Ягодинский В.Н. Космический пульс биосферы. М.: Знание, 1975.
26. Проблема СЕТИ. М.: Мир, 1975.
27. Schwarz H., Hora H.//Appl. Phys. Lett. 15, 349, 1969.
28. Варшалович Д.А., Дьяков М.И. Об эффекте Шварца и Хора//Письма в ЖЭТФ, 1970, т. 11. С. 594-597.
29. Рубин П.Л. Модуляция электронного пучка световой волной//Письма в ЖЭТФ, 1970, т. 11. С. 356-359.
30. Варшалович Д.А., Дьяков М.И. Квантовая теория модуляции электронного пучка на оптических частотах//ЖЭТФ, 1971, т. 60, вып. 1. С. 90-101.
31. Бэррет: Вестлейк. Сб. Кибернетические проблемы бионики (синтез моделей и инженерные аспекты). М.: Мир, 1972.
32. Jaklevic R.C., Lambe J., Selver A.H., Mercereau I.E. Quantum interference from a static vector potential in a field-free region//Phys. Rev. Letters, v. 12, № 7, February, 1964.
33. Chambers R.G. Shift of an Electron Interference Pattern by Enclosed Magnetic Flux//Phys. Rev., 5, 1960.
34. Saxl E. I., Allen M.//Phys. Rev., 1971, v. 3, p. 823.
36. Колесников Е.М., Колесникова С.М. Влияние солнечной активности на свободные колебания крутильного маятника/Сб. Проблемы теории гравитации и элементарных частиц. М.: Атомиздат, 1975.
36. Хвольсон О.Д. Курс физики, т. 5. Берлин: РСФСР ГИ, 1925.
37. Максвелл Дж.К. Избранные сочинения по теории электромагнитного поля, М.: ГИИТЛ, 1954.
38. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике, тт. 1-9. М.: Мир, 1966.
39. Берестецкий В.Б., Лифшиц Е.М., Питаевский Л.П. Релятивистская квантовая теория, ч. 1. М.: Наука, 1968.
40. Миткевич В. Физические основы электротехники, ч. 2. М-Л., 1928.
41. Гинзбург В.Л., Скобельцин Д.В.//УФН, 110, 1973.
42. Авраменко Р.Ф., Грачев Л.П., Николаева В.И. Нарушение симметрии закона электромагнитной индукции относительно направления магнитного векторного потенциала электромагнитного поля. Заявка на открытие № ОТ-8896 от 16.10. 1974 г.
43. Ахиезер А.И., Берестецкий В.Б. Квантовая электродинамика. М.: Наука, 1969.
44. Гинзбург В.Л. Теоретическая физика и астрофизика. М.: Наука, 1975.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ ЗАКОНОВ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ

Научно-технический отчет. М.: НИИРП, 1976.

1. Постановка задачи

1.1. Дифференциальные соотношения для векторов поля \vec{E} и \vec{B} в вакууме

$$\operatorname{rot}\vec{E} = -\frac{1}{c} \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \quad (1)$$

$$\operatorname{rot}\vec{B} = \frac{1}{c} \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} \quad (2)$$

в настоящее время принято называть уравнениями Максвелла, хотя на самом деле они представляют только толкование Хевисайдом (1900 гг.) ряда уравнений, примененных Максвеллом для описания введенного им понятия поля, как сущности, позволявшей избавиться от понятия дальнего действия.

1.2. В то время как основные фундаментальные законы физики проверены в широком диапазоне параметров экспериментально рядом исследователей с высокой точностью - закон Ньютона и закон эквивалентности с точностью до 10^{-11} , закон Кулона с точностью до 10^{-9} , соотношения (1) и (2) на сегодня не подвергались прямой и убедительной экспериментальной проверке (ранние опыты 1900-х годов не дали каких-либо надежных количественных результатов, особенно применительно к (1)).

1.3. Общая убежденность в справедливости соотношений (1), (2) основана, по-видимому, на факте существования (и широкого использования) «электромагнитных» волн и на безусловной справедливости открытых Фарадеем экспериментально интегральных законов «электромагнитной индукции».

1.4. Однако детальный анализ основ электродинамики показывает, что ни факт существования в вакууме неких волновых процессов, удовлетворяющих волновому уравнению (для, скажем, 4-х потенциала поля $\square(\vec{A}, \varphi) = 0$), ни факт наблюдения в индукционных явлениях разности потенциалов U на концах проводника (и протекания тока через замкнутую цепь) в соответствии с соотношением

$$U = -\frac{1}{c} \frac{\partial \Phi}{\partial t}, \quad (3)$$

где Φ - магнитный поток, охваченный контуром проводника,

не дают возможности логически безупречно и однозначно ответить на вопрос о причине, вызывающей наблюдаемое перемещение носителей заряда.

1.5. Обычным толкованием явления индукции Фарадея является утверждение о том, что вокруг (и внутри) переменного во времени магнитного потока возникает электрическое поле с замкнутыми силовыми линиями, так, что

$$\oint \vec{E} d\vec{l} = -\frac{1}{c} \frac{\partial \Phi}{\partial t} \quad (4)$$

Но поскольку прямых локальных, удовлетворяющих аксиоматике теории поля, измерений индукционного поля \vec{E} , создаваемого переменным магнитным потоком, до последнего времени не проводилось,¹ следует ограничиться более осторожным суждением - опытные данные, как и во времена Максвелла, говорят лишь о том, что $\oint \vec{E}_{\text{стор}} d\vec{l} = -\frac{1}{c} \frac{\partial \Phi}{\partial t}$, где $\epsilon_{\text{стор}}$ - в общем случае сторонняя (по отношению к классической теории электромагнетизма), «электродвижущая сила»,² которая не обязательно должна сводиться к силе $\vec{F} = e\vec{E}$, действующей на единичный (и неподвижный) локальный пробный заряд e .

1.6. Действительно, химические, термоэлектрические и т.п. источники тока основаны на действии $\epsilon_{\text{стор}}$,³ имеющей, как это общепризнанно, квантовомеханическое происхождение, хотя наблюдаемое внешнее проявление этой ЭДС такое же, как проявление и ЭДС индукции - на концах проводящей цепи возникает разная плотность носителей зарядов, при замыкании цепи течет ток и т.п.

Хорошо известна и на опыте наблюдалась и другая ЭДС - гравитационно-инерциального происхождения (опыты Стюарта-Толмена и др.).

И если в рамках классической электродинамики учитывается лишь одно свойство пробного тела - его заряд (напомним, что теория поля базируется на фундаментальном понятии малого локального пробного тела, не нарушающего свойств и величины поля), то для построения теории «сторонних ЭДС» надо учитывать и такие неустранимые и фундаментальные свойства пробного тела, как комплексная амплитуда волновой функции $\psi = \xi e^{i\theta}$, масса m и др.

1.7. В то же время отметим, что известные на сегодня носители заряда, пригодные для «использования» в качестве пробного тела, обязательно имеют наряду с зарядом массу, волновые свойства и др.

Т.е. в общем случае мы лишены возможности в реальных (а не мысленных) опытах раздельно наблюдать взаимодействие только заряда пробного тела с внешним электрическим полем.

1.8. Итак, известные опытные данные на сегодня позволяют дать лишь самую общую трактовку электромагнетизма: «под действием переменного магнитного потока в материальных телах может возникать ЭДС,

¹ Отметим со ссылкой на [1], что факт работы бетатрона отнюдь не доказывает наличия в каждой точке орбиты электрона (электронной квантовомеханической волны) силы $\vec{F} = e\vec{E}$, действующей на локальный неподвижный пробный заряд.

² Именно этим понятием и оперировал сам Максвелл [2].

³ Совершающей работу, кстати говоря, против силы $\vec{F} = e\vec{E}$, неизбежно возникающей при разделении зарядов «силой» сторонней ЭДС.

приводящая к разделению зарядов и протеканию в цепи электрического тока».⁴

Нет экспериментов (или других данных), убедительно показывающих, что указанное изменение плотности носителей зарядов и протекание тока происходит под действием именно силы $\vec{F} = e\vec{E}$ (т.е. действующей на заряд пробного тела), а не под действием, скажем, в возникающей в этих условиях гравитационной силы (сознательно утрируем) $\vec{F} = m\vec{A}_g$ (\vec{A}_g - возникающее гравитационное инерционное поле) или под «действием» некоей модуляции волновой функции ψ носителей заряда (понятие силы с появлением волновой механики потеряло свою наглядность).

1.9. В этой ситуации большой интерес представляет постановка прямых опытов по наблюдению электрического индукционного поля с помощью неподвижных локальных датчиков, в соответствии с требованиями аксиоматики, заложенной в понятие электромагнитного поля.

1.10. При постановке опытов следует иметь в виду по крайней мере следующие возможности, в той или иной мере вытекающие из анализа трудностей современной классической и квантовой электродинамики :

а) ЭДС в явлениях индукции имеет не электрическое происхождение (т.е. $E_{\text{инд}} \neq 0$), однако распределение «сторонних сил», соответствующее этой ЭДС, может быть описано дифференциальными (локальными) соотношениями вида

$$\text{rot} \vec{E}_{\text{стор}} = -\frac{1}{c} \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \quad (6)$$

При этом реальной силе, действующей на пробное заряженное тело, отвечал бы только второй член в известном выражении $\vec{E} = -\frac{1}{c} \frac{\partial \vec{A}}{\partial t} - \nabla \phi$, связывающем \vec{E} с (\vec{A}, ϕ) , т.е. всегда $\vec{E} = -\nabla \phi$, в то время как поле $\frac{1}{c} \frac{\partial \vec{A}}{\partial t}$ не адекватно силе, действующей на заряд, хотя быть может и вызывает «силу», действующую на другие наблюдаемые параметры пробного тела - скажем, массу.

б) ЭДС индукции имеет неэлектрическое происхождение ($E_{\text{инд}} = 0$) и не описывается локальными дифференциальными соотношениями. В этом случае результаты опытов будут существенно зависеть от интегральных свойств пробного тела (датчика поля) и экспериментальной установки в целом.

⁴ Включая и токи смещения.

в) Наблюдаемая ЭДС тождественна силе $\vec{F} = e\vec{E}$, возникающей в соленоидальном индукционном поле. Отметим, что в то же время нет нужды проверять интегральный закон Фарадея $\oint \vec{E}_{\text{стор}} d\vec{l} = -\frac{1}{c} \frac{\partial \Phi}{\partial t}$.

1.11. Методика постановки опытов должна исходить из требования различить перечисленные возможности.

Вместе с тем необходимо четко разграничить круг электродинамических соотношений, подлежащих проверке, и соотношения, многократно проверенные экспериментально и, безусловно, относящиеся к фундаментальным физическим основам электродинамики.

Исходные соотношения, используемые при постановке экспериментов и их возможных объяснениях

1.12 В условиях квазистационарного поля $\vec{E} = \vec{E}(t)$ (в том числе индукционного происхождения) с высокой точностью выполняется условие эквипотенциальности для хороших проводников (односвязных), если размеры последних $l_n \ll \lambda$, где λ - длина волны электромагнитных колебаний, т.е. все точки внутри проводника имеют одинаковый потенциал.

Иначе говоря, речь идет о ситуациях, когда ток через проводник мал и падением напряжения на индуктивном сопротивлении проводника ωL можно пренебречь.

1.14. Любое материальное тело (и прежде всего проводник) обладает неустранимой фундаментальной собственной емкостью (а в присутствии других тел - частичной емкостью) «на бесконечность» C_∞ , величина которой по порядку величины равна максимальному габаритному размеру тела (для шара радиуса R — $C_\infty = R$).

Емкости на бесконечность могут образовывать (замыкать) часть контура (цепи), составленного из тех или иных проводников и других элементов.

1.15. В условиях действия сторонней ЭДС точки 1,2 внутри проводника имеют не равные друг другу потенциалы φ_1 и φ_2 , связанные интегральным соотношением вида $\varphi_2 - \varphi_1 = \int_1^2 \vec{E}_{\text{стор}} d\vec{l}$ (см., например, распределение потенциала в цепи, содержащей химические источники тока).

1.16. С учетом п. 1.14 в экспериментальную программу по локальному измерению $E_{\text{инд}}$ необходимо включить опыты, при которых возможно практически устранить влияние емкости C_∞ пробного тела (датчика) на результаты измерений. Так, если контур «часть емкости на ∞ - проводник (датчик) - часть емкости на ∞ » охватывает поток Φ , следует ожидать (и опыт это подтверждает) появления сигнала на датчике вследствие справедливости интегрального закона $\oint \vec{E}_{\text{стор}} d\vec{l} = U_B = -\frac{1}{c} \frac{\partial \Phi}{\partial t}$.

Описание установки

1.17. Отправной точкой для описываемых ниже опытов является классическое описание индукционного поля, возникающего вокруг магнитопровода с высоким μ , канализирующего переменный во времени магнитный поток. В этом случае индукционное поле существует в областях пространства, где $\vec{B} = 0$, но существует изменяющийся во времени векторный магнитный потенциал $\vec{A}(t)$, связанный с индукционным полем уравнением $\vec{E} = -\frac{1}{c} \frac{\partial \vec{A}}{\partial t}$.

$$\vec{E} = -\frac{1}{c} \frac{\partial \vec{A}}{\partial t}.$$

Хорошо известно, что индукционное электрическое поле $\vec{E}_{\text{инд}}$ вокруг такого магнитопровода описывается теми же математическими законами, что и поле \vec{E} электрического тока, проходящего по проводнику с той же конфигурацией, что и рассматриваемый магнитопровод [3]. Так, для прямолинейного, достаточно длинного магнитопровода, так же как и для прямолинейного провода с током, поля \vec{E} и \vec{B} соответственно, в хорошем приближении описываются в цилиндрической системе координат аксиальными окружностями с законом убывания поля по радиусу $\sim 1/r$.

С учетом замкнутости как реальных токов, так и реальных магнитных потоков известны точные решения (в виде эллиптических интегралов) для полей, создаваемых кольцевым током или кольцевым магнитопроводом (см. приложение П1). На близких расстояниях от оси магнитопровода можно пользоваться законом $\sim 1/r$, на значительных - необходимо использовать точные решения.

1.18. Схема установки приведена на рис.1. Установка состоит из двух функциональных частей: источника индукционного поля и емкостного датчика.

Источником индукционного поля является тороидальный магнитопровод с возбуждающей обмоткой. В качестве магнитопровода использовалось кольцо,⁵ навитое из стальной ленты шириной 25 мм, диаметр магнитопровода 660 мм,

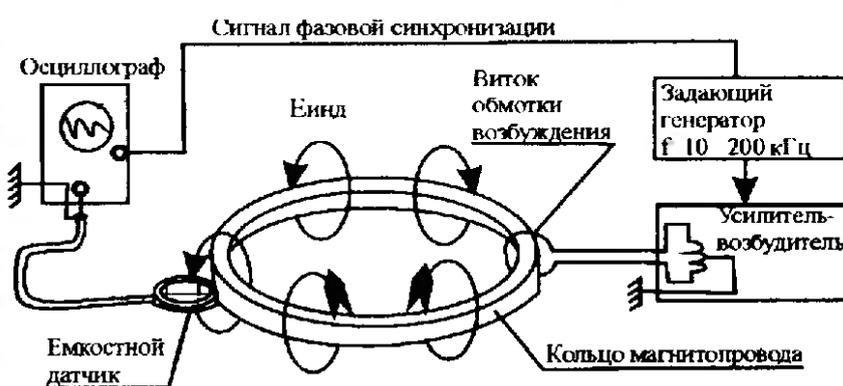


Рис.1. Схема установки.

⁵ Здесь и далее дается описание одного из ряда вариантов выполнения экспериментальной установки. В других вариантах использовался магнитопровод из феррита различных сечений и диаметров, датчики другой конфигурации и размеров.

Результаты, полученные при других вариантах исполнения экспериментальной установки, аналогичны описываемым.

сечение $[25 \times 30]$ мм². Возбуждение на магнитопрод подается по схеме, показанной на рис.2.

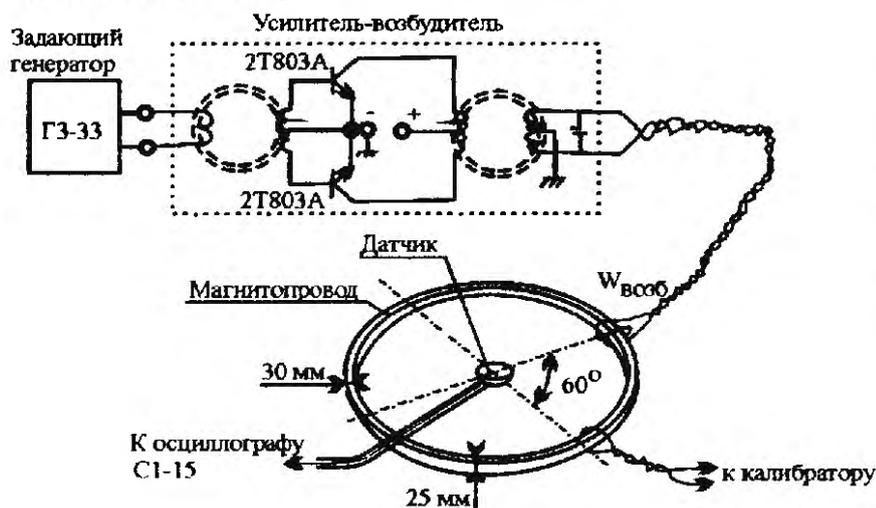


Рис.2. Схема возбуждения магнитопровода (с учетом рассеяния магнитного потока).

1.19. Для измерения локальной напряженности индукционного поля использовался так называемый емкостной датчик [1,4] - устройство в виде двух тонких параллельных проводящих пластин площадью S , помещаемых своими плоскостями перпендикулярно измеряемому полю (рис.4).

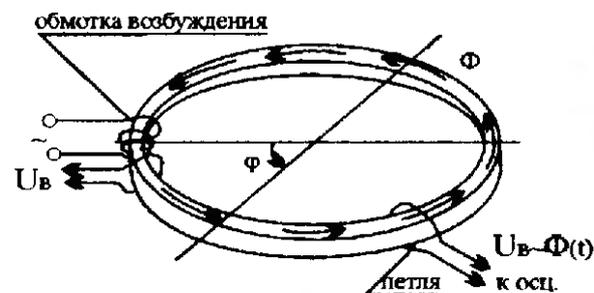
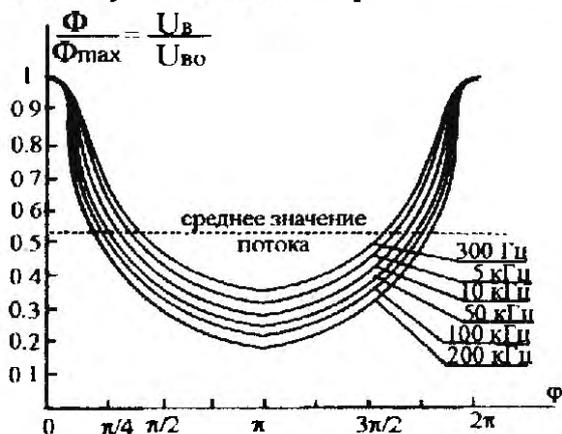


Рис.3. Изменение виткового напряжения вдоль магнитопровода на различных частотах.

Частота генерируемых колебаний может меняться от 10 кГц до 200 кГц. Максимальное витковое напряжение 8 В. Изменение виткового напряжения

$U_v = \int \vec{E}_{инд} d\vec{l}$ вдоль магнитопровода приведено на рис.3 (витковое напряжение изменяется из-за наличия рассея-

ния магнитного потока). Площадь пластин и расстояние между ними выбираются исходя из требований получения заданной чувствительности и, с другой стороны, требования внесения минимальных искажений в измеряемое поле. Пластины соединяются друг с другом через цепь измерительного прибора, в частности, между пластинами может быть физически размещен входной каскад транзисторного усилителя. Одна из пластин («холодная») обычно соединяется с общим заземлением установки.

Работа датчика рис.4а основана на том, что при помещении его в поле $\vec{E} = \vec{E}(t)$ на поверхности «горячей» пластины возникает плотность заряда $\sigma(t) = \vec{E}(t)$, причем полный заряд

$q(t) = S\sigma(t)$ имеет возможность протекать под действием поля (силы) $\vec{E}(t)$ с пластины на пластину через входную цепь измерительного прибора (в простейшем случае - осциллографа, см., например, [4,5]).

Измерение индукционного электрического поля в описываемом опыте осуществлялось емкостным датчиком, состоящим из двух металлических пластин диаметром 35 мм, расстоянием между пластинами 1.5 мм, заполненным диэлектриком (стеклотекстолит). Конструктивная схема датчика приведена на рис.4. Сигнал с емкостного датчика через отрезок тонкого экранированного кабеля длиной ~1.5 м подается на осциллограф С1-15 (чувствительность 50 мкВ/см).

Подобный датчик, удовлетворяя требованиям «малого пробного тела», в то же время полностью эквивалентен по возможности обнаружить переменное $\vec{E} = \vec{E}(t)$ одиночному малому заряженному телу. Последнее в переменном поле будет совершать колебательное движение вдоль линии вектора \vec{E} , причем этому движению соответствует некоторый измеримый переменный ток, аналогичный току между пластинами конденсаторного датчика.

Подчеркнем, что для работы датчика существенно лишь, чтобы составляющая поля $E_1(t)$ на поверхности «горячей» пластины была отлична от 0.

1.20. Контроль работоспособности и калибровка емкостного датчика производились следующим образом. С помощью вторичной обмотки из одного витка произвольной геометрии, охватывающего магнитопровод, возбуждаемый от схемы запитки рис.2, снимается сигнал, который подается на 2 профильных электрода, в зазоре между которыми создается переменное «кулоновское» поле с той же локальной геометрией, напряженностью и частотой, что и подлежащее измерению индукционное поле. Электроды удалены от магнитопровода на достаточно большое расстояние, так чтобы не было прямого влияния $\vec{E}_{инд}$. Схема калибровки поясняется на рис.5.

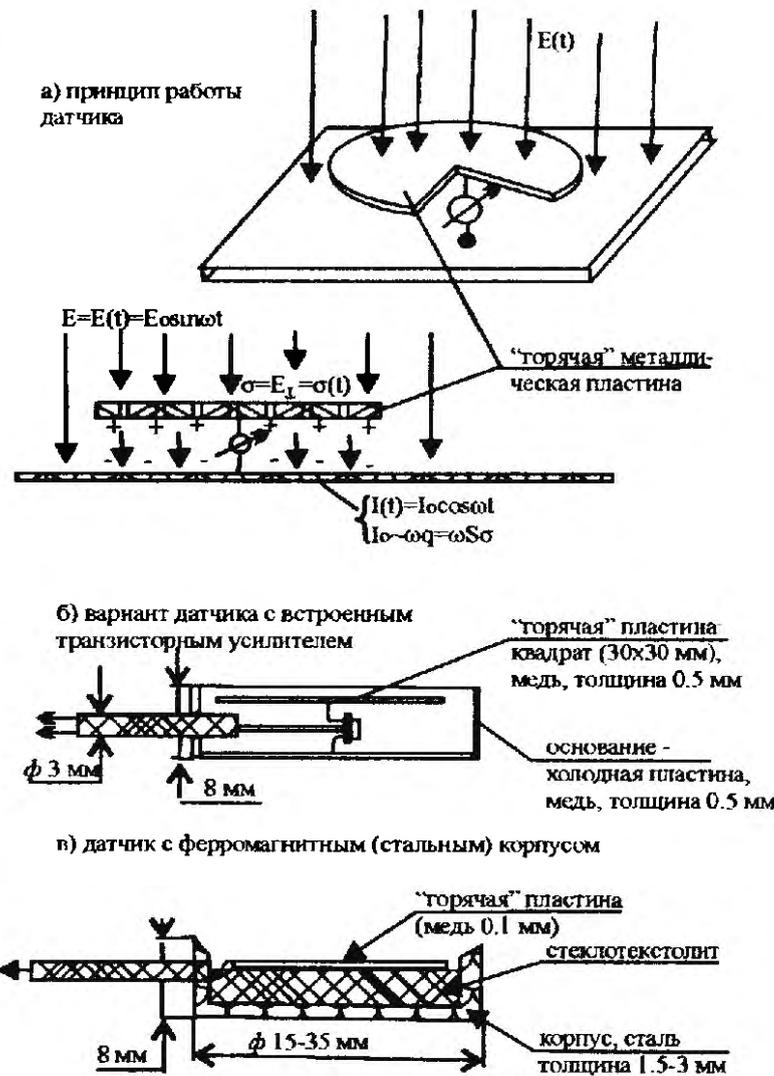


Рис.4. Емкостной датчик.

Существенно отметить, что при калибровке показания датчика прак-

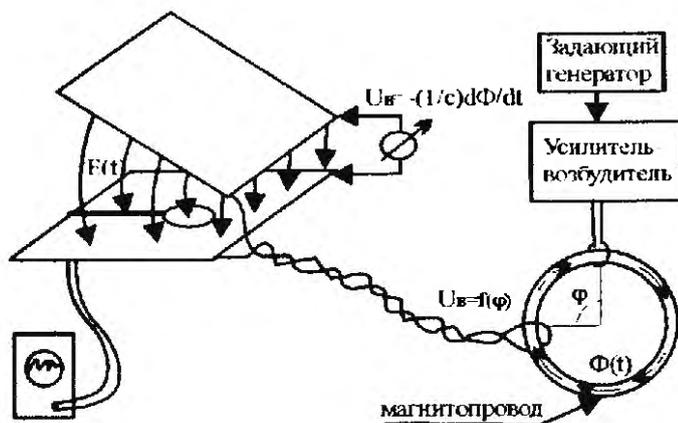


Рис.5. Схема калибровки

тически не зависят от площади пластин, если поперечник этих пластин превышает расстояние между ними.

Таким образом, при проведении экспериментов калибровочное поле имело ту же частоту ω , что и измеряемое индукционное поле (10...200 кГц), а интенсивность его можно было устанавливать равной интенсивности ожидаемого $\vec{E}_{\text{инд}}$.

1.21. Определенные (но преодолимые) затруднения в постановке опытов по измерению $\vec{E}_{\text{инд}}$ вызывает то обстоятельство, что магнитопровод был изготовлен (навит) из ферромагнитной ленты и имел квадратное сечение. При этом неизбежно возникновение на поверхности магнитопровода значительных и практически трудно контролируемых поляризованных сигналов [1,3] - отличных от нуля переменных плотностей зарядов, создающих вблизи магнитопровода кулоновское поле $\vec{E}_{\text{кул}}$, накладывающееся на измеряемое $\vec{E}_{\text{инд}}$.

В описываемых опытах влияние этого поля $\vec{E}_{\text{кул}}$, убывающего с расстоянием от оси магнитопровода, по крайней мере, как поле диполя, устранялось либо проведением измерений на достаточном удалении от магнитопровода, либо созданием контролируемых условий путем охватывания части магнитопровода проводящей лентой, не образующей, однако, гальванически замкнутого витка (см. п.2.5).

II. Описание эксперимента

Опыт, свидетельствующий о несостоятельности современных представлений об индукционном электрическом поле

2.1. Как уже отмечалось, поле $\vec{E}_{\text{инд}}$ вблизи магнитопровода должно было бы иметь вид концентрических окружностей с центром на оси магнитопровода (аналогично полю \vec{B} , создаваемому линейным током I).

Если магнитопровод расположить непосредственно над проводящей плоскостью Σ_1 (лист металла, толщина которого превышает толщину скин-слоя), то, используя метод зеркального отображения (считая, что с другой стороны плоскости расположен аналогичный магнитопровод), можно определить поле в верхней полусфере (рис.6). Очевидно, что это электрическое поле будет близко по геометрии к полуокружностям, а

интенсивность его возрастет вдвое по сравнению с исходным полем без проводящего экрана (см. также приложение П-2).

Естественно, поле останется симметричным относительно плоскости Y (рис.6), перпендикулярной экрану и проходящей через ось магнитопровода.⁶

Нормальная составляющая E_{\perp} вызовет появление на экране \mathcal{E} поверхностной плотности заряда $\sigma = E_{\perp}$, величина которой будет зависеть от расстояния r от оси магнитопровода по закону $\sim 1/r$.

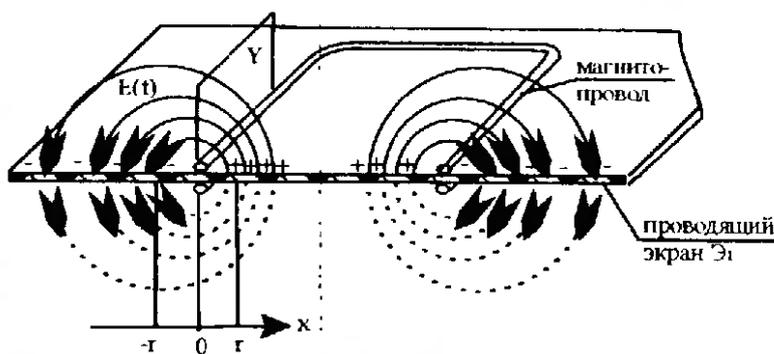


Рис.6. Электрическое поле в присутствии проводящего экрана.

2.2. Итак, согласно классическим представлениям в рассматриваемой ситуации должно наблюдаться одинаковое по интенсивности поле \vec{E} на одинаковых расстояниях справа и слева магнитопровода и соответствующая этому полю плотность $\pm\sigma$ поверхностных зарядов на проводящем экране. Степень приближения к условию полной симметрии, очевидно, тем больше, чем больше поперечник магнитопровода по сравнению с расстоянием от оси магнитопровода до точек измерения $\vec{E}(t)$ и $\sigma(t)$.

2.3. Важно напомнить, что в рамках классической теории поля задание локального распределения $\vec{E} = \vec{E}(t)$ у поверхности экрана полностью определяет токи, напряжения и другие изменяемые непосредственно вблизи этой поверхности тем или иным, не искажающим поле, датчиком величины, так что в рамках задачи заданного поля уже нет необходимости (точнее недопустимо) при рассмотрении работы датчика вновь возвращаться к граничным условиям, уже использованным при нахождении этого поля.

Датчик, выполненный в соответствии с п.1.19, должен был бы давать одинаковые по модулю показания при расположении его на одинаковом расстоянии справа и слева магнитопровода.

2.4. Описываемый ниже эксперимент (показавший полное отсутствие симметрии показаний датчика справа и слева от магнитопровода) был поставлен с целью определить как справедливость классических дифференциальных уравнений поля, так и, прежде всего, саму возможность

⁶ Отклонения геометрии поля от аксиальной могут быть учтены в соответствии с П1 (за счет влияния поля удаленных частей кольцевого магнитопровода). В рассматриваемом конкретном исполнении опыта связанная с этим поправка интенсивности поля во всяком случае не превышает 50%.

описать явление электромагнитной индукции в рамках любых локальных теорий.

2.5. При использовании реального магнитопровода сечения $2.5 \times 3.0 \text{ см}^2$, навитого из пермаллоевой ленты и имеющего форму тора диаметром 66 см, задача измерения датчиком полей вокруг магнитопровода осложняется указанным выше явлением поляризации анизотропного проводящего материала (пермаллоя).

В реальном эксперименте, поясняющем рис.7, участок магнитопровода,

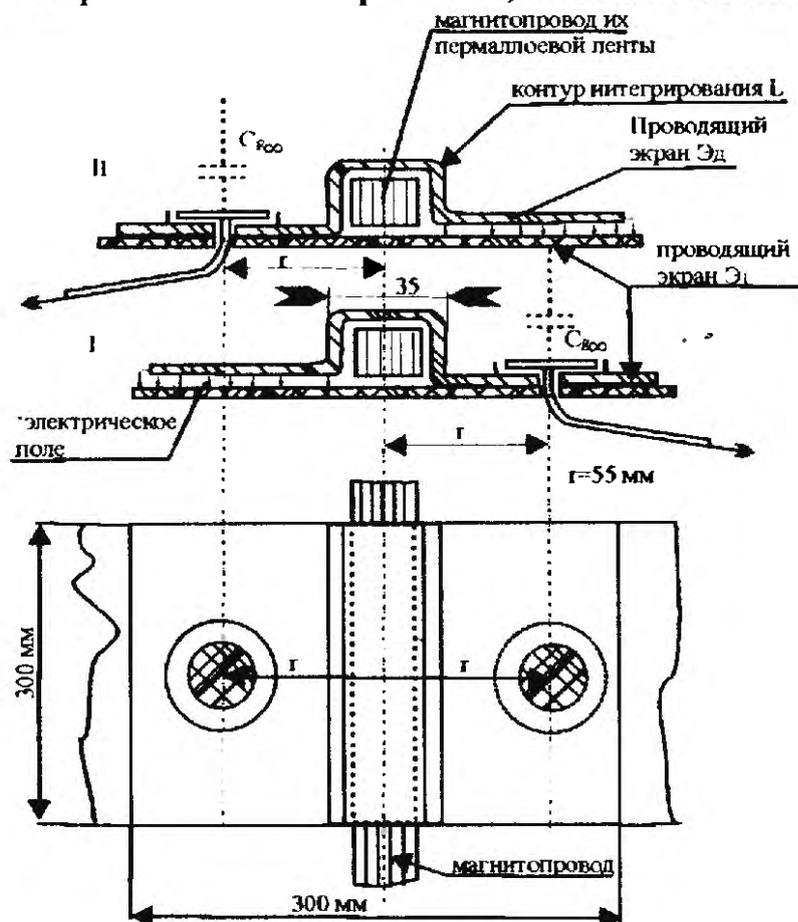


Рис.7. Схема экспериментов с дополнительным экраном Э_д.

около которого в точках 'а' или 'б' располагался датчик, закрывался дополнительным профилированным проводящим экраном Э_д (материал - листовой алюминий, толщина 2 мм), который соединялся гальванически с заземленной пластиной Э₁ с одной из сторон участка магнитопровода, в то время как с другой стороны экран Э_д был изолирован от заземленной пластины с тем, чтобы избежать «короткозамкнутого витка». В направлении оси магнитопровода протяженность экрана была

20...30 см, что позволяло пренебречь краевыми эффектами.

Экран Э_д позволял полностью устранить влияние полей, связанных с конкретной структурой магнитопровода (кулоновских полей от поляризации материала магнитопровода) на датчик, располагавшийся в точках 'а' и 'б'.

Хотя данный экран существенно изменял структуру и величину индукционного поля, на которое накладывалось кулоновское поле зарядов, наведенных на поверхности экрана, это изменение поля при положениях экрана Э_д I и II, использовавшихся в опыте, было зеркально-симметричным. При этом показания датчика, всегда размещавшегося в фиксированном положении относительно экрана, должны были бы отличаться лишь полярностью (фазой «0...π»).

2.6. Отметим, что идущие от датчика проводники (кабель) располагались на поверхности заземленной пластины Э₁, или проходили под ней,

вне зоны действия переменного электрического поля. Толщина пластины Э₁ составляла 2-3 мм (материал - Al), так что на рабочих частотах установки 10...200 кГц она существенно превышала толщину скин-слоя.

2.7. Измеренные в опыте сигналы, зарегистрированные датчиком, составляли (по отношению к номинальному, измеренному внутри кольца значению поля E₀ без экрана Э_д): I - справа (внутри кольца магнитопровода) 0,5E₀; II - слева (вне кольца) 0,02...0,03 E₀.

Точность измерений составляла ±3%, уровень фоновых (синусоидальных) сигналов ~0,015 E₀, измерение производилось на частоте f=20 кГц.

2.8. Таким образом, отношение сигналов, наблюдаемых в двух вариантах эксперимента, локально подобных с точностью до зеркальной инверсии, оказалось 1:20(30), в то время как концепция локального $\vec{E}_{инд}$ допускает различие не более чем в 2 раза, причем это различие должно исчезать при увеличении длины магнитопровода.

2.9. Обратим внимание на следующее обстоятельство. Поскольку в классической теории индукционное поле $\vec{E}_{инд}$ локально не отличимо от кулоновского поля, создаваемого реальными зарядами, в рамках этой теории следует полагать, что внесение экрана Э_д приводит к такому перераспределению поля, что витковая разность потенциалов $U_B = \oint \vec{E}_{инд} d\vec{l} = \oint (\vec{E}_{инд} + \vec{E}_{кул}) d\vec{l}$ при обходе по контуру L (рис.7, через металл экрана Э_д и заземленного листа Э₁) полностью сосредоточена в зазоре между экраном Э_д и листом Э₁, поскольку металл в квазистационарном поле с высокой точностью можно считать эквипотенциальным.⁷ В этом зазоре возникает значительное кулоновское поле, суммирующееся с исходным полем $\vec{E}_{инд}$. Вне зазора поля $\vec{E}_{кул}$ и $\vec{E}_{инд}$ практически полностью компенсируют друг друга.⁸ Следовательно, абсолютные показания датчика должны были бы быть малы как в ситуации I, так и в ситуации II (п.2.7).

2.10. Значительный сигнал с датчика в ситуации I (п.2.7) говорит о том, что потенциал датчика и обращенной «вверх» стороны экрана Э₁ в этом положении относительно «∞» существенно не нулевой, что не совместимо с описанием индукционных явлений с помощью поля $\vec{E}_{инд}$, локально эквивалентного кулоновскому полю $\vec{E} = -\nabla\phi$.

2.11. Для того, чтобы убедиться, что датчик реагирует на собственный переменный потенциал относительно «∞», был поставлен контрольный опыт, поясняющийся на рис.8.

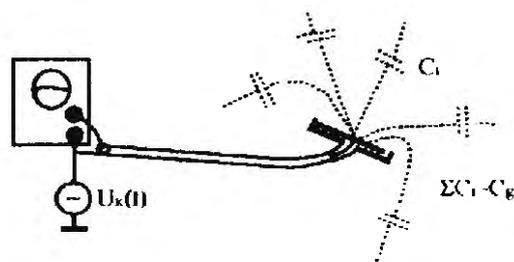


Рис.8. Схема контрольного опыта.

⁷ В той мере, в которой мы можем пользоваться цилиндрической симметрией задачи.

⁸ См., однако, п.3.1.

На датчик и регистрирующий прибор (осциллограф) подавалось напряжение $U_k=U(t)$ относительно заземления от генератора синусоидальных колебаний. Датчик был удален от окружающих предметов на максимально возможное расстояние, ограничиваемое длиной кабеля 1...3 м.

Опыт показал, что в этой ситуации показания датчика постоянны, не зависят от его ориентации по углам и хорошо согласуются с расчетным значением, полученным исходя из учета интегрального эффекта - собственной емкости «горячей» пластины датчика на «∞».

Другими словами, датчик реагирует на разность потенциалов между точкой пространства, где он расположен, и потенциалом «∞» (бесконечно удаленных объектов).

2.12. Если вернуться теперь к ситуации I описываемого опыта, мы должны сделать вывод, что отличие от нуля потенциала в месте расположения датчика обусловлено тем, что металл в «индукционном поле» не является эквипотенциальной средой - в нем распределена сторонняя ЭДС не электрического происхождения (но сводящаяся к силе Лоренца - $\vec{F} = e\vec{E} + (e/c)\vec{V} \times \vec{B}$).

Принципиально неустранимая внешняя емкость «горячей» пластины датчика на «∞» вместе с проводящими элементами экранов образуют контур, охватывающий переменный магнитный поток. Интеграл от сторонней ЭДС в этом контуре равен витковому напряжению U_v , которое, по существу, делится в емкостном делителе, составленном емкостью $C_{до}$ и обычной внутренней емкостью элементов датчика, кабеля и входной емкостью осциллографа.

Наличие фундаментальной внешней емкости у любых материальных тел обеспечивает выполнение интегрального закона индукции

$$U_v = -\frac{1}{c} \frac{\partial \Phi}{\partial t} \text{ и в «разомкнутом» контуре.}$$

Заметим, что в ситуации II п.2.7, контур, образованный внешней емкостью, практически не охватывает поток Φ , так что ЭДС в контуре близка к нулю, что и подтверждается минимальными показаниями датчика, близкими к достижимому уровню фоновых сигналов.

2.13 Следует отметить также, что в условиях данного опыта (рис.7) точки верхней и нижней стороны листа \mathcal{E}_1 имеют различные потенциалы относительно «верхней полусферы» и «нижней полусферы», а именно: датчик снизу листа дает нулевые показания на всей нижней поверхности. Это обстоятельство существенно отличает явления при проверке датчика по п.2.7 и явления в эксперименте с «индукционным полем».

Опыты, подтверждающие гипотезу о неэквипотенциальности проводников в условиях «электромагнитной индукции» и интегральный (нелокальный) характер законов электромагнетизма

2.15. Возникновение сторонней ЭДС $\varepsilon_{стор}$ в проводнике, помещенном вблизи переменного магнитного потока $\Phi=\Phi(t)$, и ее связь с внешней ем-

костью датчика приводят к ряду следствий, несовместимых с классической электродинамикой, которые возможно непосредственно проверить в эксперименте:

1. Справедливость интегрального закона $\oint \vec{\epsilon}_{\text{стор}} d\vec{l} = U_{\text{в}}$ позволяет сделать вывод о том, что потенциал (и соответственно показания) датчика при перемещении его в плоскости кольцевого магнитопровода должен быть практически постоянен внутри кольца и спадать к нулю вне его, вне зависимости от диаметра магнитопровода (см. рис.9).

Действительно, только на участке cd рис.9 следует ожидать вклада сторонней ЭДС в

$$\int_{-\infty}^{\infty} \vec{\epsilon}_{\text{стор}} d\vec{l}.$$

2. Изменение внешней емкости как в количественном отношении, так и прежде всего в отношении пространственного распределения «токов смещения», протекающих через эту емкость, должны существенно влиять на показания датчика.

2.16. Задача определения внешней собственной емкости тела поддается аналитическому решению только в простейших случаях. Однако, не вникая в детали проблемы, можно высказать ряд достаточно точных суждений о характере «распределения» этой емкости в ряде важных случаев.

Так, очевидно, что в случае датчика, расположенного на поверхности достаточно большого (по сравнению с размерами «горячей» пластины датчика) заземленного листа металла, частичная емкость между этой пластиной и удаленными телами, расположенными в верхней полусфере, должна быть существенно больше, чем емкость на такие же тела, расположенные в нижней полусфере. Ситуация поясняется рис.10.

Удобно ввести понятия частичных емкостей «горячей» пластины датчика на «верхнюю» $C_{\text{дв}}$ и «нижнюю» полусферы $C_{\text{дн}}$ (полупространство). При достаточно большом поперечнике d_3 пластины \mathcal{E}_1 , рис.10 по сравнению с поперечником «горячей» пластины d_2 , очевидно, что $C_{\text{дв}} \gg C_{\text{дн}}$. Можно пояснить это утверждение, представив распределение в про-

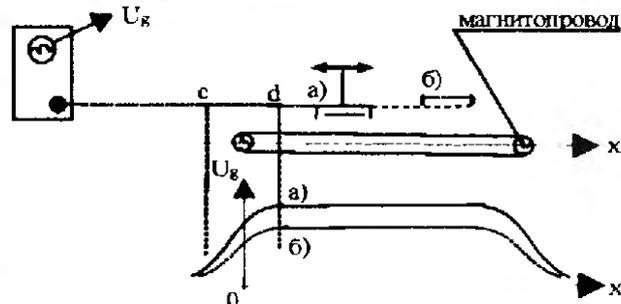


Рис.9. Ожидаемая зависимость показаний датчика при $E_{\text{внд}}=0$, $\epsilon_{\text{стор}}=0$ в плоскости магнитопровода.

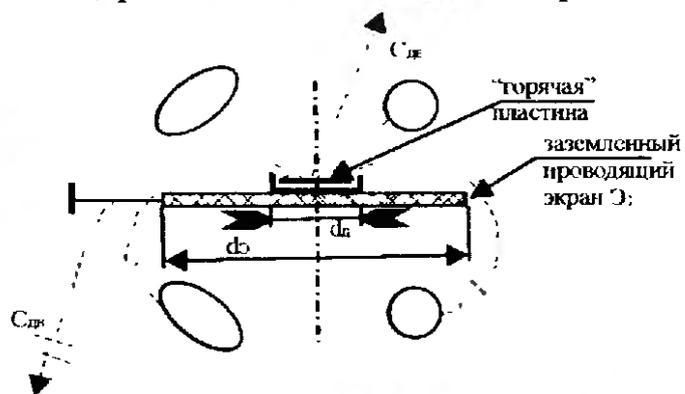


Рис.10. Собственная емкость «горячей» пластины датчика при наличии экрана.

странстве плотности токов смещения, протекающих через эти емкости: токи смещения с «горячей» пластины датчика предпочтительно замыкаются на близлежащий проводящий экран Э₁, часть токов уходит на «∞» в верхней полусфере и лишь очень малая часть может обогнуть экран Э₁ и уйти в нижнюю полусферу.

Таким образом, можно сказать, что экран с $d_э \gg d_д$ делает внешнюю емкость датчика однонаправленной в направлении «верхней» полусферы. Эта направленность будет уменьшаться при уменьшении диаметра экрана,⁹ так что датчик при $d_э = d_д$ должен быть «слабонаправленным».

2.17. Здесь уместно напомнить, что сигнал на датчике, помещенном в однородное кулоновское поле (см. калибровку п.1.20), не зависит от диаметра экранного листа, находящегося со стороны заземленной пластины датчика,

2.18. Теперь мы можем конкретизировать вторую важную группу следствий новой концепции:

- датчик, расположенный над проводящим экраном, при соотношении диаметра экрана и датчика $d_э \gg d_д$ должен давать практически нулевые показания, если его внешняя емкость $C_{дв}$ не замыкает контур, охватывающий поток $\Phi = \Phi(t)$. То есть показания датчика должны быть много меньше, чем в случае справедливости современных локальных представлений об индукционном электрическом поле, которое должно было бы и в этой ситуации создавать на «горячей» пластине датчика большую переменную плотность заряда $\sigma(t)$ и вызывать протекание тока в цепи датчика (см. приложение П2);

- с другой стороны, при ориентации датчика, обеспечивающей замыкание контура вокруг $\Phi(t)$ внешней емкостью $C_{дв}$, его показания в общем случае (в частности при $d_э = d_д$) могут быть много большими его показаний, ожидаемых на основе классических представлений при помещении датчика в индукционное поле данной интенсивности;

- полярность (фаза сигнала) показаний датчика не должна зависеть от пространственной ориентации его пластин, если он находится вблизи плоскости кольцевого магнитопровода внутри кольца (при этом не меняется мгновенное направление «токов смещения», протекающих через цепь датчик - емкость $C_{дв}$ - заземление).

2.19. Проведенные опыты полностью подтвердили перечисленные следствия новой концепции. Ниже приводится краткое описание опытов по проверке следствий п.2.18 и сводка основных полученных экспериментальных данных.

2.20. Для всех опытов использовался магнитопровод наибольшего диаметра 66 см с сечением (25×30) мм². Основные измерения проводились с описанным выше датчиком диаметром 35 мм, использовался для

⁹ Отметим, что мы принимаем обычное [6] допущение о том, что соединительные провода достаточно тонкие и их влиянием на распределение токов смещения можно пренебречь.

контроля и датчик аналогичного устройства с диаметром 15 мм. Для изменения распределения частичных емкостей «горячей» пластины датчика на верхнюю и нижнюю полусферы использовались алюминиевые экранные диски (толщина 2...3 мм) диаметром 10 см, 25 см, 50 см. Датчик гальванически соединялся с экранным диском со стороны «холодной» пластины, заземленной через оплетку тонкого кабеля, соединяющего датчик со входом осциллографа (рис.11).

2.21. На рис. 12 приведена зависимость показаний датчика (при двух ориентациях) от его положения вдоль оси X, параллельной плоскости кольца магнитопровода (датчик перемещался в плоскости, отстоящей от плоскости кольца на 3 см). На этом же рисунке для сравнения приведена теоретическая кривая интенсивности $\vec{E}_{\text{инд}}$ внутри кольца.

Из полученных зависимостей следует, что наблюдаемый потенциал датчика внутри кольца практически постоянен и соответствует ЭДС $\geq U_{\text{л}}/2$, действующей при охвате соединительным проводом половины пути вокруг магнитопровода.

Независимость полярности (фазы) сигнала от ориентации датчика подтверждает правильность концепции об определяющем влиянии

внешней емкости «горячей» пластины датчика, обеспечивающей замыкание контура для тока вокруг магнитопровода.

На рис.12 для сравнения приведены аналогичные зависимости для датчика диаметром 15 мм. Ось X при измерениях ориентировалась по

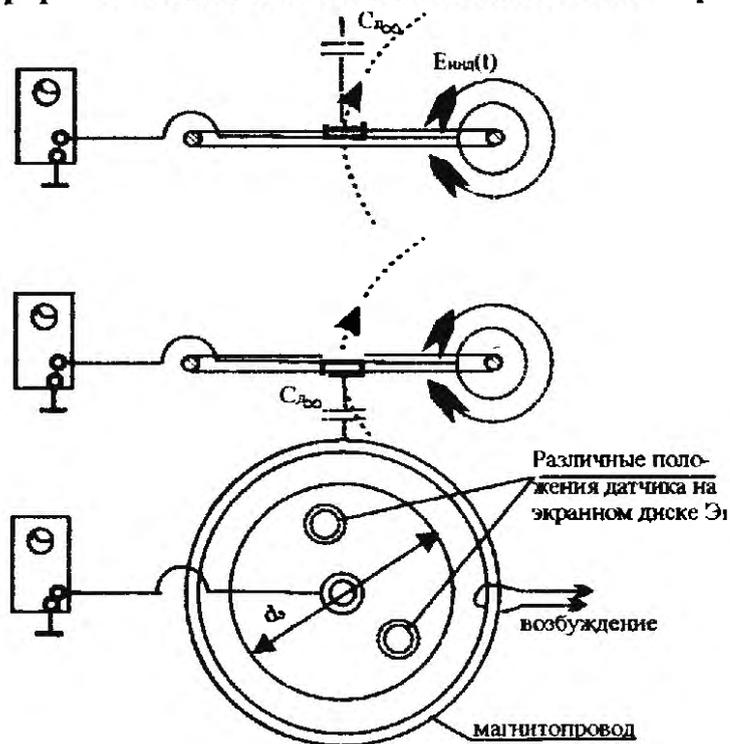


Рис.11. Схема опыта с экранными дисками.

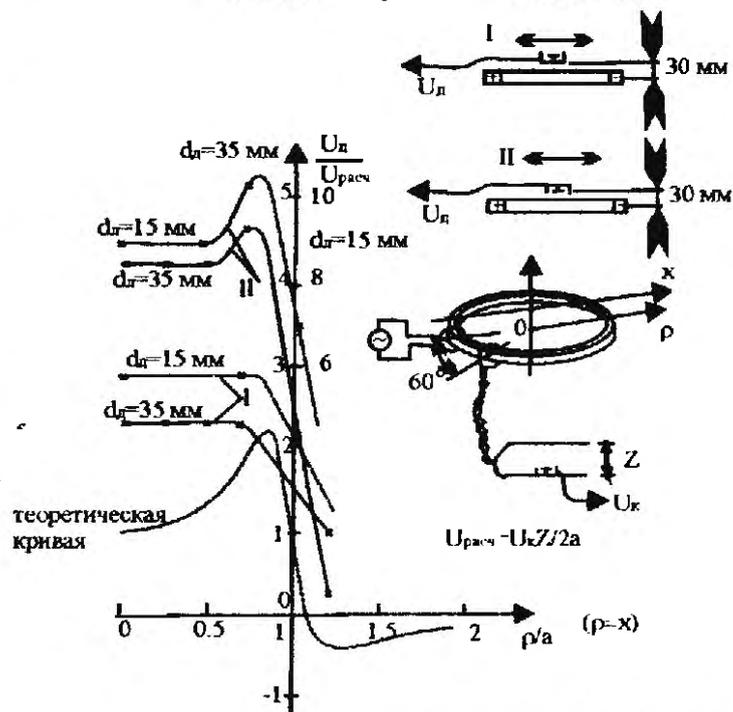


Рис.12. Экспериментальная зависимость показаний датчика при перемещении его параллельно плоскости магнитопровода.

диаметру магнитопровода, перпендикулярному к направлению на возбуждающую обмотку, с тем чтобы минимизировать влияние неоднородности потока Φ за счет рассеяния. Характерно, что показания датчика при данном его положении практически не зависят от геометрического расположения соединительного кабеля, если при этом не изменялось направление обхода магнитопровода.

2.22. Для подтверждения факта отсутствия вокруг потока индукционного электрического поля была проведена серия измерений при помещении датчика в плоскости кольцевого магнитопровода, внутри кольца. При этом снимались графики зависимости сигналов на датчике (2х типов - 35 мм и 15 мм) от диаметра алюминиевого экрана - диска толщиной 2...3 мм, контактирующего с заземленной пластиной датчика и также находящегося в плоскости магнитопровода.

Типичные кривые для случая размещения датчика в центре экрана и всей сборки в центре кольца приведены на рис.13. Центр кольца интересен тем, что в этой области равный вклад в индукционное поле дают все участки магнитопровода.

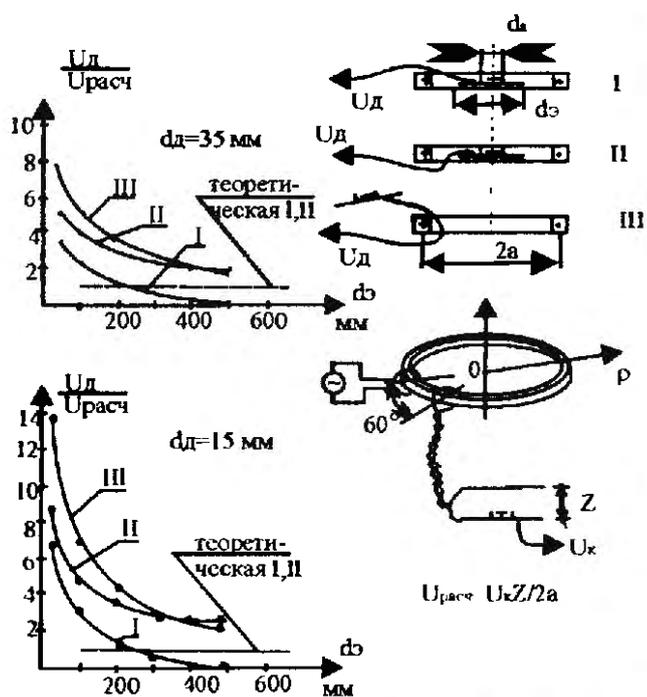


Рис. 13. Экспериментальная зависимость показаний датчика от диаметра экранного диска при положении датчика в центре магнитопровода.

«вверх» рис. 11.

При ориентации «вниз» (рис.11), когда внешняя емкость замыкает контур вокруг потока $\Phi(t)$, реально наблюдаемый сигнал превышает расчетное значение (см. П1, П2) примерно в 2 раза для экрана максимального диаметра и в 7...10 раз при отсутствии экрана.

При наибольших использованных экранах с диаметром >50 см внешняя емкость «горячей» пластины датчика становится практически однонаправленной (в сторону верхней либо нижней полусферы). При этом, как и ожидалось, датчик дает практически нулевые показания, если эта емкость не замыкает контура вокруг $\Phi(t)$. Подчеркнем, что согласно классическим представлениям на «горячей» пластине датчика при любой ее ориентации «вверх» или «вниз» от заземленного экрана должно существовать значительное индукционное поле (см. приложение П2), которое должно вызывать сигнал на датчике, в десятки раз больше реально наблюдаемого при ориентации

Приведенные на рис.13 и выше величины превышения сигнала на датчике по отношению к расчетному значению поля $\bar{E}_{\text{инд}}$ соответствуют оценке снизу. Реальные превышения больше примерно в 1,5 раза, поскольку калибровка датчика производилась по среднему значению потока $\Phi(t)$, тогда как при точном расчете поля $\bar{E}_{\text{инд}}$ в центре кольца магнитопровода следует учитывать только часть потока, охватывающего эту центральную область. Эта часть потока меньше средней в 1,7 раза, как видно из рис.3 (большая часть рассеянного магнитного поля замыкается вблизи катушки возбуждения и, следовательно, не дает вклада в центре кольца).

Полученные зависимости хорошо согласуются с концепцией изменения величины внешней емкости «горячей» пластины в зависимости от геометрии близлежащих заземленных проводников.

Как уже отмечалось выше, большая абсолютная величина показаний датчика (особенно без экрана) объясняется тем, что датчик в условиях опыта приобретает значительный потенциал ($\geq U_v/2$) относительно окружающего пространства (удаленных тел), при этом датчик, по существу, регистрирует величину кулоновского поля, возникшего от перераспределения зарядов в соединительном кабеле и материале датчика под действием сторонней ЭДС.

2.23. На рис.14, 15 приведены ряд экспериментально снятых зависимостей, могущих оказаться полезными при обсуждении наблюдаемых эффектов.

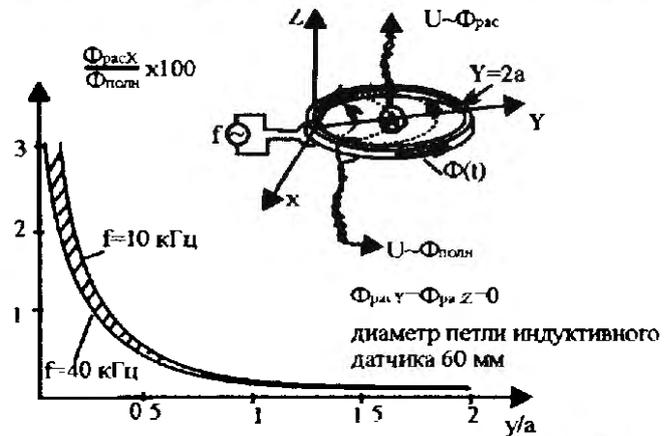


Рис.14. Зависимость рассеянного магнитного поля от расстояния до обмотки возбуждения вдоль диаметра магнитопровода при частоте возбуждения 10...40 кГц.

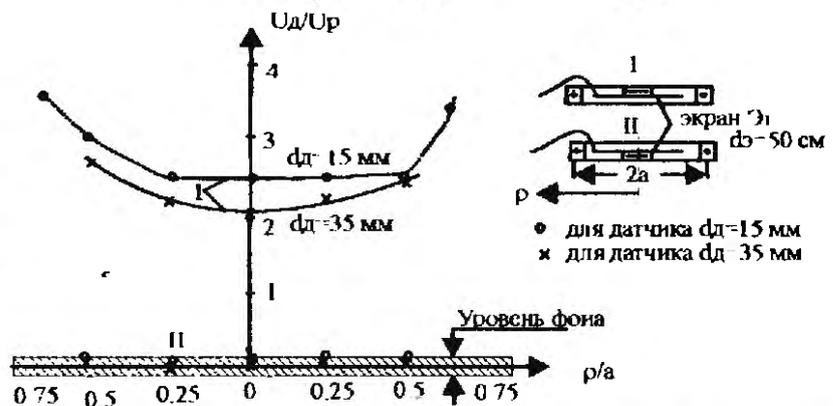


Рис.15. Зависимость показаний датчика от его положения на экране Э1 ($d\phi=50$ см).

III. Основные выводы

3.1. Проведенная впервые прямая количественная экспериментальная проверка показала принципиальную ошибочность классического уравнения электродинамики $\text{rot} \vec{E} = -\frac{1}{c} \frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$ и его интегрального эквивалента

$\oint \vec{E} d\vec{l} = -\frac{1}{c} \frac{\partial \Phi}{\partial t}$. Электрическое поле, удовлетворяющее этим законам, в явлениях индукции не наблюдается.¹⁰

3.2. В явлениях «электромагнитной» индукции, также как и в химических, термоэлектрических и других источниках тока, действующим началом являются сторонние по отношению к электромагнетизму причины («силы», «ЭДС»), принципиально отличные от силы $\vec{F} = e\vec{E}$.

Эти ЭДС воздействуют не на заряд пробного тела, а на другие его свойства, вызывая появление наблюдаемых электрических явлений - перераспределения зарядов, протекание тока, при этом эти «силы», как известно, действуют против сил кулоновского поля $\vec{E} = -\nabla\phi$.

3.3. Распределение этих сторонних ЭДС в пространстве вокруг потока $\Phi = \Phi(t)$ существенно определяется интегральными характеристиками установки и пробного тела, а именно - оказалось принципиальным, с какой стороны цилиндрического магнитопровода производятся измерения - с внешней или внутри (реальные магнитные потоки замкнуты), с другой стороны, оказалось, что результат измерений определяется интегральной характеристикой пробного тела - его собственной емкостью на «∞».

В то же время безусловно справедливо интегральное соотношение

$$\oint \vec{E}_{\text{стор}} d\vec{l} = -\frac{1}{c} \frac{\partial \Phi}{\partial t}.$$

Приложение III

Расчет индукционного электрического поля вокруг тороидального магнитопровода

Во многих монографиях [7,8,9] приводятся формулы для расчета магнитного поля кольцевого тока во всем окружающем его пространстве. Если считать тороидальный магнитопровод бесконечно тонким с радиусом кольца «а», равным среднему радиусу магнитопровода, то исходя из формальной аналогии между вихревым электрическим полем и квазистационарным магнитным полем токов, расчетные формулы для нахождения индукционного поля можно записать в следующем виде :

$$\frac{E_z}{E_{z_0}} = \frac{1}{\pi} \frac{1}{(1-\rho a)} \left\{ K(h) + \frac{1-(\rho a)^2}{(1-\rho a)^2} E(k) \right\}$$

¹⁰ Вообще говоря, при внимательном рассмотрении проблемы существования индукционного электрического поля $\vec{E} = \vec{F}/e$ можно сделать логически обоснованный вывод о его отсутствии и о существовании в явлениях индукции сторонней ЭДС, основываясь только на общеизвестном факте появления разности потенциалов на концах проводника вторичной обмотки трансформатора и на факте эквипотенциальности проводников в квазистационарных условиях поля $\vec{E}(t)$.

$$\frac{E_{\rho}}{E_{Z_0}} = \frac{1}{\pi} \frac{Z a}{\rho a \sqrt{(1+\rho a)^2 + (Z a)^2}} \left\{ -K(h) + \frac{1 + (\rho a)^2 + (Z a)^2}{(1-\rho a)^2 + (Z a)^2} E(k) \right\}$$

где ρ и Z - полярные координаты, совмещенные с центром кольца;
 E_z и E_{ρ} - соответствующие компоненты индуцированного поля;

$$E_{Z_0} = -\frac{\partial \Phi}{\partial t} \frac{1}{2a} - Z\text{-компонента поля в центре кольца } (Z=0, \rho=0);$$

$K(k)$, $E(k)$ - полные эллиптические интегралы 1 и 2 рода;

$$k^2 = \frac{4\rho a}{(1+\rho a)^2 + (Z a)^2}$$

На рис.П1-1 приведены рассчитанные по этим формулам зависимости компоненты поля от расстояния до оси кольца в фиксированных плоскостях, параллельных плоскости кольца. На рис.П1-2 приведены зависимости компоненты поля от расстояния до плоскости кольца при фиксированных расстояниях от его оси. И на рис.П1-3 даны зависимости компоненты индуцированного поля от расстояния до оси кольца в фиксированных плоскостях, параллельных плоскости кольца.

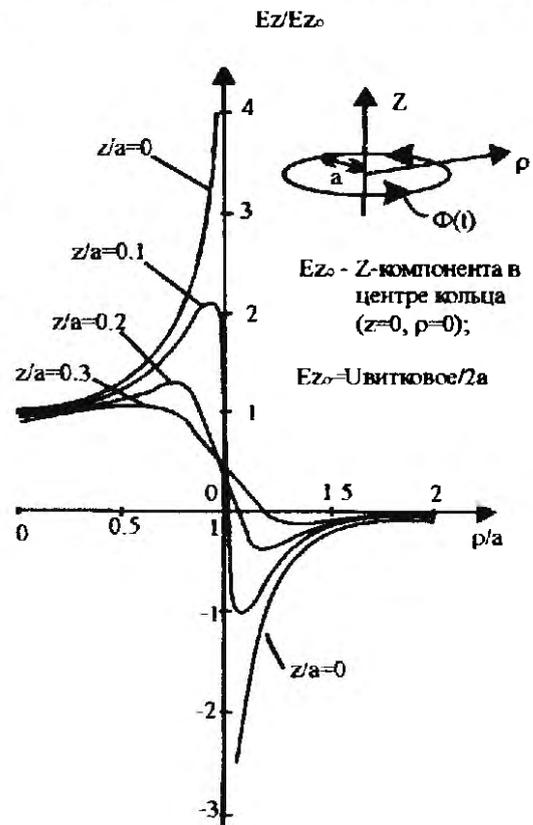
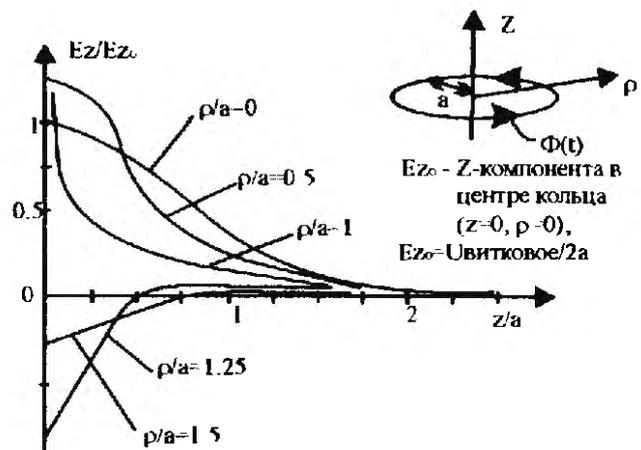


Рис.П1-1. Расчетная зависимость Z -компоненты индукционного электрического поля, возбуждаемого кольцевым магнитным потоком, от расстояния до оси кольца в фиксированных плоскостях, параллельных плоскости кольца.

Рис.П1-2. Расчетная зависимость Z -компоненты индукционного электрического поля, возбуждаемого кольцевым магнитным потоком, от расстояния до плоскости кольца при фиксированных расстояниях от его оси.



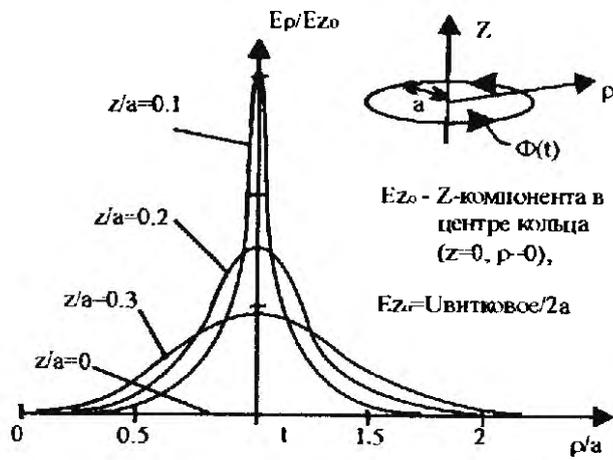


Рис.П1-3. Расчетная зависимость r -компоненты индукционного электрического поля, возбуждаемого кольцевым магнитным потоком, от расстояния до оси кольца в фиксированных плоскостях, параллельных плоскости кольца.

Приложение П2

Оценка возмущения электрического поля вокруг магнитопровода при внесении в него датчика и экранов

Наиболее просто оценить пределы возмущения картины поля в случае внесения в плоскость магнитопровода тонкого проводящего экрана, перпендикулярно линиям $\vec{E}_{инд}$ (рис.П2-1), который можно соединить проводником с удаленным заземлением.

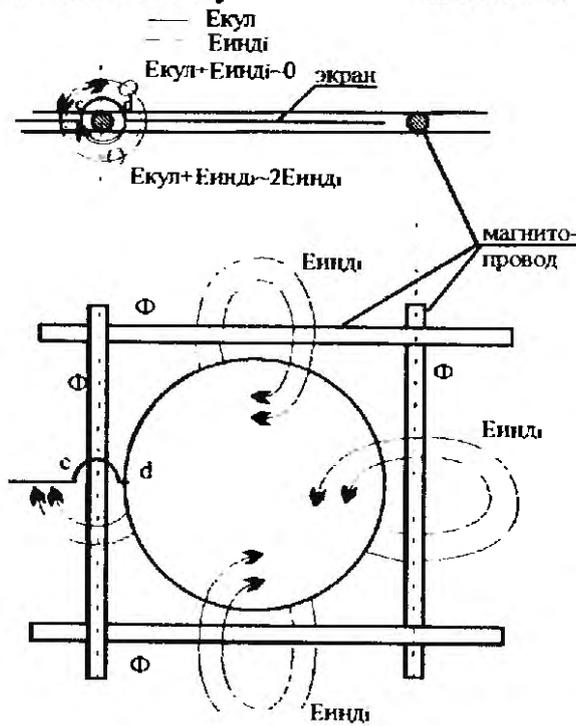


Рис.П2-1. К оценке возмущения электрического поля датчиком и экраном.

Сам по себе такой экран практически не нарушает картины поля. Однако если соединить экран тонким проводником с удаленным «заземлением», картина поля будет искажена, поскольку необходимо удовлетворить двум требованиям: в металле заземления $E_{||} = 0$ и для контура, охватывающего магнитопровод, $\oint (\vec{E}_{инд} + \vec{E}_{кул}) d\vec{l} = U_{в}$. Иными словами, проводник «замыкает» часть индукционного поля (в этом отношении оно, естественно, не отличается от обычного кулоновского), при этом на поверхности проводника возникают заряды, создающие добавочное кулоновское поле, причем $\oint \vec{E}_{кул} d\vec{l} = 0$. Это кулоновское поле в верхней полусфере рис.П2-1 вычитается из индукционного, а в нижней прибавляется к нему.

Оценить величину результирующего поля можно следующим образом. Пусть магнитопровод образует по форме квадрат рис.П2-1 (или даже образован 4мя бесконечно длинными цилиндрами). Тогда поле E можно представить как сумму 4х компонент $\vec{E}_{инд} = \sum_{i=1}^4 E_{ui}$, создаваемых 4мя участками магнитопровода, соответствующим сторонам квадрата. Зазем-

ляющий проводник (вместе с проводящим листом - экраном) может существенно изменить структуру только одной из 4х независимых компонент поля $\vec{E}_{\text{инд}}$, а именно той, которая связана с магнитным потоком, перпендикулярно которому проходит указанный проводник, так как только для этой компоненты существенно то, что проводник на участке cd рис.П2-1 проходит вдоль линий исходного индукционного поля.

В области, удаленной от краев экранной пластины (чтобы избежать учета возрастания кулоновского поля на краю экрана), можно с высокой точностью считать, что сверху пластины кулоновское поле компенсирует компоненту индукционного, модуль которой $|E_{\text{ui}}| \cong \frac{1}{4} E_{\text{инд}}$, в то время как с другой стороны кулоновское поле складывается с компонентой индукционного так, что суммарный вклад в поле индукционной и кулоновской компонент становится равным $|2E_{\text{ui}}|$.

Итак, с верхней стороны экрана полное поле, создаваемое замкнутым магнитопроводом, может в рассматриваемой ситуации уменьшиться на величину не более $1/4 E_{\text{инд}}$, и составить $3/4 E_{\text{инд}}$, а с нижней - возрасти не более чем на $1/4 E_{\text{инд}}$ (по сравнению с полем, имевшим место при экране, не соединенном с заземляющим проводником). Приведенная оценка справедлива и для магнитопровода, образующего кольцо.

Отметим также, что согласно классическим представлениям и экран, и заземляющий проводник эквипотенциальны и их потенциал равен условному потенциалу заземления (обычно принимаемому за $\varphi=0$).

Литература

1. Электропунктура и проблемы информационно-энергетической регуляции деятельности человека/Сб. статей под редакцией Никифорова В.Г. и Пушкина В.Н. М.: НТО-горное, 1976.
2. Максвелл Дж.К. Избранные сочинения по теории электромагнитного поля/Под редакцией П.С.Кудрявцева. М.: ГИТТЛ, 1954.
3. Рязанов Г.А. Электрическое моделирование с применением вихревых полей. М.: Наука, 1969.
4. Зильберман Г.Е. Электричество и магнетизм. М.: Наука, 1970.
5. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс Н. Фейнмановские лекции по физике. Том 5. М.: Мир, 1966.
6. Берклеевский курс физики/Том 2: Электричество и магнетизм. М.: Наука, 1971.
7. Смайт В. Электростатика и электродинамика. М.: ИЛ, 1954.
8. Гольдштейн, Зернов. Электромагнитные поля и волны. М.: Сов.Радио, 1956.
9. Дружкин. Задачи теории поля. М.: 1964.

НАРУШЕНИЕ СИММЕТРИИ ЗАКОНА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ИНДУКЦИИ ОТНОСИТЕЛЬНО НАПРАВЛЕНИЯ МАГНИТНОГО ВЕКТОРНОГО ПОТЕНЦИАЛА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ

Заявка на открытие ОТ-8896, 1975 г.

Введение. Открытие относится к фундаментальной физике.

После ряда экспериментальных работ [1,2] по изучению макроскопических квантовомеханических явлений, основанных на эффекте Джозефсона [3,4], и работы по дифракции электронов в присутствии магнитного поля [5], объяснение результатов которых с позиций близкодействия наталкивается на трудности толкования вектора магнитной индукции \vec{B} как «реального» вектора [6], был поднят вопрос о физической реальности магнитного векторного потенциала электромагнитного поля \vec{A} . Обычно в электродинамике вектор \vec{A} вводится, чисто формально, в первую очередь, для упрощения математических выкладок при расчете в практических задачах вектора напряженности электрического поля \vec{E} и вектора \vec{B} (см., например, [7]) и считается, что именно \vec{E} и \vec{B} полностью описывают электромагнитное поле и его взаимодействие с веществом, которое рассчитывается по классической формуле для силы \vec{F} :

$$\vec{F} = q(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B}), \quad (1)$$

где q - заряд частицы, а \vec{v} - ее скорость.

С другой стороны, при построении классической теории электромагнитного поля с последовательным использованием принципов специальной теории относительности [8] вектор \vec{A} наряду со скалярным потенциалом ϕ выступают как компоненты релятивистского четырехмерного потенциала, полностью описывающего электромагнитное поле, тогда как \vec{B} и \vec{E} являются лишь некоторыми комбинациями из производных этих величин:

$$\vec{E} = -\nabla\phi - \frac{\partial\vec{A}}{\partial t}, \quad (2)$$

$$\vec{B} = \nabla \times \vec{A} \quad (3)$$

Кроме того, \vec{A} естественным образом входит в выражения для интеграла действия, функции Лагранжа и функции Гамильтона. Например, функция Гамильтона частицы без спина в электромагнитном поле дается выражением

$$H = \sqrt{m_0^2 c^4 + c^2(\vec{p} - q\vec{A})^2} + q\phi, \quad (4)$$

где $m_0 c^2$ - энергия покоя частицы, а \vec{p} - импульс частицы.

Эти выражения используются в квантовой механике для описания взаимодействия частиц с электромагнитным полем. Например, изменение

квантовомеханической фазы частицы в электромагнитном поле определяется выражением

$$\delta\theta = \frac{q}{\hbar} \int \bar{A} d\bar{S} - \frac{q}{\hbar} \int \varphi dt, \quad (5)$$

где \hbar - постоянная Планка, деленная на 2π , $d\bar{S}$ - участок траектории частицы.

Попытки заменить в этом выражении \bar{A} и φ на \vec{E} и \vec{B} были безуспешными [6].

Таким образом, хотя в настоящее время почти общепризнанно, что реальный физический смысл имеют только вектора \vec{E} и \vec{B} , ряд экспериментальных данных и математический аппарат, наиболее полно описывающий электромагнитное поле и его взаимодействие с веществом, дают основание предположить физическую реальность векторного потенциала \bar{A} . Естественно, что ответ на поставленный вопрос нужно искать прежде всего в экспериментальных данных и, вероятнее всего, при изучении макроскопических квантовомеханических эффектов, где вектор \bar{A} может проявиться «непосредственно».

С появлением теории относительности и квантовой механики стала ясна важность формы рассуждений, основанной на методах симметрии (инвариантности). В настоящее время трудно найти работу, посвященную фундаментальным проблемам физики, в которой не упоминались бы принципы симметрии. Например, квантовую электродинамику Швингера вообще невозможно сформулировать, не развив органически входящую в нее теорию инвариантности соответствующих величин и выражений. Принципы инвариантности обычно формулируются непосредственно в терминах наблюдений, так как нарушение их лучше всего устанавливается именно в терминах наблюдений. Например, для доказательства предсказанного Ли и Янгом [9] нарушения принципа четности V_u [10]¹ была создана экспериментальная установка, которая обладала, казалось бы, симметрией относительно инверсии и в которой затем обнаружилось отклонение от этой симметрии. Достаточно было самых элементарных логических рассуждений, чтобы понять, что эксперимент V_u находится в противоречии с принципом четности.

Под симметрией в физике понимают то, что можно сделать с физическим явлением или устройством, чтобы получился тот же самый результат. Например, под симметрией при отражении или принципом четности понимается, что две реально собранные установки - нормальная и зеркальная, т.е. такая у которой все «левое» заменено на «правое», должны работать совершенно одинаково. Для каждого конкретного физического явления кроме общих классических операций симметрии, таких, например, как перенос в пространстве, перемещение во времени, поворот на фиксированный угол, отражение в пространстве и т.д., можно указать и

¹ По предложению Фейнмана

специфические операции симметрии, свойственные именно этому явлению.

Рассмотрим установку, показанную на рис.1а. Она состоит из трансформатора, к первичной обмотке которого через ключ подсоединен конденсатор C , одна из обкладок которого заземлена. Пусть начальное состояние схемы такое, что ключ разомкнут, а емкость C заряжена до напряжения U_0 . После замыкания ключа в контуре, образованном емкостью C , индуктивностью L первичной обмотки трансформатора и сопротивлением R (оно характеризует потери в проводниках и ключе контура, в диэлектрике конденсатора, потери на излучение; полагаем, что оно достаточно мало), возникнут затухающие электромагнитные колебания. Во вторичной обмотке в соответствии с законом электромагнитной индукции наведется ЭДС индукции. Если один из концов вторичной обмотки трансформатора соединен с земляной обкладкой C , а второй соединен с электроскопом, то, пока в первичном контуре наблюдается колебательный процесс, лепестки электроскопа как-то разойдутся - это мы и будем фиксировать.

Рис.1. Схема разряда конденсатора на первичную обмотку трансформатора.

а - нормальная установка; б - зеркальная установка.

Посмотрим, что можно сделать с установкой, чтобы результат ее работы был тем же самым. Очевидно, что величина отклонения лепестков электроскопа не зависит от того, когда ее включают - утром или вечером, не зависит от того, что установку перенесли в другое помещение (с теми же внешними условиями) или повернули на некоторый угол. Следовательно, законы, описывающие работу установки, должны быть симметричны (инвариантны) относительно операций перемещения во времени и пространстве, а также поворота координатных осей на фиксированный угол. Т.к. законы, описывающие работу установки, так же инвариантны относительно преобразования инверсии, то, естественно, что можно проделать и следующую из перечисленных выше операций симметрии - собрать зеркальную установку, показанную на рис.1б, и она должна была бы работать совершенно так же, как первая.²

Рис.1. Схема разряда конденсатора на первичную обмотку трансформатора. а - нормальная установка; б - зеркальная установка.

² Если учесть открытие Ву, то последнее утверждение не столь очевидно. Открытие Ву привело к тому, что Гелл-Маниом и Фейнманом электрону было приписано некое новое свойство - свойство спиральности (или поляризация) [11], направление которой имеет абсолютный левосторонний характер. В дальнейшем это было доказано экспериментально [6]. Т.к. в электромагнитных процессах со стороны вещества самое непосредственное участие принимают именно электроны, то не очевидно, что при некоторых условиях и в электромагнитных взаимодействиях не скажется абсолютный характер направления спиральности электронов.

Существующая теория позволяет так же производить над описанной системой и некоторые специфические, т.е. присущие только данной схеме, операции симметрии. А именно: работа установки не должна зависеть от знака U_0 , от перекоммутации первичной обмотки трансформатора, от направления навивки обмоток трансформатора и от того, какой из концов вторичной обмотки заземлен (естественно, что электроскоп всегда соединен с «горячим» концом вторичной обмотки). Все эти операции, в конечном счете, сводятся к изменению направления проекции вектора магнитного потенциала \vec{A} , создаваемого первичной обмоткой и соответствующего начальному направлению тока в первичной обмотке, взятой вдоль провода вторичной обмотки, по отношению к незаземленному концу провода этой обмотки.

Сущность открытия. Сущность открытия заключается в том, что экспериментально установлено неизвестное ранее явление нарушения симметрии закона электромагнитной индукции относительно направления магнитного векторного потенциала электромагнитного поля.

Оно состоит в том, что при подключении предварительно заряженного конденсатора к первичной обмотке трансформатора на незаземленном конце его вторичной обмотки, работающей в режиме холостого хода, кроме переменной составляющей электрического потенциала, обусловленной колебательным затухающим током в контуре первичной обмотки, имеется постоянная составляющая. Она появляется в том случае, если проекция вектора магнитного потенциала, соответствующего начальному направлению тока в первичной обмотке, взятая вдоль провода вторичной обмотки, направлена к незаземленному концу провода. Постоянная составляющая электрического потенциала (если она есть) всегда положительна, а ее величина нелинейно зависит от первоначального напряжения на конденсаторе.

Научное значение открытия. Научное значение открытия имеет два аспекта. Первый заключается в том, что оно является еще одним экспериментальным подтверждением физической реальности векторного потенциала \vec{A} . Кроме того, если опыты по изучению эффекта Джозефсона и по дифракции электронов оставили открытым вопрос о том, каков характер этого вектора, т.е. является ли он аксиальным или полярным, то из сущности этого открытия очевидно, что вектор \vec{A} - полярный вектор, т.е. его направление имеет абсолютный смысл.

Второй, наиболее важный, аспект открытия заключается во влиянии его на научное мировоззрение. Открытие, в какой-то степени, является подтверждением предсказания Вигнера [12], сделанного им в 1957 г. в докладе, связанном с его уходом в отставку с поста президента Американского физического общества. «В заключение... я хочу выразить уверенность в том, что открытия Ву, Эмблера, Хейварда, Хоппса и Хадсона [10] и Гарвина, Ледермана и Вайнрайха [13] не останутся изолированными»

ми открытиями. Скорее, они явятся вестниками пересмотра наших представлений об инвариантности, а может быть, и других концепций, которые ныне пользуются еще большой славой незыблемых».

Значение открытия для практики. Значение открытия с точки зрения практического применения его в технике сейчас оценить трудно. Очевидно, что оно более значительно, чем, например, открытие несохранения четности в слабых взаимодействиях (которое, в то же время, произвело революцию в фундаментальных представлениях физиков о свойствах элементарных частиц и, по мнению Р.Фейнмана [6], явилось самым значительным открытием на протяжении последних 50 лет), т.к. электромагнитные явления используются практически во всех областях техники. Кроме того, «реальность» \bar{A} уже сейчас ставит на повестку дня использование компонент 4-х потенциала поля в инженерных целях.

Экспериментальное доказательство достоверности открытия. Авторами была собрана установка по схеме, показанной на рис.1 Общий вид установки приведен на рис.2.

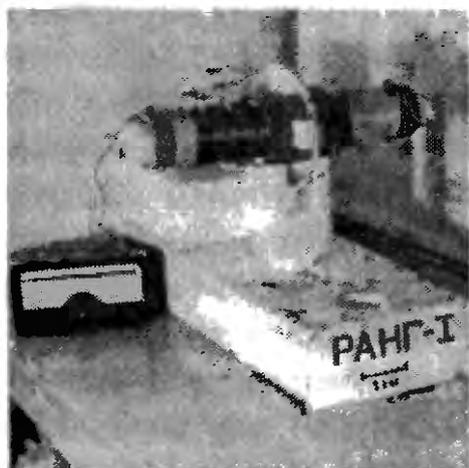


Рис.2. Внешний вид установки.

Использовалась навивка как по, так и против часовой стрелки. По центру изолятора, на котором навита вторичная обмотка, имеется полость диаметром 20 мм и длиной 310 мм, частично заполненная ферритом. Замеренный коэффициент связи по мощности первичной и вторичной обмоток трансформатора имеет порядок 0,1. К первичной обмотке трансформатора последовательно подключены разрядник с регулируемым от 0 до 5 мм воздушным разрядным промежутком и конденсатор емкостью $C=1650$ пФ. Параллельно C через достаточно большое зарядное сопротивление подключается источник постоянного напряжения $U_{и} \sim 15$ кВ. Одна обкладка конденсатора и один вывод вторичной обмотки надежно заземляются, а к незаземленному концу вторичной обмотки подключается электроскоп.³ Для количественных оценок в эксперименте применялся

³ В качестве заземления использовалось подключение установки медной шиной к металлическим конструкциям здания. Кроме того, вся установка располагалась над плоским, достаточно большим заземленным металлическим листом.

осциллограф, снабженный двумя датчиками поля - индуктивным и емкостным.

Установка работает следующим образом. При включении высоковольтного источника конденсатор заряжается до напряжения U_0 , при котором происходит пробой разрядника. В контуре, образованном емкостью C , индуктивностью L первичной обмотки трансформатора и интегральным сопротивлением R , учитывающим все активные потери в схеме, возникают затухающие электромагнитные колебания. Во вторичной обмотке трансформатора наводится ЭДС индукции и соответствующий потенциал на «горячем» конце, в результате чего лепестки электроскопа расходятся на некоторый угол. Мощность высоковольтного источника обеспечивает работу установки с частотой циклов не менее 50 Гц, в зависимости от первоначально установленной величины разрядного промежутка. Во время работы установки на экране осциллографа наблюдается осциллограмма, позволяющая судить о происходящих в ней электромагнитных процессах.

Индуктивный датчик (см. рис.3а) выполнен в виде проволочной петли

диаметром порядка 200 мм на конце 50-омного кабеля длиной 500 мм. Т.к. индуктивный датчик реагирует на величину \dot{B} электромагнитного поля, т.е. по существу, на ток, то при подключении его к осциллографу на экране последнего наблюдаются процессы, происходящие, в основном, в первичном контуре, потому что при данном коэффициенте связи на холостом ходу ток во вторичной обмотке можно пренебречь.

Емкостной датчик (см. рис.3б) выполнен в виде металлического диска диаметром порядка 130 мм, расположенного на некотором расстоянии от установки. Диск заземлен через емкость $C_g=1100$ пФ. Сигнал с емкости подается через 50-омный кабель длиной 500 мм на вход осциллографа. Т.к. напряжение на «горячем» конце вторичной обмотки трансформатора существенно больше напряжения на элементах колебательного контура первичной обмотки, то при подключении к осциллографу емкостного датчика (при достаточно большом его расстоянии от установки) на его экране наблюдается изменение потенциала незаземленного конца вторичной обмотки трансформатора.

Включение установки при различных способах соединения элементов схемы, удовлетворяющих требованию инвариантности относительно операций отражения (см. рис.4), показало, что в одних случаях отклонения лепестков электроскопа существенно больше, чем в других. В каких конкретно схемах наблюдалось большее отклонение ясно из рис.4.

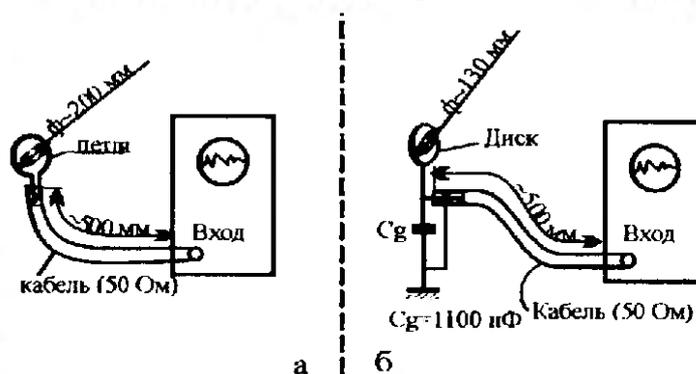


Рис.3. Датчики поля:
а - индуктивный; б - емкостной.

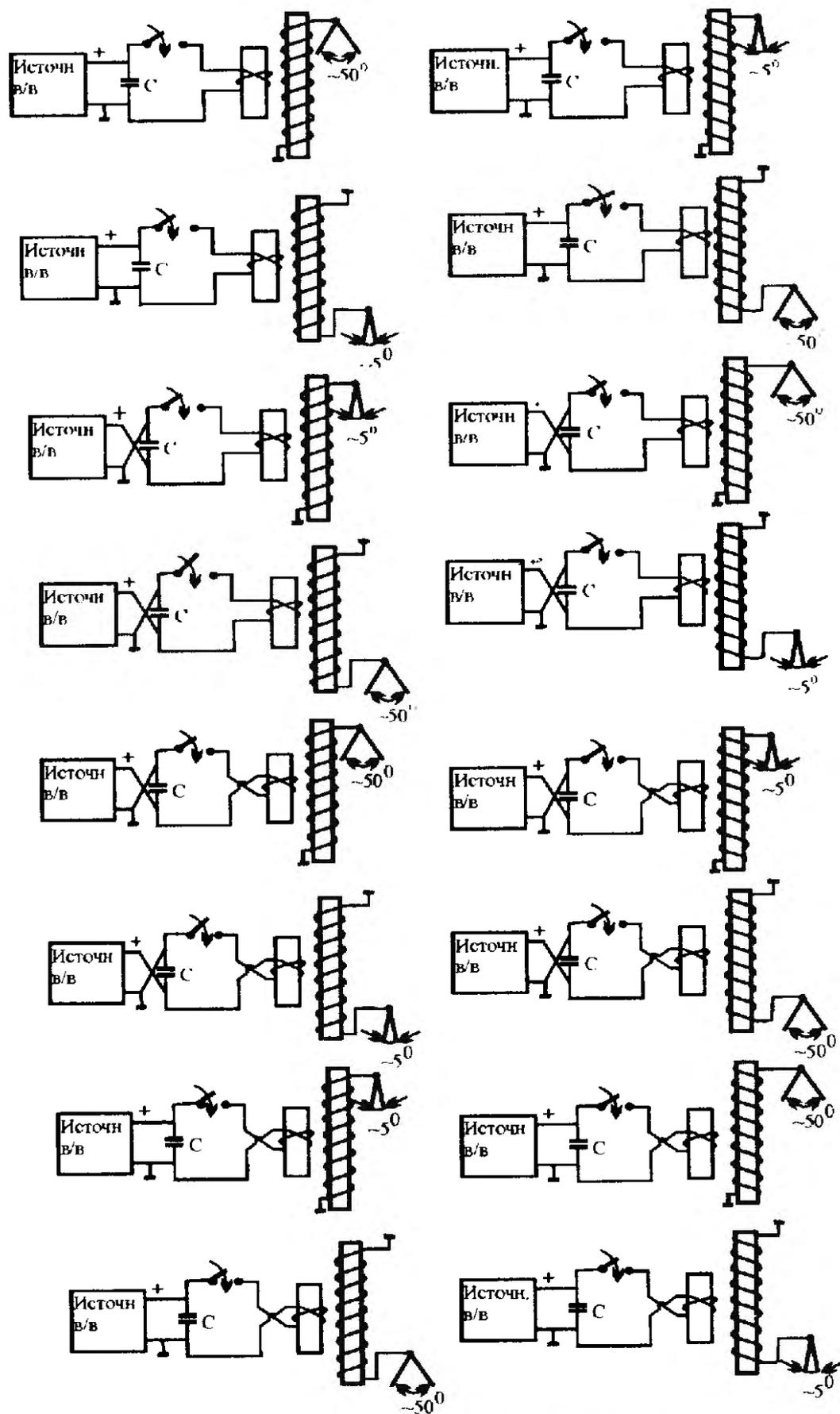


Рис.4. Варианты соединения элементов схемы.

Анализ этих схем показывает, что отклонение лепестков электроскопа существенно больше в том случае, когда проекция вектора магнитного потенциала \vec{A} первичной обмотки соответствующего начальному на-

правлению тока в ней, взятая вдоль провода вторичной обмотки, направлена к незаземленному концу провода.

На рис.5 показаны фотографии типичных осциллограмм электромагнитных процессов, происходящих в установке.

На рис.5а показана осциллограмма тока в контуре первичной обмотки трансформатора. Ее вид практически не зависит от коммутации элементов схемы, а анализ показывает, что период электромагнитных колебаний имеет порядок 10^{-6} сек, затухание колебаний в «е» раз происходит приблизительно за 13 периодов электромагнитного поля, и собственная частота контура, образованного индуктивностью вторичной обмотки и ее емкостью, примерно в 2 раза выше собственной частоты первичного контура.

На рис.5б показана осциллограмма напряжения на незаземленном конце вторичной обмотки, соответствующая такому соединению элементов схемы, при котором лепестки электроскопа отклоняются незначительно. Это обычная кривая колебательного процесса, симметричная относительно оси времени, как и должно быть в соответствии с законом электромагнитной индукции.

На рис.5в показана типичная осциллограмма напряжения на «горячем» конце вторичной обмотки, соответствующая такому соединению элементов схемы, при котором лепестки электроскопа отклоняются значительно. Отчетливо видно, что кривая колебательного процесса смещена существенно вверх, т.е. кроме переменной составляющей, обусловленной колебательным током в контуре первичной обмотки, потенциал «горячего» конца вторичной обмотки содержит постоянную составляющую φ_0 . Величина φ_0 на данной осциллограмме достигает 40% максимального значения переменной составляющей потенциала вторичной обмотки.⁴

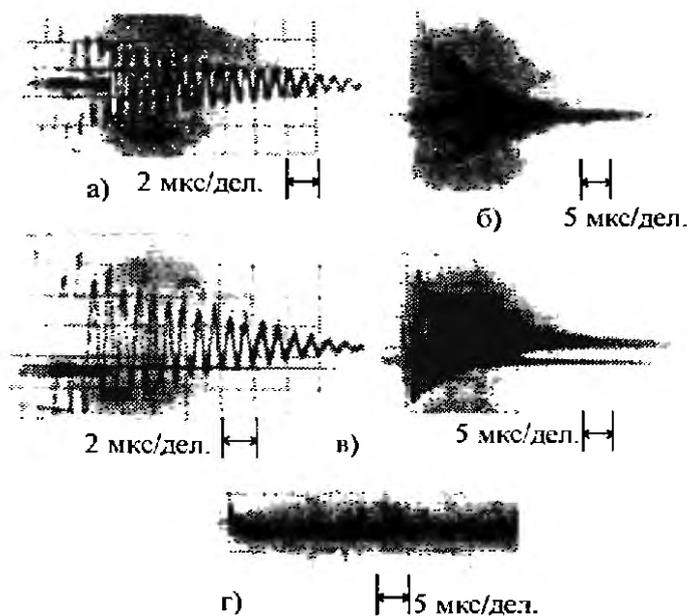


Рис.5. а) осциллограмма тока в первичном контуре; б) осциллограмма напряжения на вторичной обмотке в режиме $\varphi_0 = 0$; в) осциллограмма напряжения на вторичной обмотке в режиме $\varphi_0 \neq 0$; г) осциллограмма напряжения на емкостном датчике.

⁴ Видно, что на начальном участке огибающая процесса отклоняется вверх от экспоненты. При левой навивке вторичной обмотки отклонение направлено вниз. Это дает основание говорить о возможном нарушении четности в электромагнитных взаимодействиях.

Существенно отметить, что постоянная составляющая φ_0 нелинейно зависит от напряжения на конденсаторе и всегда положительна. Так, при $U_0=10$ кВ, чему соответствует переменная составляющая потенциала вторичной обмотки ~ 100 кВ, значение постоянного потенциала φ_0 достигает 50 кВ!!

На рис.5г показана также осциллограмма при существенно более медленной развертке. В этом случае на осциллограмме колебательный процесс виден в виде вертикальной черты, после которой идет экспоненциальный апериодический процесс - это процесс разряда емкости датчика C_g через входное сопротивление осциллографа. Для контроля, параллельно C_g было включено переменное сопротивление $R_g=0...30$ кОм. Уменьшение R_g пропорционально уменьшало постоянную времени экспоненциального процесса, следовательно, φ_0 на «горячем» конце трансформатора существует в течение времени не больше, чем время колебательного процесса.

Была снята зависимость отношения φ_0 к максимальному значению переменной составляющей потенциала вторичной обмотки при различных значениях U_0 . Эта зависимость приведена на рис.6. Видно, что она существенно нелинейна.

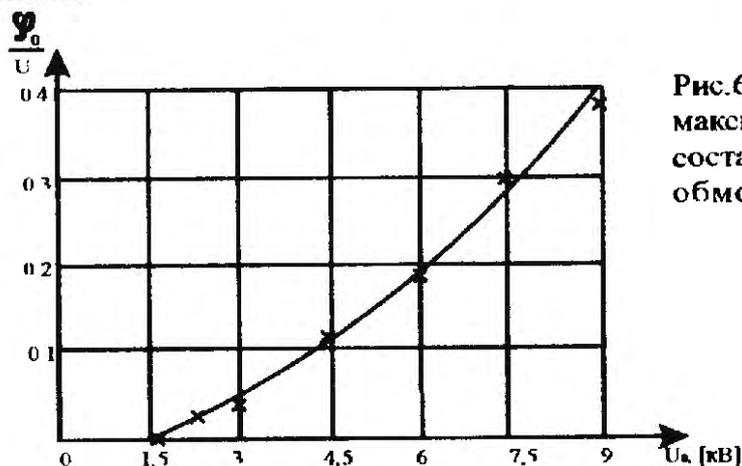


Рис.6. Зависимость отношения φ_0 к максимальному значению переменной составляющей потенциала вторичной обмотки (U_{\sim}) от величины U_0 .

При работе схемы в режиме наличия φ_0 , кроме того, наблюдается существенно более интенсивное свечение коронного разряда вокруг «горячих» элементов установки, чем при работе установки, когда $\varphi_0=0$ (см. рис.7а⁵ и 7б). Для оценки постоянного тока, связанного с этим разрядом («выпрямления» на короне), вторичная обмотка в контрольных опытах заземлялась через зеркальный гальванометр (шкала $\pm 0,25$ мкА), параллельно которому включался конденсатор емкостью 0,1 мкФ. Максимальная величина тока имела порядок 0,2...0,02 мкА. При помещении «горячего» конца вторичной обмотки в диэлектрический сосуд с маслом величина φ_0 , наблюдаемая на экране осциллографа, менялась мало, а величина постоянного тока короны уменьшалась на порядок. Очевидно, что такая величина постоянного тока, связанная с «выпрямлением» на короне,

⁵ Исходное расхождение лепестков электроскопа (в отсутствие на нем потенциала) составляет 20°.

не может объяснить наблюдаемой величины φ_0 . Действительно, для того, чтобы получить в течение $\tau=20$ мксек на индуктивном сопротивлении вторичной обмотки напряжение в 50 кВ (вторичная обмотка имеет индуктивность $L_2 \sim 10^{-3}$ Гн, а, следовательно, $(\pi/\tau)L_2 \sim 150$ Ом) необходим импульсный ток порядка сотен ампер, т.е. средний ток при частоте циклов работы установки в 50 Гц составлял бы десятки миллиампер, а не реально наблюдаемые доли микроампера. Следовательно, увеличение интенсивности коронного разряда является следствием появления φ_0 , а не причиной.

Оценка полного тока вторичного контура проводилась в схеме, когда вторичная обмотка заземлялась через 5-омное сопротивление. На рис.8 приведены соответствующие осциллограммы. Соответствующая калибровка чувствительности осциллографа позволила оценить максимальное значение колебательной составляющей тока контура вторичной обмотки в 4...5 А.

Было исследовано влияние на работу установки величины емкостной нагрузки вторичного контура. Для этих целей непосредственно к «горячему» концу вторичной обмотки подключалась изолированная металлическая штанга регулируемой длины (максимальная длина штанги 1370 мм) и диаметром 15 мм. При увеличении длины штанги, т.е. емкости вторичного контура, величина φ_0 сначала падала (но не до нуля), а сам эффект появления φ_0 симметрировался относительно направления \vec{A} . При длине штанги в 540 мм несимметрия появления φ_0 относительно различных коммутаций в схеме пропадала. Так, например, постоянная составляющая на «горячем» конце появлялась как при одной, так и при обратной полярности высоковольтного источника. Дальнейшее увеличение длины штанги приводило к тому, что определенная выше несимметрия появления φ_0 «меняла знак» относительно направления проекции \vec{A} вдоль провода вторичной обмотки, а величина φ_0 опять возрастала (оставаясь всегда положительной) при одновременном возрастании и переменной составляющей потенциала.

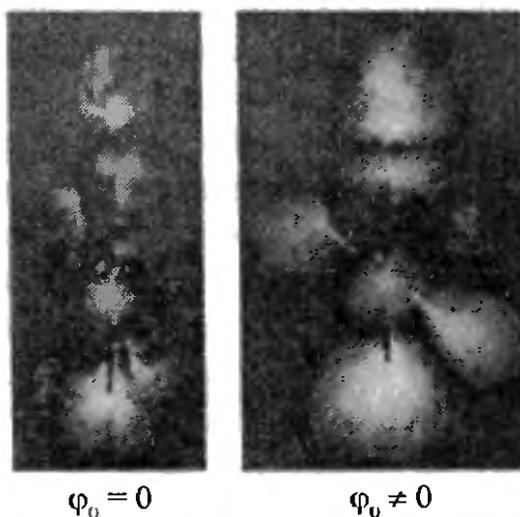


Рис.7. Вид короны на электроскопе (фотографирование производилось в затемненном помещении).

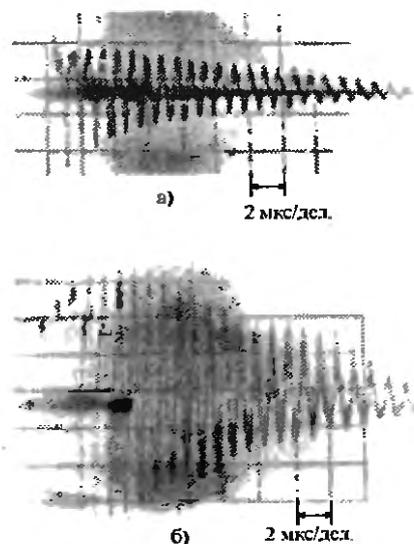


Рис.8. Осциллограмма тока во вторичной обмотке.

Следует отметить, что собственная резонансная частота вторичного контура на холостом ходу (без емкостной штанги) примерно в 2 раза превышает частоту первичного контура. При подключении емкостной штанги собственная частота вторичного контура уменьшалась и приближалась к частоте первичного. Так, при длине штанги 1370 мм частота настройки вторичного контура составляла около 1,1 МГц.

Удаление ферритового сердечника приводило к существенной расстройке соотношения собственных частот первичного и вторичного контура и, главное, к падению коэффициента связи между ними. В результате величина φ_0 существенно падала. Однако, при нагрузке вторичного контура емкостью можно настроить схему и получить практически прежний эффект. Следовательно, эффект появления φ_0 и связанная с ним несимметрия принципиально не связаны с наличием ферритового сердечника.

Для выяснения влияния несимметричности емкостей концов вторичной обмотки трансформатора на первичную, которая в принципе могла бы привести к несимметрии наблюдаемого переменного потенциала (не более, конечно $\pm 10...15$ кВ) во вторичной обмотке, были проведены контрольные опыты, с существенным смещением (до 50 мм) первичной обмотки от центра вторичной. В этих опытах измеряемые величины практически не менялись, по сравнению с симметричным расположением катушек.

Следует указать, что проводился также ряд контрольных опытов со сменой на 180° ориентации вторичной обмотки, ферритового сердечника, изменением горизонтального расположения установки на вертикальное, с различными вариантами заземления и т.п. При этих опытах не наблюдалось сколь-нибудь заметных изменений в работе установки.

По результатам экспериментов можно сделать следующие выводы:

1. Потенциал незаземленного конца вторичной обмотки трансформатора существенно несимметричен относительно операции коммутации элементов схемы и направления навивки вторичной обмотки.

2. В том случае, если проекция вектора \vec{A} , соответствующего начальному и тем самым преимущественному направлению тока в первичной обмотке, взятая вдоль провода вторичной обмотки, направлена к незаземленному концу провода, на нем кроме переменной составляющей потенциала наблюдается значительной величины постоянная составляющая φ_0 (на «холостом ходу» вторичной обмотки).

3. Потенциал φ_0 (если он есть) всегда положителен.

4. Зависимость φ_0 от U_0 существенно нелинейна.

5. Величина φ_0 не может быть объяснена эффектом «выпрямления» на короне, которое в принципе всегда наблюдается в высоковольтных установках.

6. Обнаруженная несимметрия никак не связана с конструктивной несимметрией установки, например, паразитных емкостей, параметров ферритового сердечника и т.д.

Теоретические основания. Задача о разряде предварительно заряженного конденсатора на первичную обмотку трансформатора в рамках существующих представлений о происходящих при этом процессах и с применением классической теории хорошо изучена [14].

При этом ток в контуре первичной обмотки дается выражением:

$$i(t) = \frac{U_0}{L_1(1 - K_M^2)(\Omega_2^2 - \Omega_1^2)} \left[\frac{\omega_2^2 - \Omega_1^2}{\Omega_1} e^{-\sigma_1 t} \sin \Omega_1 t - \frac{\omega_2^2 - \Omega_2^2}{\Omega_2} e^{-\sigma_2 t} \sin \Omega_2 t \right], \quad (6)$$

где U_0 - первоначальное напряжение на конденсаторе:

$K_M^2 = M^2 / L_1 L_2$ - квадрат коэффициента связи первичного и вторичного контуров (по мощности);

M - коэффициент взаимной индукции обмоток трансформатора;

L_1 - индуктивность первичного контура;

L_2 - индуктивность вторичного контура;

$$\omega_1^2 = 1 / L_1 C_1;$$

C_1 - емкость первичного контура;

$$\omega_2^2 = 1 / L_2 C_2;$$

C_2 - емкость вторичного контура;

$$\Omega_1 = \sqrt{\frac{\omega_1^2 - \omega_2^2}{2(1 - K_M^2)} - \sqrt{\left[\frac{\omega_1^2 - \omega_2^2}{2(1 - K_M^2)} \right]^2 - \frac{\omega_1^2 \omega_2^2}{1 - K_M^2}}};$$

$$\Omega_2 = \sqrt{\frac{\omega_1^2 - \omega_2^2}{2(1 - K_M^2)} + \sqrt{\left[\frac{\omega_1^2 - \omega_2^2}{2(1 - K_M^2)} \right]^2 - \frac{\omega_1^2 \omega_2^2}{1 - K_M^2}}};$$

$$\sigma_1 = (\alpha_1 \omega_2^2 + \alpha_2 \omega_1^2 - \Omega_1^2 (\alpha_1 + \alpha_2)) / \sqrt{(\omega_1^2 + \omega_2^2)^2 + 4K_M^2 \omega_1^2 \omega_2^2};$$

$$\sigma_2 = (\Omega_2^2 (\alpha_1 + \alpha_2) - \alpha_1 \omega_2^2 - \alpha_2 \omega_1^2) / \sqrt{(\omega_1^2 - \omega_2^2)^2 + 4K_M^2 \omega_1^2 \omega_2^2};$$

$$\alpha_1 = r_1 / 2L_1;$$

r_1 - сопротивление в цепи первичного контура;

$$\alpha_2 = r_2 / 2L_2;$$

r_2 - сопротивление в цепи вторичного контура.

Это выражение справедливо при $\alpha_1 \ll \omega_1$ и $\alpha_2 \ll \omega_2$, т.е. в приближении слабо затухающего процесса, что соответствует работе рассматриваемой установки. В этих же приближениях напряжение на вторичной обмотке определится по формуле

$$U_2(t) = \frac{-U_0 M}{L_1 L_2 C_2 (1 - K_M^2)(\Omega_1^2 - \Omega_2^2)} (e^{-\sigma_1 t} \cos \Omega_1 t - e^{-\sigma_2 t} \cos \Omega_2 t) \quad (7)$$

Очевидно, что приведенные выражения не могут объяснить наблюдаемого экспериментально явления. Действительно, если ток в первичном контуре в среднем смещен относительно оси времени, т.е. имеет преимущественное направление, создающее постоянную составляющую тока i_{10} при периодическом повторении процесса (пусть период повторения процесса T), то напряжение на вторичной обмотке симметрично относительно оси времени, и следовательно, не может иметь постоянной составляющей U_{20} . Именно:

$$i_{10} = \frac{1}{T} \int_0^T i_1(t) dt = \frac{U_0}{L_1 T (1 - K_M^2) (\Omega_2^2 - \Omega_1^2)} \times \\ \times \left[\frac{\omega_2^2 - \Omega_1^2}{\Omega_1^2} - \frac{\omega_2^2 - \Omega_2^2}{\Omega_2^2} - \left(\frac{\omega_2^2 - \Omega_1^2}{\Omega_1^2} e^{-\sigma_1 t} \cos \Omega_1 T - \frac{\omega_2^2 - \Omega_2^2}{\Omega_2^2} e^{-\sigma_2 t} \cos \Omega_2 T \right) \right]$$

и при достаточно большом T ($e^{-\sigma_1 T} \rightarrow 0$; $e^{-\sigma_2 T} \rightarrow 0$)

$$i_{10} = \frac{U_0}{L_1 T (1 - K_M^2) (\Omega_2^2 - \Omega_1^2)} \left[\frac{\omega_2^2 - \Omega_1^2}{\Omega_1^2} - \frac{\omega_2^2 - \Omega_2^2}{\Omega_2^2} \right] \neq 0 \quad (8)$$

$$а \quad U_{20} = \frac{U_0 M}{L_1 L_2 C_2 T (1 - K_M^2) (\Omega_2^2 - \Omega_1^2)} \left(\frac{1}{\Omega_1} e^{-\sigma_1 T} \sin \Omega_1 T - \frac{1}{\Omega_2} e^{-\sigma_2 T} \sin \Omega_2 T \right)$$

и при достаточно большом T , $U_{20} = 0$.⁶

Следовательно, наблюдаемое в эксперименте явление не может быть объяснено в рамках классической теории.

Определенная несимметрия взаимодействия заряженных частиц с электромагнитным полем следует из приведенного выше интегрального выражения для квантовомеханической фазы (5). Именно, для волны $\psi(\vec{r}, t)$, распространяющейся вдоль вектора \vec{A} , происходит укорочение пространственной длины волны, в то время как для движения навстречу \vec{A} - удлинение волны ψ -функции. Поскольку для заряженной частицы в электромагнитном поле сохраняющейся величиной является обобщенный импульс:

$$\vec{P} = \vec{p} + q\vec{A}, \text{ где } \vec{p} = m_0 \vec{v} / \sqrt{1 - v^2/c^2}, \quad (9)$$

то из этого изменения длины волны не следует, вообще говоря, изменения реального механического импульса \vec{p} и энергии частицы.

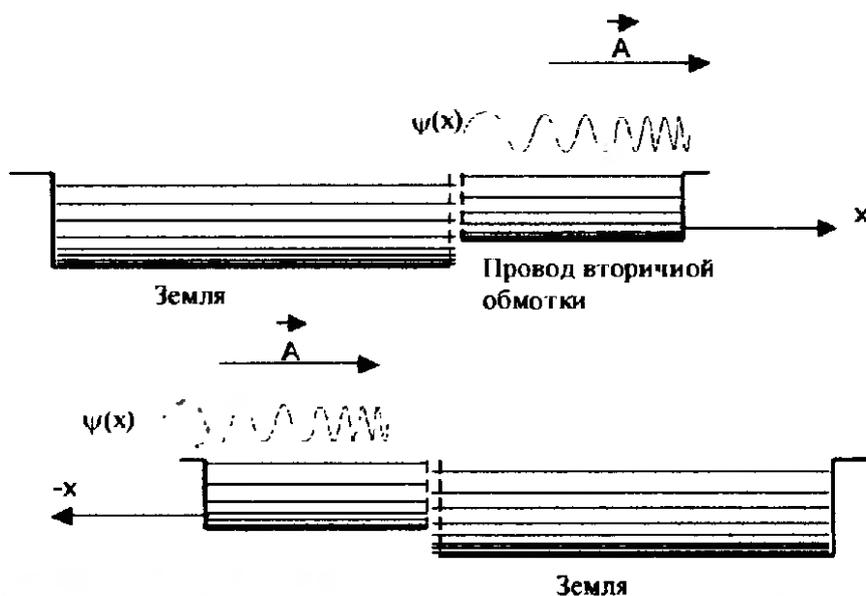
В то же время изменение длины волны для функции $\psi(\vec{r}, t)$ - это реальное изменение некоторых физических свойств изучаемого объекта в данных условиях, а не просто изменение математического описания квантового объекта в присутствии электромагнитного поля. Следует по-

⁶ Следует подчеркнуть, что среднее значение $U_{20} \equiv 0$ независимо от частоты повторения и др. параметров, поскольку процессы во вторичном контуре описываются (в любых приближениях, основанных на уравнениях Максвелла) производными во времени от изменения магнитного потока.

нимать, что это реальное изменение свойств при определенных условиях может проявиться в измеримых физических эффектах. Напомним, что вещество в конденсированной фазе, в частности металл проводника, является макроскопическим квантовым объектом, содержащим в 1 см^3 до 10^{23} «обобщенных» электронов, газ которых подчиняется статистике Ферми. Обычно в металле, трактуемом как некий потенциальный ящик, все нижние уровни энергии, которым соответствуют «длинноволновые» (холодные) электроны, полностью заполнены, а населенность уровней начинает заметно изменяться только вблизи уровня Ферми. Подключение «заземления» к проводнику можно истолковывать как подключение к данному «потенциальному ящику» другой, существенно большей квантовомеханической системы, с большим количеством возможных уровней энергии. Можно допустить, что в подключаемой системе («заземлении») ввиду ее больших масштабов⁷ в данный момент не все уровни энергии, соответствующие холодным, длинноволновым электронам проводника, заняты, т.к. для подключенной системы они уже не будут «длинноволновыми», т.е. могут находиться существенно ближе к ее уровню Ферми.

Как уже указывалось, при наложении векторного потенциала электроны могут либо увеличивать длину волны λ волновой функции, либо

Рис.9. Влияние заземления при различных направлениях магнитного векторного потенциала.



укорачивать ее, в зависимости от знака проекции скорости на направление \vec{A} . Рис.9 поясняет складывающуюся при этом ситуацию. Удлинение λ при движении в сторону заземления возможно и приводит к уходу электронов из вторичной обмотки и появлению нескомпенсированного положительного заряда. Укорочение λ при движении электронов в сторону «горячего» конца вторичной обмотки не приводит к появлению излишнего отрицательного заряда на этом конце, т.к. электронная волна

⁷ Число уровней в Земле, рассматриваемой как единый квантовый объект, составляет примерно 10^{40} .

прежде всего «отражается» от свободного конца обмотки и рассеивается на флуктуациях.

При анализе взаимодействия заряженных частиц и электромагнитного поля как в «классическом», так и в квантовом приближении обычно исходят из той или иной подобранной формы лагранжиана, использование которой дает наилучшее согласие с наблюдаемой реальностью. Так, релятивистская функция Лагранжа для частицы с нулевым спином (в условиях, когда пренебрегают радиационным трением и излучением электромагнитных волн) обычно берется в виде ([6], [8], [15] и др.):

$$L = -m_0 c^2 \sqrt{1 - v^2 / c^2} + q \bar{v} \bar{A} - q \phi \quad (10)$$

Из вариационного принципа, следуя уравнению Лагранжа

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial \bar{v}} = \frac{\partial L}{\partial \bar{r}} \quad (11)$$

обычно приходят к уравнению движения частицы в поле вида

$$\frac{d\bar{p}}{dt} = -q \frac{\partial \bar{A}}{\partial t} - q \nabla \phi + q \bar{v} \times \nabla \times \bar{A} = q \bar{E} + q \bar{v} \times \bar{B}, \quad (12)$$

т.е. к выражению для двух компонент силы, действующей на частицу — «кулоновской» $q\bar{E}$, и силы Лоренца $q\bar{v} \times \bar{B}$.

Полученные новые экспериментальные данные показывают, что необходимо допустить существование, по крайней мере, еще одной компоненты силы, пропорциональной векторному магнитному потенциалу \bar{A} или (и) его производным в нечетной степени, т.е. зависящей от направления \bar{A} . Поскольку весь арсенал имеющихся экспериментальных данных (включая наблюдение \bar{A} в условиях $\bar{E} = 0, \bar{B} = 0$ с помощью эффектов Джозефсона) исключает возможность эффектов, пропорциональных \bar{A} в первой степени, следует обратить внимание на непротиворечащую этим данным возможность наблюдения эффектов, пропорциональных

$\bar{A}^3, \left(\frac{\partial \bar{A}}{\partial t}\right)^3, \bar{A} \left(\frac{\partial \bar{A}}{\partial t}\right)^2$ и т.п. Следует отметить, что результаты проведенных авторами экспериментов однозначно исключают эффекты, пропорциональные $\bar{A}^2 \frac{\partial \bar{A}}{\partial t}$, т.к. при такой зависимости не наблюдалось бы несимметрии при смене направления тока (переключении концов) первичной обмотки.

Для теоретического анализа опытных данных представляется существенным, что корректное использование лагранжиана вида (10) при варьировании действия приводит к появлению дополнительных компонент в уравнениях движения. Действительно, при обычном подходе, кочующем

из монографии в монографию, дифференцированию $\frac{\partial L}{\partial \vec{r}}$ сопоставляется операция grad, так что из (10) получают [8], [15]

$$\frac{\partial L}{\partial \vec{r}} \equiv \text{grad}L = q\text{grad}(\vec{A}\vec{v}) - q\text{grad}\varphi, \quad (13)$$

при этом, после раскрытия $\text{grad}(\vec{A}\vec{v})$ по известным формулам векторного анализа полагают \vec{v} не зависящей от переменной \vec{r} и приходят к выражению для силы вида (12). Отмечая некорректность использования в этой ситуации операции grad при \vec{v} , не зависящей от \vec{r} , выпишем полностью все составляющие уравнения движения, полученные при обычном дифференцировании лагранжиана по координате \vec{r} , учитывая, что $\vec{v} = \vec{v}(\vec{r}, t)$, так же как и $\vec{A} = \vec{A}(\vec{r}, t)$. При этом, естественно, будем учитывать, что полная производная (например от \vec{A}) $\frac{d\vec{A}}{dt} = \frac{\partial \vec{A}}{\partial t} + (\vec{v}\text{grad})\vec{A}$. Получаем⁸

$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} = -q \frac{\partial \vec{A}}{\partial t} - q\text{grad}\varphi + q\vec{v} \times \text{rot}\vec{A} + q(\vec{A}\text{grad})\vec{v} + q\vec{A} \times \text{rot}\vec{v} = \vec{F}_K + \vec{F}_A + \vec{F}_V,$$

где $\vec{F}_K = q\vec{E} + q\vec{v} \times \vec{B}$ - «классическая» сила воздействия поля на заряд;

$\vec{F}_A = q(\vec{A}\text{grad})\vec{v}$ - сила, пропорциональная градиенту поля по вектору \vec{A} ;

$\vec{F}_V = q\vec{A} \times \text{rot}\vec{v}$ - сила, связанная с ротацией скорости

Применительно к движению одиночного «точечного» заряда по той или иной траектории можно допустить $\text{rot}\vec{v} = 0$, так что $\vec{F}_V = 0$. Таким образом, корректное дифференцирование лагранжиана дает дополнительную компоненту силы

$$\vec{F}_A = q(\vec{A}\text{grad})\vec{v} = q \left[A_x \frac{\partial v}{\partial x} \vec{i} + A_y \frac{\partial v}{\partial y} \vec{j} + A_z \frac{\partial v}{\partial z} \vec{k} \right] \quad (14)$$

(в декартовых координатах).

Учитывая, что $\vec{v} = \vec{v}(\vec{r}, t)$, можем записать, например, $\frac{\partial v}{\partial x} = \frac{\partial v_x}{\partial t} \frac{\partial t}{\partial x} = a_x \frac{1}{v(t)}$, (где a_x - компонента ускорения заряда по оси x).

Таким образом, принятый в классической и квантовой электродинамике вид лагранжиана приводит к появлению сил, зависящих от векторного потенциала \vec{A} , скорости и ускорения частицы.

Для одномерного движения вдоль вектора $\vec{A} = A_x \vec{i}$ имеем $\vec{F}_A = qA_x \dot{v}_x(t) \frac{1}{v_x(t)}$. Если $\vec{F}_A \ll \vec{F}_K$, то можно определить

⁸ В рассматриваемом приближении не анализируем вопрос о дифференцировании по координатам множителя $1/\sqrt{1-v^2/c^2}$.

$a_x(t) \equiv \dot{v}_x(t) \sim \frac{q}{m} \frac{\partial A_x}{\partial t}$ (составляющую силы Лоренца, как перпендикулярную направлению движения, не учитываем). Таким образом,

$$\bar{F}_A \sim \frac{q^2}{m} A_x \frac{\partial A_x}{\partial t} \frac{1}{v_x(t)} \quad (15)$$

Детальный анализ полученной зависимости выходит за рамки данного материала и вряд ли целесообразен ввиду произвола в выборе исходного лагранжиана. Необходимо, однако, сделать следующие замечания. В рассматриваемой задаче переменные поля и возможные движения зарядов являются квазигармоническими и описываются функциями вида $-\exp[-\alpha t + j(\omega t + \theta)]$. При этом, в приближении $\bar{F}_A \ll \bar{F}_K$, можно считать, что $v(t) \sim v_0 + \xi \exp[-\alpha t + j(\omega t + \theta)]$, где v_0 - начальная скорость заряда, а $\xi \sim \frac{\partial A}{\partial t}$.

Для случая $|\xi| \ll v_0$ приходим к выражениям вида $F_A \sim b_1 A_x \frac{\partial A_x}{\partial t} + b_2 A_x \left(\frac{\partial A_x}{\partial t} \right)^2$, (где b_1 и b_2 - некоторые константы).

Несимметричный характер зависимостей, получающихся на опыте и формально следующих из анализа простейшего лагранжиана, говорит о необходимости более глубокого пересмотра системы исходных понятий, используемых при построении квантовой электродинамики.

Полученные авторами данные могут служить основой для формулировки нелокальной теории, обобщающей идеи СР-инвариантности на фундаментальные физические законы.

Исходная теоретическая концепция, позволившая авторам провести настоящие экспериментальные исследования, предполагает дальнейший отход от понятия материальных частиц как классических объектов (корпускул) и связанных с этим подходом понятий. Квантовая (волновая) механика, показав неизбежность признания волновых свойств вещества, все же оставила половину старых воззрений, приписав, по существу силовым приемом, дуализм «волна-частица» наблюдаемым сущностям материального мира, при этом какого-либо рационального объяснения этому дуализму не было дано. Представляется необходимым следующий шаг, основанный на трактовке всех наблюдаемых материальных сущностей и их эволюции только как процессов в «вакууме» нашей Вселенной, при этом старому понятию вещества, частицы (элементарной частицы) соответствует понятие процесса, определенным образом развивающегося в данной области пространства. Существенно, что наблюдаемым волновым и корпускулярным свойствам объектов полностью соответствует модель локализованного «пробоя», систематически и с наибольшей вероятностью возникающего в областях с высокой концентрацией «энергии» волны и при наличии необходимых инициирующих факторов – «вещества» измерительного прибора.

Предлагаемая концепция позволяет без оговорок признать ψ -волну де Бройля реальной волной в реальном (а не конфигурационном) пространстве, как это и следует из всех имеющихся опытных данных.

Хорошей моделью процесса со свойствами «волна-частица» является электрический пробой в поле бегущей или стоячей электромагнитной волны, в том числе в различного рода резонаторах (аналог атома и др. связанных квантовомеханических состояний).

Сингулярность, возникающая при «пробое» в поле ψ -волны, ответственна, в первую очередь, за возникновение наблюдаемого у заряженных частиц электромагнитного поля, которое, таким образом, даже в условиях статического заряда носит принципиально «пульсирующий» характер. Наблюдаемые «корпускулярные» свойства вещества принципиально дискретны во времени.

Именно такая фундаментальная предпосылка нацелила авторов на проведение теоретического и экспериментального поиска. И прежде всего под сомнение была поставлена общепринятая трактовка явления электромагнитной индукции Фарадея, т.к. она не объясняет это явление с позиций близкодействия. Анализ уравнений Максвелла не дает однозначный ответ на то, что явление электромагнитной индукции связано с возникновением осциллирующего вихревого поля \vec{E} , а опытные данные и сам факт успешной работы применяемых на практике трансформаторов и других устройств скорее противоречат общепринятой трактовке явления, открытого Фарадеем.

Специально поставленный авторами эксперимент по изучению явления электромагнитной индукции применительно к работе трансформатора показал продуктивность «пробойной» концепции.

Для того, чтобы оценить, от каких конкретно факторов в принципе зависит наблюдаемое явление, в заключение отметим характерные особенности рассмотренной установки. Установка, прежде всего характеризуется высокой импульсной мощностью - до 1 МВт и, при малом числе витков первичной обмотки (и малой длине провода этой обмотки), высокой абсолютной величиной \vec{A} , создаваемого первичной обмоткой в районе вторичной. Малое число витков первичной обмотки позволяет также реализовать в районе вторичной обмотки относительно высокое «витковое» напряжение (порядка 3 кВ, или 150 В/см). Высокая частота электромагнитных процессов ($\sim 10^6$ Гц) позволяет реализовать большое абсолютное значение производной $\frac{\partial \vec{A}}{\partial t}$. Затухающий характер процесса обеспечивает

в первичной обмотке преимущественное направление тока. Очевидно, что совокупность этих характерных факторов является достаточным условием наличия описанного явления, а также объясняет, почему описанное явление проявляется так ярко именно в этой установке и не было замечено раньше.

Можно предположить, что близкие условия могут реализоваться в установках типа линейного бетатрона [16], где наблюдается ряд труднообъяснимых с обычных позиций «паразитных» явлений.

Формула открытия. Экспериментально установлено неизвестное ранее явление нарушения симметрии закона электромагнитной индукции относительно направления магнитного векторного потенциала электромагнитного поля.

Оно состоит в том, что при подключении предварительно заряженного конденсатора к первичной обмотке трансформатора, на незаземленном конце его вторичной обмотки, работающей в режиме холостого хода, кроме переменной составляющей электрического потенциала, обусловленной колебательным затухающим током в контуре первичной обмотки, имеется постоянная составляющая. Она появляется в том случае, если проекция вектора магнитного потенциала, соответствующего начальному направлению тока в первичной обмотке, взятая вдоль провода вторичной обмотки, направлена к незаземленному концу провода. Постоянная составляющая электрического потенциала (если она есть) всегда положительна, а ее величина существенно нелинейно зависит от первоначального напряжения на конденсаторе.

Литература

1. *Jaklevič R.C., Lambe J., Silver A.H., Mercereau J.E.* Quantum interference effects in Josephson tunneling//Phys. Rev. Letters, 1964, February, v.12, N7.
2. *Jaklevič R.C., Lambe J., Silver A.H., Mercereau J.E.* Quantum interference from a static vector potential in a field-free region//Phys. Rev. Letters, 1964, March 16, v.12, N11.
3. *Josephson B.D.*// Phys. Letters, 1962, v.1, 251.
4. *Роуз-Инс А., Родерик Е.* Введение в физику сверхпроводимости. М.: Мир, 1972.
5. *Фейнман Р., Лейтон Р., Сендс М.* Фейнмановские лекции по физике. Т.6. М.: Мир, 1966. С.23-24.
6. *Фейнман Р., Лейтон Р., Сендс М.* Фейнмановские лекции по физике. М.: Мир, 1966.
7. *Марков Г.Т.* Антенны. М.: Госэнергоиздат, 1960.
8. *Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М.* Теория поля. М.: Наука, 1973.
9. *Ли Цзун-Дао, Янг Чжень-нин.* В сб. «Новые свойства симметрии элементарных частиц». М.: ИЛ, 1957.
10. *Wu C.S., Ambler E., Hayward R.W., Hoppes D.D., Hudson R.P.* //Phys. Rev., 105, 1413 (L), 1957.
11. *Feynman R., Gell-Mann H.* //Phys. Rev., 109, 193, 1958 (см. русский перевод ПСФ, вып.4, стр.3, 1958).
12. *Wigner E.P.* //Rev. Mod. Phys., 29, v.3, 1957.
13. *Garwin R.L., Lederman L.M., Weinreich M.* //Phys. Rev., 105, 1415 (L), 1957.
14. *Конторович М.И.* Операционные исчисления и процессы в электрических цепях. М.: 1964.
15. *Левич В.Г., Вдовин Ю.А., Мямлин В.А.* Курс теоретической физики. М.: Наука, 1971.
16. *Beal J.W., Christofilos N.C., Hester R.E.* The Astronhinear Accelerator //IEEE Trans. On Nuclear Science. 1969, June, v.5-16, N3, p.294-295.

ДОПОЛНЕНИЕ

к разделу «Теоретические основания» заявки на предполагаемое открытие ОТ-8896

1. Необходимость использования релятивистских соотношений для анализа процессов в установке "РАНГ-1". Покажем, что объяснение природы электричества (электрического тока) и количественный анализ его проявлений невозможны без привлечения представлений релятивистской волновой механики.

Удобно исходить из известного опытного факта, наблюдаемого в многочисленных электротехнических и радиотехнических устройствах, давно используемых в инженерной практике:

- при подключении источника ЭДС к «длинной линии» (например, коаксиалу, или воздушной двухпроводной) в последней происходит распространение волны напряжения $U(x,t)$, тока $I(x,t)$, избыточного заряда $Q(x,t)$ (на погонный см длины линии). В простейшем случае подключения линии с волновым сопротивлением $W = \sqrt{L_0/C_0}$ (где L_0 - погонная индуктивность, C_0 - погонная ёмкость) к источнику ЭДС $U_0 = \text{const}$ вдоль ранее электрически нейтральных проводов бегут волны U, I, Q со скоростью⁹ [1] $v_{\text{фронта}} = c$.

Ситуация поясняется рис. 1.

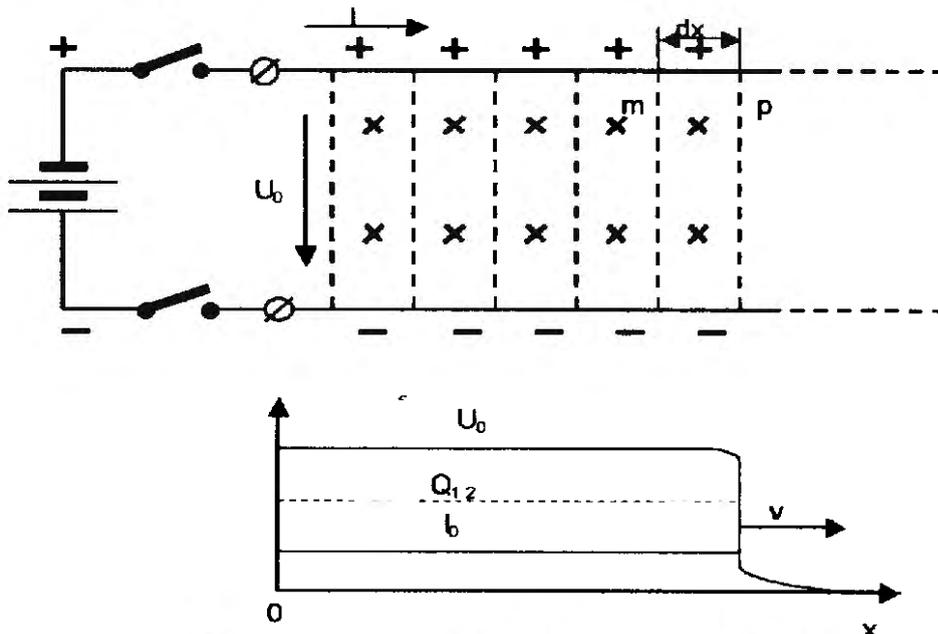


Рис. 1. Распространение волн в длинной линии [1].

Известно, что в каждой точке сечения линии, которые прошел фронт волны, справедливы соотношения [1]: $U=U_0$; $I=U_0/W=\text{const}$; а также $Q_1=C_0U_0$; $Q_2=-C_0U_0$, (где $Q_{1,2}$ - избыточный заряд на каждом погонном сантиметре длины одного из проводов линий).

⁹ Для простоты считаем $\epsilon=\mu=1$.

Соответственно, скорость $|v|=I/|Q_{1,2}|$ распространения избыточного заряда $Q_{1,2}$ вдоль линии будет: $|v|=I/|C_0U_0|=1/\sqrt{L_0C_0}=c$ [1].

Естественно, что данный вывод следует однозначно из решения простейшего волнового уравнения.

Итак, весь ток заряда длинной линии обусловлен перемещением носителей заряда в металле проводников со скоростью $v=c$.¹⁰ Это утверждение является фундаментальным опытным фактом, согласующимся с решениями волновых уравнений для носителей, заряда.¹¹

Итак, как это ни парадоксально, электрический ток в металле не является следствием диффузии «горячих» электронов с энергией, близкой к энергии Ферми E_f .

Следует полагать, что «горячие» электроны ответственны лишь за процесс диссипации энергии в несовершенном проводнике.

Механизм проводимости, по-видимому, тесно связан с «холодными» электронами, энергии которых существенно меньше E_f , а длина волны (в рамках Зоммерфельдовской модели) такова, что обеспечивается ее малое рассеяние на неоднородностях решетки.

Носитель заряда в металле является, таким образом, объектом релятивистской волновой механики, и только в рамках последней можно найти количественные соотношения для расчета электромагнитных явлений.

2. Вывод уравнений движения для носителя заряда в электромагнитном поле на основе уравнения Клейна-Гордона-Фока. Покажем, что из уравнения Клейна-Гордона-Фока при использовании релятивистских соотношений для потенциалов поля и компонент 4-х импульса (энергии-импульса) однозначно вытекает уравнение движения, аналогичное уравнению движения, выведенному в материалах заявки из релятивистского лагранжиана.

Для уравнения Клейна-Гордона-Фока [2], [3], [5]:

$$(i\hbar \frac{\partial}{\partial t} - e\phi)^2 \psi - c^2 (-i\hbar \nabla - \frac{e}{c} \vec{A})^2 \psi - m_0^2 c^4 \psi = 0, \quad (1)$$

где e - заряд электрона, m_0 - масса покоя электрона, c - скорость света, ϕ, \vec{A} - скалярный и векторный потенциалы электромагнитного поля, решение может быть записано в виде [4]:

$$\psi = \rho^2 e^{i\theta} \quad (2)$$

¹⁰ Полагаем справедливым уравнение непрерывности $\nabla \vec{j} + \frac{\partial \rho}{\partial t} = 0$, где j - плотность тока, ρ - плотность заряда.

¹¹ Подчеркнем, что опытные данные (и решения волновых уравнений) несовместимы с объяснениями типа: «Под действием распространяющейся волны происходит смещение малой части от $10^{22} \dots 10^{23}$ электронов/см³...», в чем можно легко убедиться при элементарных выкладках.

¹² Здесь и далее в тексте все величины даны в Гауссовой системе единиц.

В уравнении (1) члены, содержащие скобки, более подробно должны быть записаны в следующем виде:

$$\left\{ \begin{array}{l} (i\hbar \frac{\partial}{\partial t} - e\varphi)^2 \psi = -\hbar^2 \frac{\partial^2 \psi}{\partial t^2} - 2ie\hbar\varphi \frac{\partial \psi}{\partial t} + e^2 \varphi^2 \psi - ie\hbar\psi \frac{\partial \varphi}{\partial t}; \\ (i\hbar \nabla + \frac{e}{c} \vec{A})^2 \psi = -\hbar^2 \nabla^2 \psi + 2i \frac{e}{c} \hbar \vec{A} \nabla \psi + \frac{e^2}{c^2} \vec{A}^2 \psi + i \frac{e}{c} \hbar \psi \nabla \vec{A} \end{array} \right. \quad (3)$$

Дифференцированием (2) можно получить выражения для $\frac{\partial \psi}{\partial t}, \frac{\partial^2 \psi}{\partial t^2}, \nabla \psi, \nabla^2 \psi$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial \psi}{\partial t} = \frac{1}{2} \rho^{-\frac{1}{2}} \frac{\partial \rho}{\partial t} e^{i\theta} + i \rho^{\frac{1}{2}} \frac{\partial \theta}{\partial t} e^{i\theta}; \\ \frac{\partial^2 \psi}{\partial t^2} = -\frac{1}{4} \rho^{-\frac{3}{2}} \left(\frac{\partial \rho}{\partial t} \right)^2 e^{i\theta} + \frac{1}{2} \rho^{-\frac{1}{2}} \frac{\partial^2 \rho}{\partial t^2} e^{i\theta} + i \rho^{-\frac{1}{2}} e^{i\theta} \frac{\partial \rho}{\partial t} \frac{\partial \theta}{\partial t} - \\ - \rho^{\frac{1}{2}} e^{i\theta} \left(\frac{\partial \theta}{\partial t} \right)^2 + i \rho^{\frac{1}{2}} e^{i\theta} \frac{\partial^2 \theta}{\partial t^2}; \\ \nabla \psi = \frac{1}{2} \rho^{-\frac{1}{2}} e^{i\theta} \nabla \rho + i \rho^{\frac{1}{2}} e^{i\theta} \nabla \theta; \\ \nabla^2 \psi = -\frac{1}{4} \rho^{-\frac{3}{2}} (\nabla \rho)^2 e^{i\theta} + \frac{1}{2} \rho^{-\frac{1}{2}} e^{i\theta} \nabla^2 \rho + i \rho^{-\frac{1}{2}} e^{i\theta} \nabla \rho \nabla \theta - \\ - \rho^{-\frac{1}{2}} e^{i\theta} (\nabla \theta)^2 + i \rho^{\frac{1}{2}} e^{i\theta} \nabla^2 \theta \end{array} \right. \quad (4)$$

Если в уравнение (1), с учётом (3), подставить (2) и (4), а затем приравнять к нулю отдельно действительные и мнимые части получившегося выражения, то можно получить следующие два равенства:

$$\left[\left(\hbar \frac{\partial \theta}{\partial t} + e\varphi \right)^2 - c^2 \left(\hbar \nabla \theta - \frac{e}{c} \vec{A} \right)^2 - m_0^2 c^4 + c^2 \hbar^2 \frac{1}{\xi} \Delta^2 \xi \right] = 0 \quad (5)$$

$$\left[\frac{\partial}{\partial t} \left[\rho \left(\hbar \frac{\partial \theta}{\partial t} + e\varphi \right) \right] - c^2 \nabla \left[\rho \left(\hbar \nabla \theta - \frac{e}{c} \vec{A} \right) \right] \right] = 0 \quad (6)$$

$$\text{где } \xi = \sqrt{\rho} \text{ - амплитуда } \psi\text{-волны,} \quad (7)$$

$$\text{а } \Delta^2 \xi = \nabla^2 \xi - \frac{\partial^2 \xi}{\partial t^2}. \quad (8)$$

Уравнение (6) можно получить иным способом. Именно, если уравнение (1) умножить на ψ^* , а сопряженное с (1) уравнение на ψ , и из первого вычесть второе, то получившееся выражение можно представить в виде [2], [3], [6], [7]

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} = -\nabla \bar{j}, \quad (9)$$

где

$$\rho = \frac{\hbar}{2im_0c^2} \left[\psi \frac{\partial \psi^*}{\partial t} - \psi^* \frac{\partial \psi}{\partial t} \right] - \frac{e}{m_0c^2} \varphi \psi \psi^*, \quad (10)$$

а

$$\bar{j} = \frac{i\hbar}{2m_0} [\psi \nabla \psi^* - \psi^* \nabla \psi] - \frac{e}{m_0c} \bar{A} \psi \psi^*. \quad (11)$$

Определим скорость V в каждой точке пространства равенством [4]:

$$\bar{j} = \rho \bar{v} \quad (12)$$

С учётом (10) и (11) последнее представится в виде:

$$\begin{aligned} & \frac{i\hbar}{2m_0} [\psi \nabla \psi^* - \psi^* \nabla \psi] - \frac{e}{m_0c} \bar{A} \psi \psi^* = \\ & = \frac{\bar{v}\hbar}{2im_0c^2} \left[\psi \frac{\partial \psi^*}{\partial t} - \psi^* \frac{\partial \psi}{\partial t} \right] - \frac{e\bar{v}}{m_0c^2} \varphi \psi \psi^* \end{aligned} \quad (13)$$

и после подстановки (2) и (4):

$$\left(\hbar \nabla \theta - \frac{e}{c} \bar{A} \right) = -\frac{\bar{v}}{c^2} \left(\hbar \frac{\partial \theta}{\partial t} + e\varphi \right) \quad (14)$$

В полученном соотношении (14) имеем суперпозицию двух слагаемых - одно (левые члены равенства) описывает свободное движение (нейтральный ток в (13)), а другое - вклад в суммарный ток, обусловленный электромагнитным полем с потенциалом (\bar{A}, φ) .

Примем гипотезу, что вклад от внешнего электромагнитного поля носит аддитивный характер, т.е. для соответствующих членов в выражении для тока (12), (13) справедливо равенство

$$\bar{j}_{\Sigma} = \bar{j}_{\text{своб}} + \bar{j}_{\text{эл}} = \bar{v}(\rho_{\text{своб}} + \rho_{\text{эл}}), \quad (15)$$

где вклад от электромагнитного поля $\bar{j}_{\text{эл}} = \bar{v}\rho_{\text{эл}}$ (16)

Исходя из этой гипотезы, в (14) можем приравнять почленно

$$\nabla \theta = -\frac{\bar{v}}{c^2} \frac{\partial \theta}{\partial t} \quad (17)$$

и $\bar{A} = \frac{\bar{v}}{c} \varphi$ (18)

Мы видим, что предложенная гипотеза эквивалентна признанию того, что величины $\left(\hbar \nabla \theta; -\hbar \frac{\partial \theta}{\partial t} \right) = (\vec{p}; \hbar \omega) = (\vec{p}; \epsilon)$ и (\bar{A}, φ) являются релятивистски-инвариантными 4-х векторами, также как и их суперпозиция, входящая в соотношение для 4-х вектора (14).

¹³ Такое же выражение следует из (6), если рассматривать его с позиции равенства (9) и предположения (12).

С другой стороны, 4-х векторный характер потенциала поля и энергии-импульса (\vec{p}, ε) являются исходными постулатами при построении релятивистской квантовой теории, что доказывает обоснованность соотношений (17) и (18).

$$\text{Так как } \psi\psi^* = \xi^2 = \rho, \quad (19)$$

то подстановка в (10) $\psi, \psi^*, \frac{\partial\psi}{\partial t}, \frac{\partial\psi^*}{\partial t}$ из (2) и (4) должна обратить по-

следнее в тождество, при этом $\rho = -\frac{1}{m_0c^2} \left(\hbar \frac{\partial\theta}{\partial t} + e\varphi \right) \rho$, следовательно

$$\left(\hbar \frac{\partial\theta}{\partial t} + e\varphi \right) = -m_0c^2 \quad (20)$$

Рассуждая аналогично и учитывая (12), из (11) можно получить равенство

$$\vec{j} = \frac{1}{m_0} \left(\hbar \nabla\theta - \frac{e}{c} \vec{A} \right) \rho \equiv \rho \vec{v}, \text{ т.е.} \quad (21)^{14}$$

$$\hbar \nabla\theta - \frac{e}{c} \vec{A} = m_0 \vec{v}.$$

Если в (6) учесть калибровку Лоренца

$$\nabla \vec{A} = -\frac{1}{c} \frac{\partial\varphi}{\partial t} \quad (22)$$

и заменить по (17) и (18) $\nabla\theta$ на $\frac{\partial\theta}{\partial t}$, а \vec{A} на φ , и, кроме того, имея ввиду, что

$$\frac{\partial\rho}{\partial t} = -\nabla \vec{j} = -\nabla(\rho \vec{v}) = -\nabla\rho \vec{v} - \rho \nabla \vec{v}, \quad (23)$$

то (6) можно представить в следующем виде $e\varphi \nabla \vec{v} = \frac{\partial}{\partial t} \left(\hbar \frac{\partial\theta}{\partial t} \right) + \vec{v} \nabla \left(\hbar \frac{\partial\theta}{\partial t} \right)$.

Правая часть этого равенства есть полная производная от $\hbar \frac{\partial\theta}{\partial t}$, т.е.

$$e\varphi \nabla \vec{v} = \frac{d}{dt} \left(\hbar \frac{\partial\theta}{\partial t} \right) \quad (24)$$

Выше было отмечено, что импульс частицы \vec{p} и ее энергия ε являются релятивистски инвариантными компонентами четырехимпульса частицы и имеет место следующая связь между ними: $\vec{p} = \frac{\vec{v}}{c^2} \varepsilon$.

¹⁴ Аналогичное выражение получено Р.Фейнманом [4] при анализе нерелятивистского уравнения Шредингера.

По определению, сила есть полная производная импульса по времени, т.е.

$$\bar{F} = \frac{d\bar{p}}{dt} = \frac{\varepsilon}{c^2} \frac{d\bar{v}}{dt} + \frac{\bar{v}}{c^2} \frac{d\varepsilon}{dt} \quad (25)$$

Из этого равенства, учитывая (24), получим выражение для силы, действующей на носитель заряда в электромагнитном поле,

$$\bar{F} = \frac{\varepsilon}{c^2} \frac{d\bar{v}}{dt} - \frac{\bar{v}}{c^2} e\varphi \nabla \bar{v} \quad (26)$$

или, заменяя по (18) φ на \bar{A} ,

$$\bar{F} = \frac{\varepsilon}{c^2} \frac{d\bar{v}}{dt} - \frac{e}{c} \bar{A} \nabla \bar{v} = \bar{F}' + \bar{F}'' \quad (27)$$

Таким образом, динамика движения существенно нарушается по сравнению с классическими представлениями, в случае когда имеет место ускоренное движение носителя заряда $\nabla \bar{v} \neq 0$ в сильном электромагнитном поле.

Первый член полученного уравнения движения (27) характеризует движение носителя заряда как «точечного» объекта и совпадает с классическим уравнением движения, а второй член отражает тот факт, что носитель заряда не является точечным объектом, а имеет внутреннюю структуру (ψ -волна с определённым законом пространственно-временной модуляции).

Как показано в основных материалах заявки, компонента силы, пропорциональная произведению вида $\bar{A} \nabla \bar{v}$, может быть получена и из принципа наименьшего действия¹⁵, если при получении уравнения движения, т.е. варьировании действия, перейти от формализма Лагранжа к формализму Эйлера, т.е. отказаться от трактовки носителя заряда как «точечного» объекта.

Для того чтобы выяснить конкретные физические условия, при которых существенен вклад от силы $\bar{F}'' = -\bar{v} e \varphi \nabla \bar{v} / c^2$, необходимо определить абсолютное значение φ . Положим $\varphi=0$ в пределах классического радиуса электрона $r_e = e^2 / mc^2 \cong 3 \cdot 10^{-13}$ см. Тогда на макроскопическом расстоянии от заряженной частицы потенциал $\varphi_\infty = e / r_e \cong 1,6 \cdot 10^3$ абс.

Соответственно, совокупность из N заряженных частиц создаёт потенциал

$$N\varphi_\infty \approx Ne / r_e = q_N / r_e \quad (28)$$

¹⁵ При одномерном движении полученные зависимости тождественны.

Чтобы сила \vec{F}'' была соизмерима с силой $\vec{F}' = m\vec{a}$, где \vec{a} - ускорение частицы, необходимо выполнение условия $e\varphi\nabla\bar{v}/\hbar \approx \omega_0^2 = m_0^2 c^4 / \hbar^2$ ¹⁶ или, с учетом (28),

$$\nabla\bar{v} \approx m_0^2 c^4 r_e / (e\hbar q_N) \quad (29)$$

Применительно к установке «РАНГ-1» можем считать $q_N \approx C_2 U_2$, (где $C_2 \sim 10$ пФ - собственная емкость вторичного контура (обмотки), $U_2 \sim 10^5$ В - характерное значение напряжения на вторичной обмотке). Из (29) получаем оценку $\nabla\bar{v} \approx 1,5 \cdot 10^8$ 1/сек.

В пересчете на свободное движение носителя заряда (электрона) в электрическом поле находим величину напряженности ускоряющего поля $U=10$ В/см, хорошо согласующуюся с экспериментальными условиями (с индукционным полем, создаваемым первичной обмоткой).

3. Интерпретация экспериментальных результатов с учетом эффекта оптимальной фильтрации («сжатия») частотно-модулированной ψ -волны. Пусть имеется $\nabla\bar{v} = \text{const}$ на каком-то участке одномерного движения носителя заряда, т.е. $v(x) = v_0 + ax$. Тогда для волны, описывающей это одномерное движение, можно записать

$$\psi(x, t) = \xi(x, t) \exp\left(-\frac{i}{\hbar} \left(\frac{\partial \theta}{\partial t} t - \nabla \theta x \right)\right), \text{ где для рассматриваемого случая}$$

движения можно положить

$$\xi(x, t) = \text{const}$$

$$\theta(x, t) = a_1 t + b_1 x + a_2 t^2 + b_2 x^2$$

Знак коэффициентов b_1, b_2 зависит от принятого направления движения волнового пакета. Такое колебание представляет частотно-модулированную волну с линейным законом модуляции частоты.

Для фиксированного момента времени t волна имеет вид (рис.2).

Существенно отметить, что при движении подобной волны в дисперсионной среде, какой является как вакуум, так и любое пространство, заполненное электромагнитным полем (в том числе и «внутренность» металла), происходит «сжатие» волнового пакета, приводящее к возрастанию амплитуды в определенной точке пространства при распространении волны в сторону нарастания фазы волновой функции. В то же время при распространении в обратную сторону волновой пакет «расползается», что приводит к уменьшению средней амплитуды.

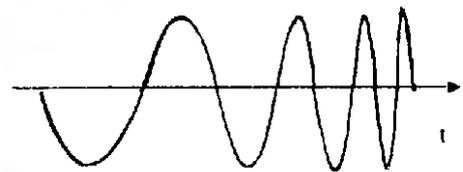


Рис.2.

¹⁶ Т.е. когда ширина спектра ψ -волны соизмерима с несущей частотой (существенное нарушение известных условий «квазиклассического» приближения [2],[3],[7]).

Если закон частотной модуляции согласован с дисперсионными характеристиками среды, то, как известно [8], [9], можно реализовать условия оптимальной фильтрации («сжатия») частотно модулированного колебания, при котором будет наблюдаться максимальное увеличение амплитуды ψ -волны в определенной точке пространства в определенный момент времени¹⁷.

Таким образом, мы приходим к выводу, что экспериментальные условия, при которых формируются подобные волновые пакеты, должны приводить к наблюдению существенной пространственной несимметрии.

В связи с тем, что потенциал поля ϕ определяет коэффициент преломления среды для волн де Бройля, при больших потенциалах можно ожидать наиболее яркого проявления указанной несимметрии.

Установка «РАНГ-1» характеризуется большими значениями ускорения носителей заряда (значительной модуляцией ψ -волны) и высоким эффективным потенциалом ϕ в проводе вторичной обмотки.

4. О возможности описания экспериментальных данных, полученных на установке «РАНГ-1», в рамках электродинамических представлений Максвелла и с учетом опытов Стюарта-Толмена, Мандельштама-Папалекси и др. На основе анализа общей квадратичной формы для кинетической энергии системы проводников с током, Максвелл [10] пришёл к выводу о возможности вклада в кинетическую энергию и соответственно в механическую и электродвижущую силу, обязанного ускоренному движению носителей зарядов в проводнике.

Однако, опираясь на результаты известных ему экспериментальных исследований, а также на результаты собственных экспериментов, Максвелл пришёл к выводу об отсутствии, или незначительной роли подобных сил, вследствие чего они не нашли отражения в известной нам электродинамической теории Максвелла. Сам Максвелл по этому поводу писал: «Поскольку до сих пор не было получено никакого очевидного доказательства существования таких членов, я в дальнейшем буду исходить из допущения, что они не существуют, или, по меньшей мере, не дают заметного эффекта, что значительно упростит нашу динамическую теорию» [10].

Существенно отметить, что более поздние эксперименты Стюарта-Толмена, Мандельштама-Папалекси и др. показали существование механических и электродвижущих сил, сопутствующих ускоренному движению носителей заряда.¹⁸

¹⁷ Приведенное рассуждение показывает, что обычно используемое соотношение неопределенности в квантовой механике требует существенного пересмотра [8].

¹⁸ Обратим внимание, что в подобных опытах наблюдается возникновение ЭДС в проводниках в условиях отсутствия внешнего электромагнитного поля (в отличие от индукцион-

Ускоренное движение заряда, в рамках первоначальных динамических построений Максвелла, позволяет интерпретировать результаты, полученные на установке «РАНГ-1», как проявление сил, предсказанных Максвеллом, и пропорциональных ускорению носителей заряда.

Отметим, что в установке «РАНГ-1» реализуются ускорения носителей зарядов на много порядков превосходящие те, которые создавались в экспериментальных установках Максвелла, Стюарта-Толмена и др.

Таким образом, мы рассмотрели несколько возможных подходов для теоретического объяснения полученных экспериментальных результатов: классический (анализ лагранжиана), квантовомеханический (анализ уравнения Клейна-Гордона-Фока и представление об оптимальной фильтрации частотно-модулированной волновой функции), а также возможность объяснений на основе представлений Максвелла об общих динамических соотношениях в теории электромагнетизма.

Общей чертой всех рассмотренных подходов, как мы видели, является появление специфических сил, связанных с ускоренным движением носителей зарядов.

Проведенные теоретические рассуждения и опыты заставляют нас вернуться к первоначальным представлениям Максвелла и ввести указанные силы в современную электродинамическую теорию.

Литература

1. Основы электротехники/Под ред. *К.А.Круга*. М.-Л.: Госэнергоиздат, 1952.
2. *Левич В.Г. и др.* Курс теоретической физики. Том II. М.: Наука, 1971.
3. *Давыдов А.С.* Квантовая механика. М.: Наука, 1973.
4. *Фейнман Р. и др.* Фейнмановские лекции по физике. Том 9. М.: Мир, 1967.
5. *Соколов А., Иваненко Д.* Квантовая теория поля. М.-Л.: ГИТТЛ, 1952.
6. *Питаевский Л.П., Лифшиц Е.М.* Релятивистская квантовая теория. М.: Наука, 1971.
7. *Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М.* Краткий курс теоретической физики. Квантовая механика. М.: Наука, 1972.
8. *Вакман В.Е.* Сложные сигналы и принцип неопределенности. М.: Сов.радио, 1965.
9. *Слока В.К.* Вопросы обработки радиолокационных сигналов. М.: Сов.радио, 1970.
10. *Максвелл Дж.К.* Избранные сочинения по теории электромагнитного поля/Под ред. П.С.Кудрявцева. М.: ГИТТЛ, 1952.

КВАНТОВАЯ МОДЕЛЬ ШАРОВОЙ МОЛНИИ

Шаровая молния/ Сборник. М.: ИВТАН, 1991.

1. Для понимания природы шаровой молнии крайне важно выделить ее «генеральные» свойства (повторяющиеся в основной массе наблюдений), совокупность которых радикально отличает шаровую молнию от тривиальных явлений и объектов.

К таким свойствам, прежде всего, относятся псевдолокальность и сильнейшие энергетические и электрические проявления.

Под псевдолокальностью мы понимаем кажущуюся неопытному наблюдателю автономность существования и «поведения» шаровой молнии как светящегося объекта. В то же время внимательный исследователь заметит массу наблюдаемых данных, говорящих о несомненной связи шаровой молнии со средой около канала линейной молнии, с различного рода предметами, дымоходами, линиями электропередач и др.

Не требует особых комментариев базовый факт протекания огромных импульсных электрических токов при непосредственной, или близком взрыве шаровой молнии, токов, приводящих к выводу из строя электроприборов, испарению проводников, механическим (пондеромоторным) действиям этих токов и т.п.

2. Совокупность уже этих двух генеральных свойств ШМ ставит перед непредубежденным исследователем проблему соответствия фактических данных концепциям той части физики, которая старается обходиться без законов квантовой (волновой) механики, базируясь на понятиях локальных (точечных) зарядов (ионов, электронов) и нейтральных частиц.¹ Хотя некорректность подобных «школьных» представлений хорошо известна в физике твердого тела [7, 8] и в других областях науки, следует отдать должное той настойчивости, с которой многие исследователи пытаются вскрыть и понять механизм устройства электронного прибора («телевизора») с помощью «кувалды», имеющей весьма ограниченную область использования как рабочего инструмента.

3. Следует признать полную несостоятельность попыток такого рода, длящихся уже второе столетие.

Генеральным свойством шаровой молнии являются сильнейшие электрические проявления.

4. Шаровая молния и ее проявления могут быть объяснены без привлечения новых законов природы или экзотических концепций антивещества, черных дыр и т.п. (к тому же, не удовлетворяющих зарегистрированному набору экспериментальных данных).

Для понимания природы шаровой молнии и количественных оценок ее базовых свойств (потенциального энергосодержания и «носителя» ее

¹ Взаимодействующих по закону бильярдных шаров и закону Кулона.

энергии, времени жизни и размеров, связи с окружающей средой), по-видимому, достаточно опираться на хорошо изученные теоретически и экспериментально следующие положения современной физики:

А. Дистантное взаимодействие объектов описывается не только понятиями «электромагнитное поле» (более корректно – 4-х потенциалом этого поля (\mathbf{A}, φ) , \mathbf{A} – магнитный, φ – скалярный потенциал), но и неустрашимым квантовым потенциалом [1-4].

С квантовым потенциалом (существование которого вытекает из волновых уравнений Шредингера, Клейна-Гордона-Фока, Дирака) связана характерная квантовая энергия (и, естественно, квантовая сила как градиент этой энергии) [1, 2, 6].

Б. Основой аксиоматики квантовой теории является тезис о том, что «наблюдается только то, что наблюдается», т.е. наблюдаемая характеристика реального объекта является результатом измерений, выполненных над этим объектом, и не обязана существовать «примитивно-объективно» до того, как это измерение произведено (см. [1, 2, 9] и др.).

В интересующем нас случае такой характеристикой является заряд шаровой молнии.

5. Дополнительно к положениям А и Б следует напомнить также известные закономерности квантовой теории, электромагнетизма и теории конденсированных сред:

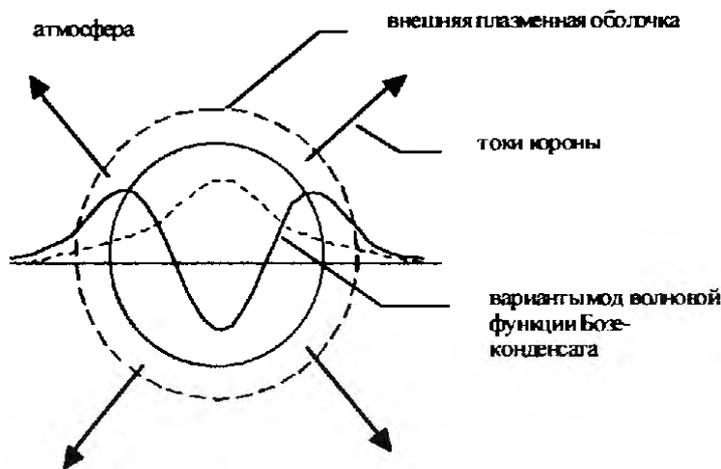
1) длина волны де Бройля $\lambda = h / (m\bar{V} + (e/c)\bar{A})$, где h – постоянная Планка, m , \bar{V} – масса и скорость частицы, e – заряд, c – скорость света. Эта волна может иметь макроскопические размеры в системе координат, где $m\bar{V} \cong -(e/c)\bar{A}$.

2) Потенциалы движущегося заряда описываются соотношениями Льенара-Вихерта, в частности $\bar{A} = (\bar{V}/c)r$, где \bar{V} – скорость движения.

Электроны могут образовывать Бозе-конденсат, если температура среды существенно ниже дебаевской и если есть силы, знак которых благоприятен для спаривания электронов с противоположными спинами и перехода куперовских пар в коллективное состояние с более низкой результирующей энергией.

6. Дебаевская температура T_D для плотных конденсированных сред может составлять сотни градусов Кельвина, в то время как для газа и плазмы T_D измеряется уже тысячами градусов, так что в обычной неравновесной плазме тлеющего разряда основное условие Бозе-конденсации безусловно выполняется.

Силами, ответственными за спаривание и конденсацию, могут быть квантовая сила (градиент квантового потенциала, с учетом ограниченности объема «светящейся» части шаровой молнии), спиновые силы в неоднородном магнитном поле, силы, зависящие от относительной скоро-



сти зарядов и др. На рисунке приведена схематически квантовая модель сферической шаровой молнии.

Бозе-конденсат электронов занимает область той, или иной компактной конфигурации с поперечником d , внутри которого амплитуда волновой

функции велика.² Края этой области образованы внешней плазменной оболочкой, через которую текут токи тихого разряда шаровой молнии (неизбежная утечка и материализация части скрытого заряда шаровой молнии).

Основной электрический заряд шаровой молнии находится в скрытом квантовом состоянии, но готов проявиться сполна (кулоны заряда!) при энергичном, или неосторожном воздействии на нее – реализация квантовой процедуры «редукции волновой функции».

Поскольку основная часть заряда Q_k скрыта от наблюдателя, не действуют силы кулоновского расталкивания. Инерционные силы (импульс) электронов уравновешиваются силой торможения, возникающей на границе области d , которую можно приравнять атмосферному давлению.

С учетом сказанного нетрудно вывести следующие расчетные соотношения для свободной шаровой молнии (с учетом статистического описания, присущего квантовой теории) [9]:

- характерный размер (исходя из баланса инерционных сил и атмосферного давления) - $\bar{d} = \hbar c / m c_{зв}^2 \cong 30$ см, (где $c_{зв}$ – скорость звука в воздухе);
- среднее время жизни (исходя из фундаментального времени расплывания волнового пакета) $\tau = \bar{d}^2 m / 2 \hbar n^2 \cong 70$ с при $n=1$ ($n=1, 2, 3, \dots$);
- максимальное энергосодержание $W_{max} = (d/2)^5 (64\pi^2 e^2 p^2) / (m^2 c^4) \cong 10^7$ Дж, (где p – атмосферное давление).

8. Итак, шаровая молния – это своеобразные электрические консервы, содержание которых – мощный электрический заряд – проявляется для потребителя при вскрытии ее оболочек, что приводит к протеканию в окружающей среде и предметах мощных импульсных токов.

² Длина волны де Бройля $\lambda = \hbar / (m\vec{V} + (e/c)\vec{A})$, где \hbar – постоянная планка, m , \vec{V} – масса и скорость частицы, e – заряд, c – скорость света, (\vec{A}, φ) – 4-х потенциал. Для движущегося заряда $\vec{A} = (\vec{V}/c)\varphi$ (соотношение Льенара-Вихерта).

Квантовую природу этого скрытого состояния заряда можно пояснить простыми соотношениями, вытекающими из расчета по Фейнману [1] дополнительной «квантовой» $W_{кз}$ энергии, присущей электрону в центрально-симметричном кулоновском поле (поле точечного положительного заряда $+e$) $W_{кз} = e^2 mc / \hbar = 3.73$ кЭв.

Эта энергия в ~ 4000 раз превышает энергию химической связи (~ 1 эВ). По структуре формулы видно, что $W_{кз}$ соответствует электрической энергии заряда e , имеющего диаметр \hbar / mc , т.е. сосредоточенного в области порядка Комптоновской длины волны электрона. Нетрудно заметить, что эта квантовая энергия в $1/\alpha = 137$ раз меньше энергии покоя электрона $mc^2 = 511$ кЭв.

9. Квантовый (волновой) подход практически исчерпывает проблему шаровой молнии и позволяет объединить в единой концепции электрофизическую природу таких явлений, как грозы, смерчи, электрофонные болиды, тунгусская катастрофа, свечение атмосферы при извержениях и землетрясениях и т.д.

Естественно, для образования шаровой молнии необходимо в первую очередь создание условий, характерных и для ее существования – холодная плазмopodobная среда, значительные градиенты 4-х потенциала, зависящего от скорости зарядов. Эти условия характерны для экспериментальных установок, созданных с участием авторов и кратко описанных в [4, 5].

Выводы

Основное свойство шаровой молнии – колоссальный скрытый электрический заряд, возможность существования которого вытекает из современных квантовых представлений.

Литература

1. Фейнман Р., Лейтон Р., Сендс М. Фейнмановские лекции по физике. М.: Мир, 1967.
2. Уилер Дж. Квант и Вселенная/Астрофизика, кванты и теории относительности. М.: Мир, 1983.
3. Авраменко Р.Ф., Николаева В.И. О существовании квантовомеханической энергии фона. Экспериментальные данные/Научно-технический отчет. М.: НИИРП, 1984.
4. Авраменко Р.Ф., Бахтин Б.И., Поскачьева Л.П., Николаева В.И., Широков Н.Н. Советский информационный центр по шаровой молнии/Шаровая молния. М.: ИВТАН, 1990.
5. Авраменко Р.Ф., Бахтин Б.И., Поскачьева Л.П., Николаева В.И., Широков Н.Н. //ЖТФ, 1990. №12, с.73.
6. Вижье Ж.П. Доклад о парадоксе Эйнштейна-Подольского-Розена/Проблемы физики: классика и современность. М.: Мир, 1982.
7. Каилюн Ф. Эйнштейн и толкование квантовой физики/Проблемы физики: классика и современность. М.: Мир, 1982.
8. Авраменко Р.Ф., Николаева В.И., Грачев Л.П. Нарушение симметрии закона электромагнитной индукции относительно направления магнитного векторного потенциала электромагнитного поля. Заявка на открытие № ОТ-8896.
9. Авраменко Р.Ф., Николаева В.И., Пушкин В.Н. К вопросу об информационном взаимодействии изолированных систем без передачи энергии/Вопросы психогигиены, психофизики, социологии труда в угольной промышленности и психоэнергетики. М.: НТГО, 1980. С.341-357.

УЧЕТ КВАНТОВОМЕХАНИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ ПРИ ОЦЕНКЕ ЭНЕРГОСОДЕРЖАНИЯ ИОНИЗИРОВАННЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ СРЕД

04.07.1983

1. Изучение вопроса реального энергосодержания в динамических системах, включающих ионизированные среды, важно для понимания физики таких явлений, как грозы, шаровые молнии, огни св. Эльма [1-4], а также электромагнитные и газодинамические процессы при движении быстрых тел [5] и ударных волн [6-8].

Так, в [7,8] отмечается, что для объяснения экспериментально наблюдаемого ускорения распространения возмущения, вызываемого в плазме тлеющего разряда ударной волной (УВ), с позиции инициирования волной дополнительного энерговыделения необходимо допустить энергосодержание в исследуемом динамическом объекте «плазма+УВ» порядка $2 \cdot 10^4$ Дж/г-моль, что на первый взгляд не имеет места в рассматриваемой [7,8] экспериментальной ситуации.

2. В работах [9,10], однако, экспериментально и теоретически обосновывается существование динамических плазменных образований (ПО), характеризующихся значительной внутренней энергией и силами сцепления частиц за счет квантовомеханического эффекта «металлизации» плазмы. Распад таких образований сопровождается бурным выделением энергии и образованием УВ в окружающей среде, в то время как движение ПО с гиперзвуковой скоростью в газовой среде не сопровождается появлением УВ [9].

Тесная связь газодинамических и электродинамических эффектов при движении быстрых тел и распространении УВ, отмечаемая в [5,6] и ряде других работ последних лет, требует более внимательного рассмотрения принципиально допускаемых современными физическими представлениями резервуаров и источников энергии электродинамического характера, ответственных за наблюдаемые явления.

3. Если оставить в стороне крайние точки зрения и интерпретации Уиллера [11] об ограниченности всех известных законов сохранения в замкнутой Вселенной (впрочем, недостаточно обоснованные, если учесть характерные «дуальные» свойства замкнутой гиперсферической Вселенной согласно [12]), то представляется целесообразным в модельных Гамильтонианах, описывающих рассматриваемые конкретные динамические системы, более обстоятельно учесть возможный вклад в энергосодержание ряда квантовых эффектов, не фигурирующих, как правило, при обычном анализе.

4. В известных работах Фейнмана (см. например [13]) на основе анализа уравнений Шредингера показано существование специфической

«квантовомеханической» энергии $W_k = -\frac{\hbar^2}{2m} \left\{ \frac{1}{\sqrt{\rho}} \nabla^2 (\sqrt{\rho}) \right\}$ (система СИ) и

соответствующей силы $F_k = -\nabla \frac{\hbar^2}{2} \left(\frac{1}{\sqrt{\rho}} \nabla^2 \sqrt{\rho} \right)$, где ρ - плотность заряда

(волновая функция $\psi = \sqrt{\rho} e^{i\theta}$), проявляющихся при наличии в среде значительных градиентов плотности заряда.

Для численных оценок этой энергии удобно воспользоваться более точным ее описанием, проведя анализ релятивистского уравнения Клейна-Гордона-Фока $(i\hbar \frac{\partial}{\partial t} - e\varphi)^2 \psi - c^2 (-i\hbar \nabla - \frac{e}{c} \vec{A})^2 \psi - m^2 c^4 \psi = 0$ (абсолютная система), где (\vec{A}, φ) - 4-потенциал, c - скорость света, e , m - заряд и масса электрона.

Дополнительная квантовомеханическая энергия W_k , связанная с пространственной модуляцией волновой функции $\psi = \xi e^{i\theta}$, как нетрудно показать, при этом будет выражаться соотношением $W_k^2 = c^2 \hbar^2 \frac{1}{\xi} \diamond \xi$, где

\diamond - Даламбертиан, $\xi = \sqrt{\rho}$.

Для плазменных сред наибольшую модуляцию де-Бройлевской волны электронной компоненты создают кулоновские силы положительных ионов. Учет нестационарности, например, экспоненциально затухающих процессов, приводит к расхождением и требует более полного рассмотрения с включением спиновых членов Гамильтониана, учета ограниченности распространенного толкования соотношения неопределенностей в духе Гейзенберга и введения в рассмотрение точной математической формулировки соотношений неопределенностей, установленных Вудвортом [16,17].

Полагая, что в стационарном состоянии электронная волна модулирована в плазме обычной Блоховской функцией, получаем оценку дополнительной энергии на частицу (электрон) $W_k = e^2 mc / \hbar \cong 3.73 \text{кЭв}$.

Эта дополнительная энергия «скрыта» не в кинетической энергии движения, а в сильной пространственной модуляции электронной волны при распространении вблизи положительных ионов плазмы, т.е. в виде дополнительной потенциальной энергии, обязанной неоднородному распределению наблюдаемой плотности заряда $\rho = \xi^2$ (при его появлении в процессах, описываемых редукцией волнового пакета).

Оставляя пока в стороне вопрос возможных механизмов запасаения и выделения энергии, оценим вклад этого источника в энергосодержание плазмы тлеющего разряда. При сделанных допущениях и характерных степенях ионизации $\sim 10^{-5} - 10^{-6}$ и давлениях (воздуха) ~ 80 тор получаем

вклад $1.8 \cdot 10^{-3} - 1.8 \cdot 10^{-2}$ Дж/см³ (или 13-130 Дж/г), т.е. энерговклад как правило, на один-два порядка меньший, чем основное энергосодержание горячего ионизированного газа тлеющего разряда.

5. Дальнейшее уточнение реального энергосодержания такой динамической системы, как «плазма+движущееся тело», «плазма+УВ», может быть получено при учете спиновых членов Гамильтониана и соответствующем анализе уравнений Дирака. К сожалению, количественный расчет в этом случае осложняется отсутствием надежных теоретических и экспериментальных данных о потенциальной энергии вакуумного фона низкоэнергетических (нулевых) состояний [12].

Для авторов не осталось незамеченным, что пространственное перераспределение этих состояний под влиянием электромагнитных полей, возникающих в рассматриваемых локальных динамических системах, и возникновение наблюдаемых эффектов при газодинамических движениях элементов ионизированной или проводящей среды могут привести к существенному пересмотру масштаба реализуемого в этих системах энергосодержания.

Литература

1. *Войцеховский Б.В., Войцеховский Б.Б.* // ДАН СССР, №1. т.262. 1982.
2. *Чалмерс Дж.* Атмосферное электричество. Л., 1974.
3. *Александров В.Е., Голубев Е.М., Подмошенский Л.В.* // ЖТФ, т.52, №10. 1982.
4. *Сингер С.* Природа шаровой молнии. М.: Мир, 1973.
5. *Авраменко Р.Ф., Аскаръян Г.А.* // Письма в ЖТФ, 6, 4, 1980.
6. *Авраменко Р.Ф., Рухадзе А.А., Ю Теселкин С.Ф.* // Письма в ЖТФ, 34, 9, 485, 1981.
7. *Климов А.И. и др.* // Письма в ЖТФ, 8, 7, 439, 1982.
8. *Климов А.И. и др.* // Письма в ЖТФ, 8, 9, 551, 1982.
9. *Кук М.А.* Наука о промышленных взрывчатых веществах. М.: Недра, 1980.
10. *Мамыкин Э.А., Ожован М.И., Полуэктов П.П.* // Письма в ЖТФ, 6, 4, 1980.
11. *Уиллер Дж.* Квант и вселенная/Астрофизика, кванты и теория относительности. М.: Мир, 1982.
12. *Авраменко Р.Ф., Николаева В.И.* // Вопросы голографии. Вып.6. М.: МИРЭА, 1975.
13. *Фейнман Р. и др.* Фейнмановские лекции по физике. Т.9. М.: Мир, 1967. С.245.
14. *Авраменко Р.Ф. и др.* // Сб. ЦНИИЭИНТИ Минугольпрома/Под ред. В.Г.Никифорова и В.Н.Пушкина. М., 1976.
15. *Авраменко Р.Ф., Николаева В.И.* Заявка на открытие № ОТ9216, 1976.
16. *Вудворд Ф.М.* Теория вероятностей и теория информации с применением к радиолокации. М.: Сов.радио, 1955.
17. *Авраменко Р.Ф., Мировицкий Л.И., Николаева В.И.* // Средства миниатюризации голографической аппаратуры. М.: МИРЭА, 1980.

КВАНТОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ ПРИ МИКРОПЛАЗМЕННЫХ РАЗРЯДАХ ВБЛИЗИ ЗАРЯЖЕННОГО ОСТРИЯ

Тезисы доклада 06.06.1991 г.

Концепция квантового потенциала и специфической квантовой энергии, обсуждаемая в литературе в 30-х годах [1-5] и др., была использована авторами для постулирования соответствующей характерной константы $W_{КЭ}^0 = e^2 mc / \hbar = 3.73 \text{кэВ}$, (e , m - заряд и масса электрона; c - скорость света; \hbar - постоянная Планка).

Такую дополнительную энергию имеет электрон в центрально-симметричном поле единичного положительного заряда. Так как квантовая энергия связана градиентом амплитуды волновой функции объекта, $W_{КЭ}^0 \sim (1/\xi) \nabla^2 \xi$, абсолютный размер области пространства, в которой локализован объект, не имеет принципиального значения.

Для экспериментального исследования существования и особенностей проявления квантовой энергии была создана экспериментальная установка, состоящая из датчика, системы питания и регистрации. Датчик представлял собой проводящее острие диаметром $\sim 0,4$ мм и длиной ~ 100 мм, помещенное в проводящий цилиндр с внутренним диаметром 100 мм и длиной 150 мм. Между острием и цилиндром приложено напряжение U ($3,5 \text{кВ} < U < 4 \text{кВ}$). Конец острия расположен в центре цилиндра.

В цепи между острием и цилиндром регистрируются короткие импульсы тока (длительность < 10 мкс), причем количество импульсов тока в единицу времени F_n является основным выходным параметром. При напряжении на острие 3,6 кВ начинается темновой ток, т.е. ток ионного ветра или ток ионной конвекции. При дальнейшем повышении напряжения появляются также случайно-распределенные во времени узкие импульсы тока (стандартной амплитуды), максимальная средняя частота которых наблюдается при напряжении $+3.73$ кВ. При каждом импульсе вблизи острия наблюдается возникновение светящегося голубого (на воздухе) микроплазменного образования диаметром $\sim 1-2$ мм. При дальнейшем повышении напряжения темновой ток продолжает расти, а импульсы тока и микроплазменные светящиеся разряды исчезают.

Таким образом, в эксперименте наблюдается макроскопический квантовый резонанс, полуширина кривой $F_n = f(u)$ вблизи $U = 3,73$ кВ составляет (при указанной выше геометрии) ± 20 В.

Эксперименты с подобным прибором и влиянием на квантовый резонанс внешних условий (радиации, полей биообъектов и др.) показали, что для объяснения наблюдаемых зависимостей требуется привлечение квантовой концепции нелокального электрона [6-8] и ненулевой плотности

космического фона ультрахолодных электронов, образующих Бозе-конденсат, заполняющий Вселенную.

Литература

1. Проблемы физики: классика и современность. М.: Мир, 1981.
2. Астрофизика, кванты и теория относительности. М.: Мир, 1982.
3. Эйнштейн А. Собрание научных трудов. Том 3. М.: Наука, 1966.
4. Шимани А. Реальность квантового мира//Scientific American, №3, 1988.
5. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. Том 9: Квантовая механика. М.: Мир, 1967.
6. *Mie G. Ann. d. Phys.*, 37, 511(1912); 39, 1 (1912); 40, 1 (1913).
7. *Born M. Proc. Roy. Soc.*, A143, 410 (1934); *Ann. Inst. H. Poincare*, 1937; *Born M., Infeld L. Proc. Roy. Soc.*, A144, 425 (1934).

О НЕКОТОРЫХ ОСОБЕННОСТЯХ РАЗРЯДА ПРИ АТМОСФЕРНОМ ДАВЛЕНИИ В ПУЧКЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН¹

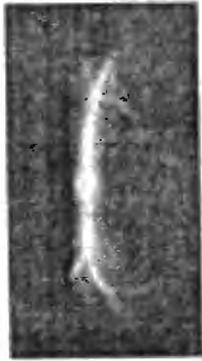
Последние годы характеризуются новым интересом к изучению лазерных и СВЧ разрядов при атмосферном давлении. В лазерном диапазоне удалось наблюдать движение разрядов в направлении распространения излучения. В сантиметровом диапазоне длин волн генерация гигантских импульсов с помощью сильноточных пучков релятивистских электронов позволила реализовать пробой воздуха при атмосферном давлении. При этом новым моментом, как это видно из работ, выполненных с лазерным излучением, и из теории ионизационно-перегревной неустойчивости, является вопрос о влиянии газодинамических процессов на динамику развития и особенности протекания разрядных явлений. В этой связи нам представлялось целесообразным более полно изложить полученные ранее результаты.

Для достижения высоких напряженностей СВЧ поля в настоящей работе использовались высокодобротные открытые резонаторы. Один из них состоял из двух сферических медных зеркал диаметром 54 см, с радиусом кривизны 36 см и расстоянием между зеркалами около 50 см (размер фокального пятна $0,66-0,83 \lambda^2$). Второй резонатор состоял из зеркал диаметром 69 см, с радиусом кривизны 130 см и расстоянием между зеркалами 150 см. В обоих резонаторах возбуждалась линейно поляризованная TEM_{00q} мода с помощью магнетронного генератора 10 см диапазона с импульсной мощностью 1-5 МВт, работавшего в режиме однократных импульсов длительностью 10-20 мкс. Запасенная в резонаторах энергия в соответствии с добротностью ($4-8 \cdot 10^5$) и объемом поля составляла 0,5 Дж для малого резонатора и достигала 3-5 Дж для большого.

Для экспериментов по пробоем воздуха при совместном действии СВЧ и лазерного импульсов использовался лазер с гигантским импульсом, добротность которого модулировалась с помощью затвора с просветляющейся жидкостью. Лазер размещался вне СВЧ резонатора и его излучение с помощью линзы с фокусным расстоянием 400 мм фокусировалось в один из максимумов электрического поля стоячей СВЧ волны.

¹ Настоящая статья, написанная авторами в 1967 г., представляет исторический интерес, т.к. в ней впервые (в СССР и в мире) представлены результаты экспериментальных исследований получения неиницированного пробоя воздуха при атмосферном давлении в пучностях СВЧ излучения. В том же году статья была направлена в ЖТФ, однако, в силу ряда причин не была опубликована. К сожалению, мы не можем воспроизвести используемые в статье оригинальные рисунки, которые к настоящему времени не сохранились. Однако, некоторые рисунки, например, рисунок и фотография экспериментального стенда, а также фотография СВЧ плазмоида, приведены в статье «Проблемы современной электродинамики и биоэнергетика» (рис. 7, 8, 9), публикуемой в настоящем сборнике (Прим. ред.).

Длительность лазерного импульса составляла 40-60 нс, а его энергия 0,5 Дж.



Разряд носит весьма специфический характер: имеется яркосветящаяся центральная часть («ядро») веретенообразной формы и вытянутые в обе стороны от ядра вдоль вектора электрического поля менее яркие ответвления. Ответвления в ряде разрядов имеют внутреннюю структуру. Диаметр «ядра» составляет около 0,2-0,5 см, а его длина достигает 0,5-1 см. Длина ответвлений 3-4 см. Как и следовало ожидать, разряд возникает в пучностях электрического поля, причем, как видно из фотографий, возможно одновременное возникновение двух - трех разрядных каналов, отстоящих друг от друга примерно на половину длины волны излучения. Иногда наблюдается возникновение двух - трех разрядных каналов, расположенных в одной пучности поля на расстоянии 3-5 мм друг от друга.

При экспериментах со вторым резонатором, когда энергозапас достигал 3-5 Дж, яркость ответвлений существенно возрастала и сравнивалась с яркостью «ядра».

Развитие разряда во времени изучалось с помощью скоростных камер СФР-2М и СФР-Р. В отличие от фотографий интегрального свечения разряда на СФР-граммах ядро разряда представляет собой вытянутую вдоль поля яркосветящуюся нить, длина которой растет почти с постоянной скоростью $6-8 \cdot 10^6$ см/с в течение 50-70 нс. Диаметр ядра составляет 0,06 см, однако скорость его расширения измерить не удалось. Затем наблюдается уменьшение размеров яркосветящейся области за времена около 150 нс. Яркость свечения линейных ответвлений разряда столь мала, что их не удается зарегистрировать даже при самых малых скоростях вращения зеркала СФР-2М. Измерения интегральной яркости свечения различных частей разряда указывают, что энергия, излучаемая «ядром», составляет более половины всей световой энергии, излучаемой разрядом в видимой области спектра.

О картине развития разряда можно также судить по изменению уровня мощности СВЧ колебаний в резонаторе, мощности излучения, рассеиваемой разрядом, и временному ходу свечения разряда. Как следует из осциллограмм, в момент световой вспышки напряженность поля в резонаторе падает практически до нуля за 0,1 мкс и одновременно возникает всплеск СВЧ излучения, рассеиваемого разрядом. Длительность переднего фронта светового импульса и длительность всплеска рассеиваемого СВЧ излучения также составляют примерно 0,1 мкс. Измерения величины энергии, запасаемой в резонаторе перед разрядом и рассеиваемой во время разряда, показывают, что разряд поглощает около 70-90% энергии СВЧ колебаний. Оценка сечения поглощения разряда по времени затухания поля в резонаторе дает величину около $0,5 \text{ см}^2$. Интересно отметить, что при возникновении нескольких искр имеется лишь один всплеск рас-

сеянного излучения и прежняя (в пределах 0,1 мкс) картина затухания поля, что говорит о почти одновременном существовании нескольких разрядов.

Нитеобразная форма разряда на начальной стадии его развития, по-видимому, связана с краевым усилением поля плазмой разряда. Действительно, в переменном поле не должно происходить вытягивания электронной лавины вдоль поля, если только частота ионизационных столкновений ν_i не превышает круговую частоту поля ω . Поэтому диффузионное рассеивание лавины должно происходить сферически симметрично до тех пор, пока образующаяся из-за ионизации газа плазма не исказит внешнее поле: $|\epsilon| = \left| 1 - \omega_{Le}^2 / \nu_c^2 + i\omega_{Le}^2 / \omega \nu_c \right| > 1$ (ω_{Le} - ленгмюровская частота электронов, ν_c - их транспортная частота столкновений). Нетрудно видеть, что при $\omega = 2 \cdot 10^{10} \text{ с}^{-1}$ и атмосферном давлении это условие соответствует электронной концентрации $n_e > 3 \cdot 10^{13} \text{ см}^{-3}$ и достигается за время $\tau_i = \nu_i^{-1} \ln n_e \approx 30 \nu_i^{-1}$. С этого момента диффузионное расширение станет несимметричным из-за анизотропии скорости ионизации, вызванной краевым усилением поля. При этом скорость несимметричного расплывания лавины, по-видимому, должна определяться характерным временем ионизации τ_i : $\nu_i \approx (6D_e \nu_i / 30)^{1/2}$. Оценки дают значения скоростей расширения около 10^6 см/с поперек поля и 10^7 см/с вдоль поля, что соответствует измеренным в опыте величинам.

По мере вытягивания разряда вдоль поля скорость ионизации и, следовательно, его удлинения должны быстро возрастать, т.к. для вытянутого проводящего эллипсоида вращения поле усиливается в h^2/r^2 раз (r и h - малая и большая полуоси эллипсоида). Однако этого не наблюдается, по-видимому, из-за затухания поля в резонаторе, которое связано с поглощением энергии СВЧ в канале разряда. Для вытянутого эллипсоида сечения поглощения и рассеяния нетрудно получить из общих соотношений:

$$\sigma_{\text{погл}} = \left(\omega_{Le}^2 / c \nu_c \right) V \left[1 - 2n^{(x)} \omega_{Le}^2 / \nu_c^2 + \left(n^{(x)} \omega_{Le}^2 / \omega \nu_c \right)^2 \right]^{-1} \quad (1a)$$

$$\sigma_{\text{расс}} / \sigma_{\text{погл}} = \frac{1}{6\pi} \omega^2 \omega_{Le}^2 V / c^3 \nu_c \quad (16)$$

Здесь $n^{(x)} = r^2/h^2$, V - объем эллипсоида, c - скорость света. Можно предположить, что плотность плазмы ограничена сверху скинированием поля. Если ее величина не превышает 10^{16} см^{-3} , то при $r = 0,03 \text{ см}$ и $h = 0,5 \text{ см}$, $\sigma_{\text{погл}} \approx 0,2 \text{ см}^2$, а $\sigma_{\text{расс}} / \sigma_{\text{погл}} \approx 0,2$, что вполне согласуется с результатами измерений.

Механизм образования линейных ответвлений разряда, видимо, связан с более поздними стадиями его развития. Для этих моментов времени при низком энергозапасе (0,5 Дж) напряженность поля в резонаторе существенно падает и соответственно падает излучение нитей по сравне-

нию с яркостью «ядра». При энергозапасах до 5 Дж, реализуемых во втором резонаторе, время затухания поля возрастает и яркость разряда оказывается одинаковой по всей длине.

Сопоставление фотографий разряда, полученных с помощью скоростных камер, с интегральными фотографиями указывает на трехкратное превышение поперечника «ядра» по сравнению с диаметром светящейся области, регистрируемой скоростными камерами. Это различие, по-видимому, связано с запаздыванием нагрева газа в канале разряда и с последующим расширением горячей области. Действительно, время нагрева газа за счет столкновений составляет: $\tau = (n_a/n_e)(M/m)v_c^{-1} \approx 6 \cdot 10^{-3}$ с. Поэтому, можно думать, что нагрев газа реализуется за счет релаксации энергии возбужденных колебаний азота. Время релаксации колебательного возбуждения при атмосферном давлении может составить несколько мкс. Действительно, на осциллограммах свечения наблюдается второй максимум спустя 0,5 мкс после первого всплеска.

Значительный интерес представляет изучение разряда, возникающего при совместном действии СВЧ и лазерного излучения. В экспериментах такого рода нам удалось наблюдать возникновение плазменного факела необычной формы. Использование в опытах линз с фокусным расстоянием 400 мм не позволило достичь пробоя воздуха в лазерном импульсе. Однако измерения показали, что если импульс лазера предшествует импульсу магнетрона, запитывающего резонатор, закачки СВЧ энергии в резонатор не происходит. Если же возбуждение резонатора предшествует лазерному импульсу, а напряженность СВЧ поля недостаточна для пробоя, то лазерный импульс приводит к затуханию поля в резонаторе до окончания импульса магнетрона. Эти наблюдения говорят об ионизации воздуха лазерным излучением в отсутствие лазерной искры. Повышение в резонаторе напряженности СВЧ поля до пробойной и возникновение пробоя при совместном действии СВЧ и лазерного излучения существенно меняли картину разряда. В этом случае при энергозапасах 0,5 Дж в канале СВЧ разряда отсутствует центральное «ядро»: яркость свечения по всему каналу длиной около 4 см однородна, как и в случае разрядов с энергозапасом около 5 Дж. При этом возможно возникновение второго разрядного канала обычной формы. Вне каустики резонатора в области фокусировки лазерного импульса наблюдается размытый факел протяженностью около 8-20 см. Факел может быть вытянут как в сторону фокусирующей линзы, так и в противоположном направлении. Внутри факела наблюдаются в ряде случаев структуры винтовой формы. Наблюдение столь протяженных и вытянутых в разные стороны факелов при столь малых энергиях и длительностях лазерного импульса требует дополнительного анализа. Можно предположить, что в данном случае мы, по-видимому, имеем дело с проявлением эффекта «базановой самофокусировки». Действительно, СВЧ пробой воздуха ведет к образованию цилиндрической ударной волны, плотность газа на фронте которой может

быть достаточна для его пробоя излучением лазера (уже 3-кратного понижения порогового поля достаточно для возникновения лазерной искры). Таким образом, создается ситуация, аналогичная условиям работы для длинного лазерного импульса, или условиям работы для последовательности импульсов.

Таким образом, импульсный СВЧ разряд при атмосферном давлении в воздухе носит характер искрового разряда, для которого существенны эффекты краевого усиления поля. Разряд характеризуется высокой поглощающей способностью и сопровождается газодинамическими эффектами. Совместное действие СВЧ и лазерного излучения ведет к возникновению протяженных плазменных факелов, вытянутых вдоль пучка лазерного света.

Авторы выражают свою искреннюю признательность Г.А.Аскарьяну за обсуждение затронутых в работе вопросов, В.П.Ботавину и А.А. Долженкову за участие в создании СВЧ установки и помощи в проведении эксперимента и Б.Д.Христофорову за участие в измерениях с помощью скоростных камер и ценные обсуждения.

О СТРУКТУРЕ УДАРНОЙ ВОЛНЫ В СЛАБОИОНИЗОВАННОЙ НЕИЗОТЕРМИЧЕСКОЙ ПЛАЗМЕ

Письма в ЖЭТФ, 1981, том 34, вып. 9. С. 485 – 488.

Теоретически исследуется структура плоской ударной ионно-звуковой волны в слабоионизованной неизотермической плазме, поддерживаемой ударной волной в нейтральной компоненте. Получены аналитические выражения для профилей плотности и скорости заряженной компоненты.

1. Известно, что в достаточно разреженной неизотермической плазме с $T_e \gg T_i \geq T_n$ существуют низкочастотные ионно-звуковые колебания, причем они возможны как в сильноионизованной, так и слабоионизованной плазме. В условиях, когда характерные размеры намного превосходят дебаевский радиус электронов, такие медленные движения заряженной компоненты плазмы в произвольном нелинейном приближении хорошо описываются уравнениями одножидкостной гидродинамики с постоянной температурой T_e (см. [1-4]). В этих уравнениях учитывается трение ионов о нейтральные частицы, что обуславливает диссипацию части энергии движения заряженной компоненты путем передачи импульса нейтральному газу. Возможна, однако, и другая ситуация, когда движение нейтральной компоненты плазмы посредством силы трения вызывает движение заряженной компоненты. Такое вынужденное движение может стать особо существенным в случае слабоионизованной плазмы, в которой движение нейтральной компоненты задано и оно возмущает заряженную компоненту; обратным же воздействием заряженной компоненты на нейтральную можно пренебречь (см. (7)).

Ниже рассматривается пример одномерного вынужденного движения заряженной компоненты слабоионизованной плазмы, вызванное относительно слабой (неионизирующей) плоской ударной волной, распространяющейся по нейтральной компоненте. Поскольку скорость ионно-звуковых волн намного превосходит тепловую скорость ионов и скорость звука в нейтральной компоненте, то ударная волна может стать источником опережающих ее ионно-звуковых волн, которые будут возмущать заряженную компоненту плазмы перед фронтом ударной волны. В результате установится сложное нелинейное движение, которое и рассмотрено ниже. Характерной особенностью этого движения является наличие перед фронтом ударной волны довольно протяженной области возмущения заряженной компоненты плазмы, по виду напоминающей размытую ударную волну, которую мы и назвали ионно-звуковой ударной волной. Заметим, что в отсутствии внешнего воздействия, распространение ударных ионно-звуковых волн в неизотермической электронно-ионной плазме невозможно [5].

2. Для описания движения заряженной компоненты слабоионизованной неизотермической плазмы будем исходить из уравнений одножидкостной гидродинамики [3]:

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial t} \rho + \frac{\partial}{\partial x} (\rho V) &= 0 \\ \frac{\partial}{\partial t} V + V \frac{\partial}{\partial x} V &= -\frac{v_s^2}{\rho} \frac{\partial}{\partial k} \rho - v_m (V - V_n). \end{aligned} \quad (1)$$

Здесь $\rho = MN$, - массовая плотность заряженной компоненты плазмы. V - ее гидродинамическая скорость, $v_s^2 = z(T_e/M)$, где $z = |e_i/e_e|$, - скорость ионного звука, v_m - частота столкновений ионов с нейтральными частицами, средняя гидродинамическая скорость которых V_n .

Как уже отмечалось, движение ударной волны по нейтральной компоненте считаем заданной, т. е.

$$\begin{aligned} V_n &= u \theta(-\xi), \\ \rho_n &= \rho_{n0} + (\rho_{n1} - \rho_{n0}) \theta(-\xi). \end{aligned} \quad (2)$$

Здесь $\xi = x - ct$, где c - скорость фронта ударной волны, а u - скорость нейтральных частиц за фронтом, ρ_{n0} и ρ_{n1} , соответственно, плотность нейтрального газа перед и за фронтом ударной волны, $\theta(-\xi)$ - функция скачка.

3. Решая сформулированную задачу, все величины будем считать зависящими от ξ . В результате из первого уравнения (1) находим

$$\rho = \rho_0 \left(1 - \frac{V}{c}\right)^{-1}. \quad (3)$$

где ρ_0 - невозмущенная плотность заряженной компоненты плазмы.

Учитывая (3), из второго уравнения (1) получаем:

$$\frac{d}{d\xi} \left[\frac{\gamma^2}{2} - v_s^2 \ln \left(\frac{\gamma}{c} \right) \right] - v_m (\gamma - \gamma_n) = 0. \quad (4)$$

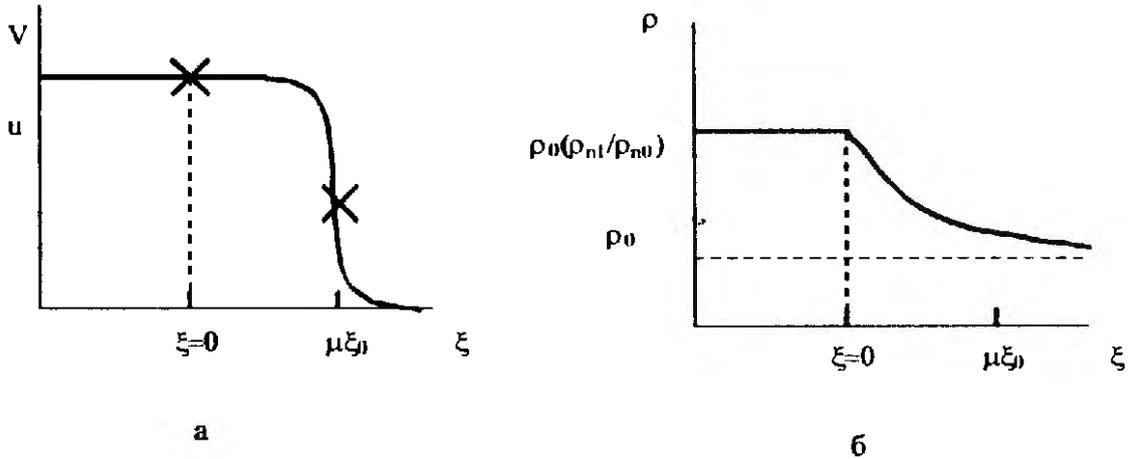
где $\gamma = c - V$, $\gamma_n = c - V_n$.

Отметим, что наряду с величиной γ_n в уравнении (4) разрывной является частота ион-нейтральных столкновений v_m , поскольку $v_m \sim \rho_n$. Поэтому это уравнение следует решать в областях $\xi > 0$ и $\xi < 0$ по отдельности, сшивая найденные решения в точке $\xi = 0$ согласно условию непрерывности функции $\gamma(\xi)$. Кроме того, в отсутствии скачка в нейтральной компоненте, т.е. при $\rho_{n1} = \rho_{n0}$, решение уравнения (4) тривиально, $V \equiv 0$, а $\gamma \equiv c$. Учитывая все сказанное и принимая во внимание неравенство $v_s^2 \gg c^2$, окончательно найдем

$$V = \begin{cases} \frac{c}{1 + \exp\left(\frac{\xi - \mu\xi_0}{\xi_0}\right)} & \text{при } \xi > 0 \\ u = c \left(1 - \frac{\rho_{n0}}{\rho_{n1}}\right) & \text{при } \xi < 0 \end{cases}$$

$$\rho = \begin{cases} \rho_0 \left[1 + \exp\left(-\frac{\xi - \mu\xi_0}{\xi_0}\right) \right] & \text{при } \xi > 0 \\ \rho_0 \frac{\rho_{n0}}{\rho_{n1}} & \text{при } \xi < 0 \end{cases}$$

Здесь $\mu = \ln\left(\frac{\rho_{n1}}{\rho_{n0}} - 1\right)$, а $\xi_0 = \frac{v_s^2}{c v_{in}^{(0)}}$, где $v_{in}^{(0)} \sim \rho_{n0}$ - частота нон-нейтральных столкновений в невозмущенной плазме.



4. Переходя к обсуждению полученных решений, прежде всего укажем область их применимости. В уравнении (4) мы пренебрегли столкновениями ионов с ионами (ионной вязкостью), что справедливо при достаточно низкой степени ионизации, когда $\alpha = \rho_0/\rho_n < \sigma_0 T_i^2 D^2 \cdot 2 \cdot 10^4$, где σ_0 - сечение рассеяния ионов на нейтралах, D - число Маха. Для воздуха $\sigma_0 \approx 10^{-15} \text{ см}^2$ и при $T_i \approx 300 \text{ К}$ имеем $\alpha < 10^{-5}$. Кроме того, предполагалось, что $v_s^2 \gg c^2$, поэтому ударная волна в нейтральной компоненте должна быть не очень сильной, так чтобы число Маха не превышало нескольких единиц. Это требование согласуется с предположением о неионизирующем характере ударной волны.

Следует особо отметить, что мы пренебрегли структурой ударной волны в нейтральной компоненте плазмы, которая, как известно, порядка длины свободного пробега нейтралов. Вместе с тем, пространственная структура найденных решений (5) и (6) определяется величиной $\xi_0 = (v_s^2/c^2) l_n$, где $l_n \approx l_n$ длина свободного пробега ионов и нейтралов. Неравенство $v_s^2 \gg c^2$ обеспечивает законность этого пренебрежения.

Пространственная структура решений (5) и (6) для $\mu > 1$ представлена на рис. а и б для скорости V и плотности ρ , соответственно. Видно, что перед фронтом ударной волны, распространяющейся по нейтральному газу, имеется протяженная область с линейным размером $(1+\mu)\xi_0$, где возмущается заряженная компонента плазмы. При $\mu > 1$ структура возму-

щения заряженной компоненты напоминает структуру ударной волны и поэтому это возмущение можно назвать ионно-звуковой ударной волной.

В заключение заметим, что время формирования возмущенной перед фронтом волны области $\sim 1/v_{in}^{(0)}$. Это позволяет оценить мощность, расходуемую ударной волной на создание этой области. Легко показать, что отношение этой мощности к мощности ударной волны порядка

$$\eta \approx \alpha \frac{T_e}{T_n} \frac{\rho_{n1}}{\rho_{n0}} \ln \left(\frac{\rho_{n1}}{\rho_{n0}} - 1 \right) \quad (7)$$

Очевидно, что для справедливости всех полученных соотношений, пренебрегающих обратным воздействием движения заряженной компоненты на нейтральную, необходимо, чтобы $\eta \ll 1$.

Литература

1. Климонтович Ю.Л., Силин В.П. // ЖЭТФ, 1961, 40. С.1213.
2. Ловецкий Е.Е., Рухадзе А.А. // ЖЭТФ, 1961, 41. С.1845.
3. Abu-Asali E., Alterkop B.A., Rukhadze A.A. // Plasma Phys., 1975, 17. P.189.
4. Александров А.Ф., Богданкевич Л.С., Рухадзе А.А. Основы электродинамики плазмы. М.: 1978.
5. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Механика сплошных сред. М.: 1954. Гл. IX.

ГЕНЕРАЦИЯ ТОКА БЫСТРЫМИ МАКРОЧАСТИЦАМИ И БОЛИДАМИ. ТОКОВЫЙ ПРЕДВЕСТНИК БЫСТРОЛЕТЯЩИХ ТЕЛ В ПЛАЗМЕ

Письма в ЖТФ, 1982, том 8, вып. 20. С.1254-1256.

При полете быстрых тел в газе и плазме должны возникать термоэмиссионные явления, вызывающие появление токов и магнитных полей в плазме вблизи тел. Эти токи связаны с градиентами температур нагрева самого тела или газа в ударных волнах в режиме гиперзвукового обтекания.

В данной работе оцениваются такие токи и поля и указывается ряд эффектов, к которым должно привести возникновение этих токов.

1. Генерация потенциалов и тока. Величина термopotенциалов $\varphi_T \approx \eta k T_y / e$ определяется температурой ударной волны $T_y \approx m_a u^2 / k$, где m_a - масса атома газа, u - скорость полета тела, k - постоянная Больцмана, η - коэффициент порядка 3...5. Неравномерность нагрева создает разность потенциалов. Напряженность поля $E \approx \varphi_T / l$, где l - расстояние от тела (точнее - длина линии замкнутого тока). Это поле и создает токовый предвестник с плотностью тока $j = \sigma E$, где σ - проводимость среды.

2. Токосый предвестник быстролетящих тел. Если тело летит в плазме, то при не очень большой проводимости плазмы диффузия токов может опережать само тело. Из условия равенства скорости проникания поля $u_H \approx D_H / l$ и скорости u движения тела определим характерный размер l_H опережения проникания поля и тока: $l_H \approx D_H / u \approx c^2 / 4\pi\sigma u$, где $D_H \approx c^2 / 4\pi\sigma$ - коэффициент диффузии магнитного поля, $\sigma \approx n_e e^2 / m v_s$ - проводимость плазмы. Это опережение может быть достаточно велико по сравнению с размерами тела.

Например, для низкоионизованной плазмы $\sigma \approx \alpha e^2 / m \sigma_{s\alpha} v_e \approx \alpha \cdot 10^{16}$ абс при сечении столкновения электрон-нейтрал $\sigma_{s\alpha} \approx 10^{15}$ см² и скорости электронов $v_e \approx 3 \cdot 10^7$ см/с, т.е. при степени ионизации $\alpha \geq 10^{-6}$ получим $\sigma > 10^{10}$ абс и $l_H \sim 3 \cdot 10^4$ см. Для сильно ионизованной плазмы $\sigma \approx A T^{3/2} / Z$, где $A \approx 10^{13}$, если T_e в эВ и при $T_e \sim \text{эВ}$ получим $l_H \sim 30$ см.

Если нас интересуют расстояния $l < l_H$ (например, $l \sim 3 \dots 5d$, где d - поперечный размер летящего тела), то плотность тока на этом расстоянии $j = \sigma E \approx \sigma \varphi_T / l \approx \sigma \eta m_a u^2 / e l \sim \sigma u^2 / l$.

3. Нагрев среды током, генерируемым при полете тел. Ток может нагреть среду, выделив в ней за пролетное время $\tau \approx l / u$ плотность энергии $q \approx (j^2 l) / (\sigma u) \approx (\sigma / l) (\eta m_a / e)^2 u^3 \sim \sigma u^3 / l$. Например, для $\sigma = 10^{11}$ абс; $u_s = 3 \cdot 10^5$ см/с; $m_a \approx 5 \cdot 10^{-23}$ г и $Z \approx 10$ см, получим $q \approx 10^2$ эрг/см³ $\approx 10^{-4}$ атм (1 атм = 0.1 Дж/см³ = 10⁶ эрг/см³). Следовательно, уже при давлениях окружающего газа $p_0 \sim 10^{-3}$ атм нагрев током может заметно изменить темпера-

туру газа и плазмы. Для больших проводимостей среды этот эффект становится еще больше. В ряде случаев проводимость среды может создаваться или увеличиваться опережающим излучением от ударной волны. Это может не только увеличить эффект, но и позволит наблюдать его и в случае вначале непроводящего газа, перед ударной волной.

Изменение состояния газа (давление, температура, скорость звука и т.п.) перед ударной волной может возникнуть не только из-за джоулевых потерь, но и из-за создания неравновесности состояния среды, появления магнитного поля тока и т.п.

Отметим, что из-за неравномерности абляции, нагрева и обтекания летящего тела термоэдс могут пульсировать во времени и перемещаться в пространстве по сечению тела, что вызовет модуляцию опережающих токов и радиоизлучение от них.

Рассмотренные газодинамические процессы отсутствуют в описании эффектов при полете ИСЗ в разреженной атмосфере [1], т.к. малые давления газа делают ситуацию взаимодействия, близкую к зондовой. Рассмотренные нами явления весьма близки к генерации токов и полей при лазерном воздействии, вызывающем нагрев поверхности тела, причем в нашем случае аналогом плотности I лазерного потока является газодинамический поток мощности $I \sim \rho_0 u^3$ с аналогами роли неоднородности нагрева и градиента температур в создании замкнутых токов.

Заземление или замыкание быстролетящего или обтекаемого потоком газа тела и окружающих проводников может увеличить ток и позволит использовать его (газодинамические генераторы тока).

Литература

1. Альперт Я.Л., Гуревич А.В., Пятаевский Л.П. Искусственные спутники в разреженной плазме. М.: Наука, 1964.

СПОНТАННАЯ ГЕНЕРАЦИЯ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ЗА УДАРНОЙ ВОЛНОЙ В ГАЗОРАЗРЯДНОЙ ПЛАЗМЕ

ЖТФ, 1993, т.63, в.5.

В экспериментах по распространению ударной волны (УВ) в неравновесной слабоионизированной плазме был обнаружен ряд особенностей поведения вольт-амперных характеристик (ВАХ) разряда, динамики электронной концентрации N_e на волне, светимости возбужденного газа [1]. Изменение этих величин в плазменном шнуре в свою очередь должно было привести к изменению соответствующей величины напряженности магнитного поля (H) вокруг шнура.

В настоящей работе исследовались вопросы генерации поля в разряде при распространении в нем ударной волны и взаимосвязи динамики этого магнитного поля с механизмом стимулированной контракции разряда за ударной волной.

Эксперименты проводились на однодиафрагменной ударной трубе из кварцевого стекла круглого сечения с внутренним диаметром ~ 32 мм, подробно описанной в [1]. На этой установке создавались ударные волны со скоростями 600-1200 м/с. В качестве исследуемого газа использовался воздух при давлении $P_a = 3-12$ Тор.

Продольный разряд в рабочей секции (РС) трубы создавался импульсной тиратронной схемой [1]. Величина накопительной емкости C составляла 0,2-2 мкФ. Балластное сопротивление R_b обеспечивало квазистационарный ток разряда в диапазоне от 0,1 до 10 А. Характерное время горения разряда до момента прихода ударной волны в рабочую секцию не превышало 1 мс. Как было показано ранее [2], при этих условиях температура T_a в разряде не превышала 600 К, электронная температура T_e составляла 1-2 эВ [3], диаметр светящегося плазменного шнура был ≈ 20 мм.

Величина напряженности магнитного поля вокруг плазменного шнура измерялась магнитометром, расположенным на расстоянии 3-5 см от трубы. Магнитометр имел равномерную амплитудно-частотную характеристику в диапазоне частот от 1 кГц до 10 МГц и чувствительность $k=0.127$ м·В/а. Динамика светящегося плазменного шнура в заданном сечении трубы изучалась с помощью СФР с вертикальной щелью.

Вольт-амперная характеристика разряда регистрировалась с помощью безиндуктивных калиброванных делителей.

На рис.1 показаны характерные сигналы напряжения U_p и тока I_p разряда и напряженности магнитного поля. В момент входа ударной волны в зону разряда происходило «пригасание» разряда: величина U_p увеличивалась более чем в 2 раза, величина I_p уменьшалась на 25%. Модуляция

этих величин на волне зависела от скорости ударной волны: чем выше скорость волны V_0 , тем больше величина модуляции. При начальной скорости $V_0 > 1,1$ км/с происходило полное гашение разряда I_p .

Характер изменения напряженности магнитного поля в эксперименте мог быть различным. Как правило, при вхождении волны в разрядную зону наблюдалось монотонное уменьшение ее величины (рис.1,

Рис.1. Характерные осциллограммы сигналов напряжения $U_p(t)$, тока $I_p(t)$ в импульсном разряде и напряженности магнитного поля вокруг разрядного шнура $H(t)$.

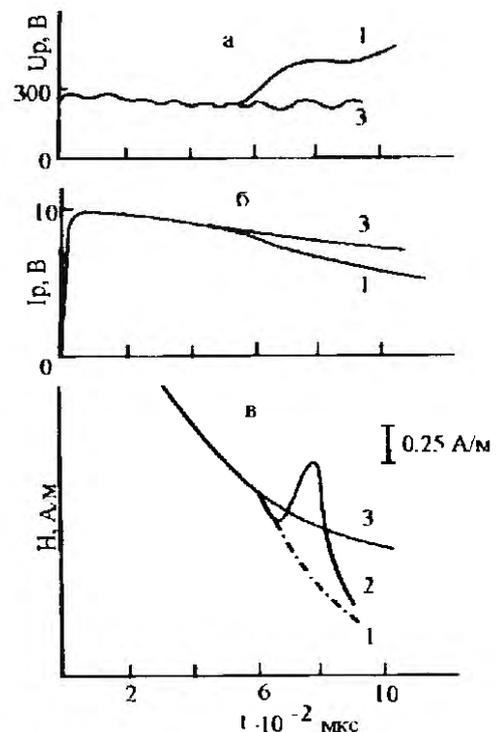
а – разряд с УВ, б – разряд без УВ; 1 – нормальный режим, 2 аномальный; воздх. Р.=6 тор. $V_0=900$ м/с.

кривая 1) в соответствии с уменьшением полного разрядного тока. Однако в ряде экспериментов наблюдалось резкое ее увеличение до 20-30% (рис.1, кривая 2). Последний случай при условии уменьшения общего тока I_p в цепи разряда является аномальным, объяснение его следовало искать в локальном перераспределении параметров и структуры разряда в прифронтной зоне ударной волны. Именно в связи с этим нами был исследован вопрос о стимулированной контракции разряда в ударносжатом газе за фронтом волны.

На рис.2,а показана характерная фоторазвертка динамики светящегося разрядного шнура, полученной в средней части рабочей секции. Стрелкой обозначен фронт волны (II), положение которого контролировалось лазерным шпирен-методом [1]. Из рис.2,а видно, что за фронтом ($t > 60$ мкс) происходила контракция разряда; отмечаются уменьшение диаметра плазменного столба в 2-3 раза и одновременное увеличение его светимости в 1,3-1,5 раза. В прифронтной зоне происходит формирование плазменного образования шарообразной формы (III). Иногда за фронтом в разряде наблюдалась шлангово-изгибная неустойчивость плазменного жгута с временным инкрементом изгибных колебаний порядка 1-2 мм/мкс.

Было отмечено также, что интенсивность излучения возбужденного газа, измеренная с помощью ФЭУ, уменьшалась в области перед фронтом ударной волны на 25-30% (в области предвестника I на рис.2).

Несколько замечаний относительно шарообразного плазмоида (III) за фронтом ударной волны (рис.2,а). Структура этого образования, по видимому, представляет из себя тороидальный плазменный вихрь. Действительно, как показали результаты численного моделирования процесса взаимодействия падающей ударной волны с неоднородно нагретым по



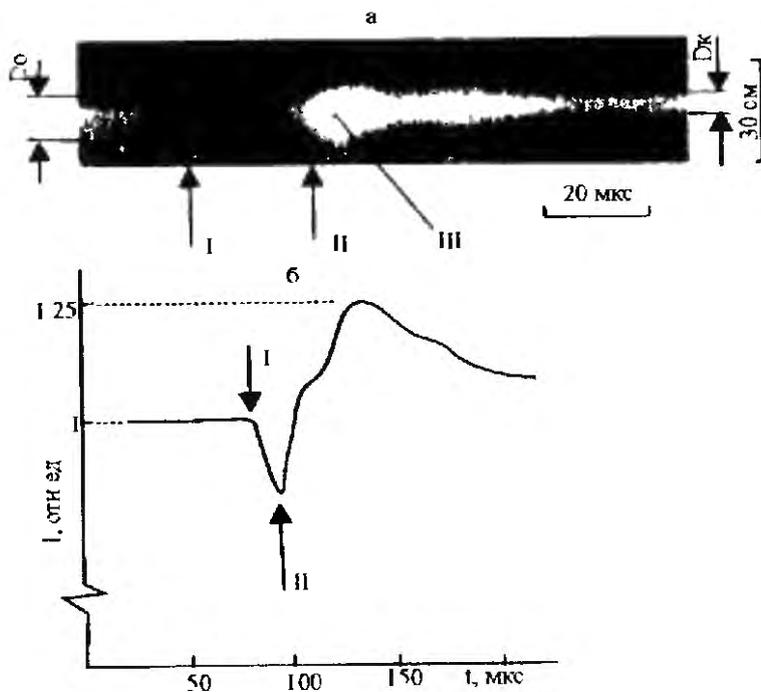


Рис.2. Фоторазвертка свечения разряда за УВ (а) и осциллограмма сигнала свечения плазмы $I_{св}$ с ФЭУ (б).

I – предвестник, III – шарообразный плазмоид за фронтом УВ II в разряде, D_0 – диаметр невозмущенного разряда до УВ, D_k – диаметр контрагированного разряда за УВ; воздух, $P_0=6$ тор, $V_0=900$ м/с.

сечению трубы газом в разряде, первоначально плоский фронт волны трансформировался в конусообразный, а за ним образовывался торoidalный вихрь [4]. Циркуля-

ционное течение в плазменном вихре, в принципе, могло обеспечить появление дополнительных токов в нем по отношению к основному току разряда, что, в свою очередь, должно было привести к появлению азимутальных и радиальных составляющих магнитного поля, реально зарегистрированных магнитометром в нашем эксперименте.

Необходимо отметить также, что описанный выше характер стимулированной контракции неравновесного тлеющего разряда за фронтом ударной волны существенно отличался от характера контракции равновесного дугового разряда за слабой волной при атмосферном давлении, исследованного ранее в работе [5]. В последнем случае контракция была очень резкой и происходила практически мгновенно за характерное время менее 1 мкс за фронтом. В этой работе не было обнаружено перечисленных выше особенностей структуры плазмы в прифронтной зоне волны (образование предвестника I и плазмоида III).

Таким образом, в данной работе было показано, что в прифронтной зоне ударной волны действительно происходят перестройка структуры разряда и развитие плазменных неустойчивостей, носящих нерегулярный, спонтанный характер и приводящих к локальному перераспределению плотности тока в разряде и к генерации дополнительных магнитных полей.

Литература

1. Горшков В.А., Климов А.И., Мишин Г.И. и др. //ЖТФ. 1987, т. 57, вып. 10. С.1893-1898.
2. Климов А.И., Мишин Г.И., Федотов А.Б., Шахатов В.А. //Письма в ЖТФ, 1989, т. 15, вып. 20. С.31-35.
3. Раузер Ю.И. Физика газового разряда. М.: Наука, 1987.
4. Войнович Р.А., Евтюхин Н.В., Маргович А.Д. и др. //ФГВ. 1982. № 1. С.77-79.
5. Miyashiro S. Jap. J. Appl. Phys., 1983, vol. 22, № 12. Pp.1901-1905.

О ВОЗМОЖНОЙ РОЛИ КОЛЛЕКТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ В СЛАБОИОНИЗИРОВАННОЙ НЕРАВНОВЕСНОЙ ПЛАЗМЕ (СНП) И ПРИРОДА ШАРОВОЙ МОЛНИИ (ШМ)

Тезисы доклада

1. В литературе неоднократно обсуждался вопрос о возможном существовании коллективных процессов и когерентных состояний в СНП. К таким работам могут быть отнесены работы Кука, Барри, Полуэктова и др.

2. Многочисленные экспериментальные исследования по распространению УВ в СНП, проведенные авторами самостоятельно и в коллективе с другими соавторами, по-видимому, свидетельствуют в пользу реальности предлагаемого механизма и его определяющей роли в газодинамических процессах, происходящих в СНП.

В эксперименте зарегистрировано формирование компактных долгоживущих плазменных сгустков (ДПС) за фронтом ударной волны в СНП. Времена распада плазмы в ДПС могли достигать 10^{-2} с. Обнаружены значительные всплески электронной концентрации ($n_e=10^{13}-10^{15}$ см³) и неравновесного ИК излучения ($T_v \geq 6000^\circ\text{K}$) внутри ДПС. Отмечено слабое влияние внешних электромагнитных полей на характеристики ДПС, а также отсутствие сноса их внешним газовым потоком.

3. Проведен сравнительный анализ и даны оценки предельного удельного энерговклада в плазменных образованиях (ШМ) в рамках различных моделей когерентных состояний в СНП, а также физических причин, приводящих к формированию этих состояний.

4. Обсуждаются вопросы о природе скрытого заряда в ШМ и способа перемещения ШМ (перемещение состояния вещества).

Литература

1. *Кук М.А.* Наука о промышленных взрывчатых веществах. М.:Недра. 1981.
2. *Барри Дж.* Шаровая молния и четочная молния. М.:Мир. 1978. 285 с.
3. *Климов А.И., Мишин Г.И. и др.* Распространение ударных волн в плазме тлеющего разряда.//Письма в ЖТФ, 1982г., т.8, вып. 7. С.439-443.
4. *Гориков В.А., Климов А.И., Федотов А.Б. и др.* Формирование плазменных образований за фронтом ударной волны в слабоионизированной плазме.//Письма в ЖТФ (в печати).

ЭНЕРГОЕМКИЕ ПЛАЗМЕННЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ, ИНИЦИИРУЕМЫЕ ЭРОЗИОННЫМ РАЗРЯДОМ, - ЛАБОРАТОРНЫЙ АНАЛОГ ШАРОВОЙ МОЛНИИ

Шаровая молния в лаборатории. М.: Химия. 1994. С. 15-56.

Импульсный электрический разряд внутри канала с испаряющимися стенками (эрозионный разряд) исследовали достаточно подробно многие авторы с целью создания, например, высокотемпературных эталонных источников излучения [1], получения долгоживущих плазменных образований [2, 3], сверхзвуковых плазменных струй [4]. Однако эти исследования не охватили всех особенностей эрозионного разряда.

В результате многолетней работы [5-9, 21] с помощью эрозионного разряда получены энергоемкие плазменные образования (ЭПО) с необычным сочетанием свойств. ЭПО имеют плотность, близкую к плотности окружающего воздуха, низкую газовую температуру, слабую интенсивность излучения, высокую плотность энергии, высокую концентрацию заряженных частиц; отличаются избирательным воздействием на материалы, стремлением сохранить свою целостность при встрече препятствий, возможностью автономного существования аномально долгое время по сравнению с идеальной плазмой. ЭПО с такими свойствами получены на установках, схема которых на первый взгляд традиционна. Однако отмеченные особенности плазменных образований очень чувствительны к небольшим изменениям геометрии разрядника и электрической схемы разрядного контура.

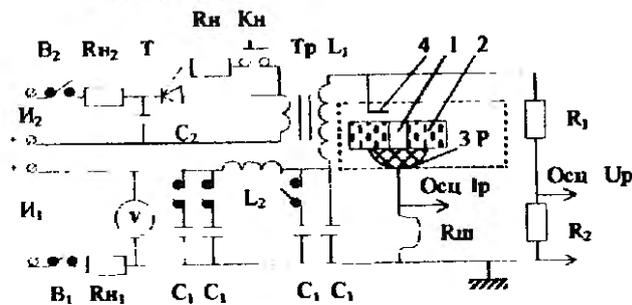


Рис.1. Принципиальная схема генератора ЭПО и схема разрядника P:
1- цилиндрический разрядный канал; 2 – диэлектрик (полиметилметакрилат); 3- графитовый катод; 4 – медный анод.

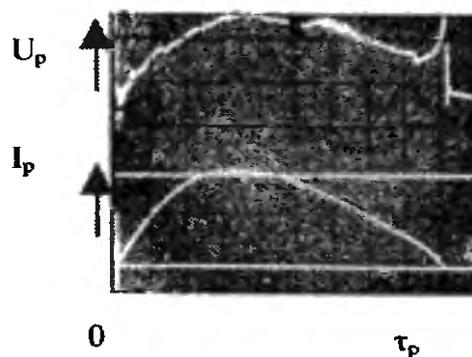
Отдельные из перечисленных свойств наблюдались и ранее у плазменных образований в лабораторных условиях [1-4, 10-13], но такое сочетание свойств из литературы неизвестно. Подобный набор свойств встречается при описании наблюдений за шаровыми молниями [10, 11, 14-17]. Поэтому полученные ЭПО можно, по-видимому, рассматривать в качестве лабораторного аналога шаровой молнии. Вместе с тем они представляют и самостоятельный научный интерес.

Для получения ЭПО использован импульсный генератор плазмы (рис.1). Электрический разряд создается внутри цилиндрического канала 1 с диэлектрическими стенками 2. С одной стороны разрядный канал закрыт плоским электродом (катодом) 3, с другой расположен анод 4 на небольшом расстоянии от отверстия канала. Электрическая энергия (от

50 до 200 Дж) запасается в конденсаторах C_1 (от 630 мкФ до 2,5 мФ, 450 В), которые разряжаются при пропускании через канал поджигающего импульса от конденсатора C_2 (5 мкФ, 900 В) через повышающий трансформатор ТР.

В разрядную цепь введены индуктивности L_1 и L_2 для обеспечения требуемой формы и длительности разрядного импульса. Тиристор Т в цепи поджига позволяет синхронизировать работу генератора и измерительной аппаратуры. Электрический импульс на открывание тиристора подается ключом $Кн_1$ через сопротивление R_n . Конденсаторы C_1 и C_2 заряжаются при замыкании ключей B_1 и B_2 соответственно от источников питания I_1 и I_2 через нагрузочные сопротивления $R_{н1}$, $R_{н2}$. Напряжение зарядки $U_{зар}$ конденсаторов C_1 контролируется вольтметром, разрядный ток I_p регистрируется электронным осциллографом с помощью бифилярного шунта с сопротивлением $R_{ш}$, а разрядное напряжение U_p - с помощью делителя напряжения (R_1, R_2).

Рис.2. Типичные осциллограммы разрядного тока I_p и падения напряжения на разрядном промежутке U_p .



Принципиальная электрическая и конструктивная схемы генератора не отличаются существенно от схем традиционных аналоговых импульсных генераторов эрозионного типа [18, 19]. Однако генерация неидеальной плазмы с необычными свойствами происходит только при выполнении определенных требований [5].

Расчетные и экспериментально полученные оптимальные условия формирования ЭПО достигались (для данного материала канала - полиметилметакрилата) при отношении диаметра разрядного канала $d_{p,k}$ к его длине $l_{p,k}$: $d_{p,k}/l_{p,k} = 0,2 \div 0,3$ (в экспериментах $d_{p,k} = 1$ мм), средней плотности тока в канале $j = (5 \div 10) \cdot 10^3$ А/см², напряженности электрического поля $E = (0,8 \div 1,2) \cdot 10^3$ В/см. Характерные осциллограммы разрядного тока и падения напряжения на разрядном промежутке показаны на рис.2. Максимальное значение тока $I_p \approx 120$ А, падение напряжения на разрядном промежутке $U_p \approx 200$ В, напряжение зарядки конденсаторов $C_1 \approx 450$ В, длительность разряда - до 14 мс, длительность инициирующего импульса ~ 20 мкс, напряжение ~ 15 кВ.

Особенность разрядного тока состоит в плавном его росте: скорость нарастания не должна превышать $\sim 10^5$ А/с, а продолжительность нарастания должна составлять примерно половину длительности разряда. Скорость нарастания тока должна быть такой, чтобы успевало установиться дозвуковое ламинарное истечение продуктов разрушения при равномерном уносе материала стенок канала и осесимметричном распределении разрядного тока (в течение всего времени разряда) в канале. Стенки разрядного канала должны быть полированными и выполненными из легко

сублимирующего материала с низкой эффективной энтальпией (полиметилметакрилат).

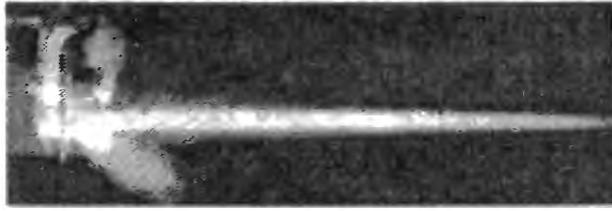


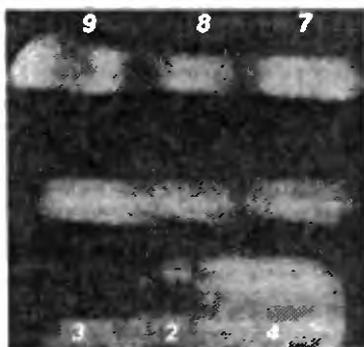
Рис.3. Интегральная по времени фотография ЭПО.

Вкладываемая в разряд мощность на единицу объема канала не должна превышать 5 МВт/см^3 при среднем удельном расходе продуктов разрушения диэлектрической стенки $20\text{-}50 \text{ г/см}^2\cdot\text{с}$. Если вкладываемая мощность выше 5 МВт/см^3 или расход продуктов разрушения более $50 \text{ г/см}^2\cdot\text{с}$, то

плазменное образование не формируется, так как из ламинарного переходит в турбулентное. При малом удельном расходе продуктов разрушения ($<10 \text{ г/см}^2\cdot\text{с}$) длина плазменного образования существенно уменьшается.

При разряде генератора в атмосфере сухого воздуха и газов (аргон, гелий) на выходе разрядного канала возникает светящееся цилиндрическое образование с заостренным концом и четко различимыми световыми границами (рис.3). Диаметр светящейся зоны ЭПО составляет $6\text{-}10 \text{ мм}$, длина $\sim 400 \text{ мм}$. Можно отметить, что зависимость длины ЭПО от длительности разряда коррелирует с временной зависимостью разрядного тока. Уникальная электронно-оптическая камера (ЛВЭС), разработанная на кафедре физики Луганского машиностроительного института¹, дала возможность снять процесс формирования ЭПО с лучшим разрешением по времени [20].

На рис.4 показаны 9 кадров изображения сформировавшегося ЭПО (его участка длиной $\sim 10 \text{ мм}$). Период экспозиции кадра - 100 нс , между кадрами - 100 мкс . На двух кадрах отчетливо видно увеличение диаметра и яркости. Возможно, это связано с эпизодическими выбросами массы



вещества из разрядного канала, вызванными нестационарностью разрушения стенок разрядного канала. Частота таких пульсаций $\sim 1 \text{ кГц}$. Наблюдаются и другие пульсации яркости и диаметра, например равные 10 кГц .

Рис.4. Фотография части ЭПО, сделанная при помощи ЛВЭС в режиме покадровой съемки (9 кадров) [$\tau_{\text{эк}}=100 \text{ нс}$, время между кадрами 100 мкс]

В отличие от обычных газовых струй ЭПО не обнаруживает следов расходимости при распространении в газе. В работе [21] при использова-

¹ Камера ЛВЭС может работать в режимах как лупы времени, так и хронографа, имеет коэффициент усиления по свету, равный $5 \cdot 10^5 \text{ Вт/Вт}$; работает в спектральном диапазоне от $0,4$ до $1,2 \text{ мкм}$; в режиме покадровой съемки дает 9 кадров; имеет регулируемый период экспозиции кадра от 50 нс до 100 мкс с регулируемым интервалом между кадрами от 100 нс до 200 мкс ; в режиме хронографа длительность непрерывной развертки изображения варьируется от 100 нс до 120 мкс .

нии метода когерентного антистоксового рассеяния света (КАРС) обнаружена зона смещения плазменной струи с окружающим воздухом, ширина которой $\Delta R_{ш} = 1$ мм. Таким же резким является передний фронт распространения возмущения. Скорость движения светящейся головной части ЭПО, по данным скоростной киносъемки процесса, лежит в пределах 60-100 м/с. Цвет плазменного образования зависит от внешней среды: в воздухе ЭПО имеет голубой оттенок, в гелии и аргоне - бирюзовый. Описанная форма ЭПО сохраняется при генерации его в воздухе под давлением от 10 атм ($10,1325 \cdot 10^5$ Па) до 25 мм рт.ст. ($3,33 \cdot 10^5$ Па).

При генерации разряда в воздухе, содержащем мелкодисперсный водяной аэрозоль, наблюдается появление автономного (отделенного от генератора) плазменного образования (АПО), имеющего форму, близкую к сферической (рис.5а) или тороидальной (рис.5б). Особенность такого образования - движение в воздухе с сохранением формы и размеров (без расширения и расплывания). АПО после окончания разряда существует некоторое время (~ 3 мс), аномально долгое для идеальной плазмы.

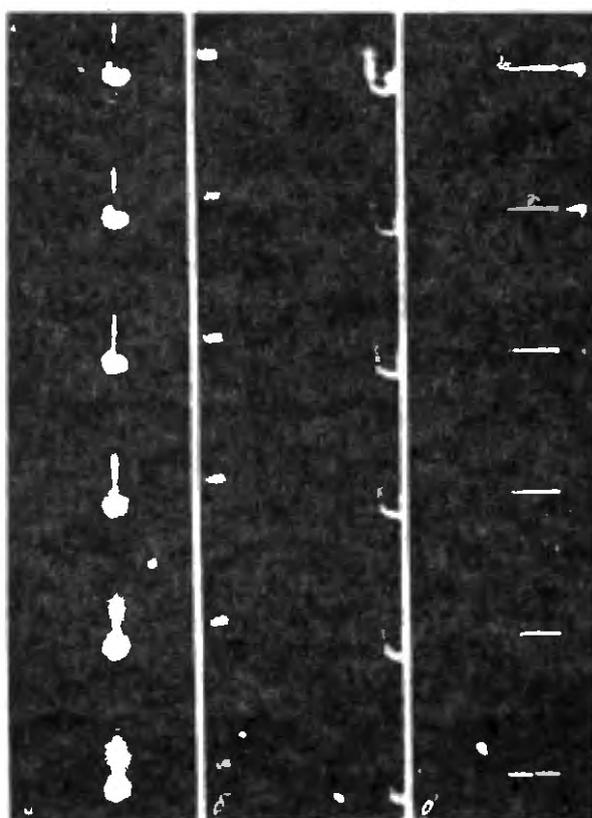
Рис.5. Различные формы автономных плазменных образований:

а - часть кинограммы процесса формирования АПО сферической формы; б - часть кинограммы АПО тороидальной формы, в - часть кинограммы АПО цилиндрической формы.

АПО можно также получить, если вблизи от разрядника перпендикулярно оси разрядного канала расположить нить, смоченную раствором легко ионизируемого вещества, например NaCl. Форма АПО в этом случае близка к цилиндрической (рис.5в), а период существования после окончания разряда возрастает до ~ 6 мс. Более подробно АПО рассмотрены ниже.

Между ЭПО (АПО) и шаровой молнией (ШМ) или ее разновидностью из электро- и радиорозеток, телефонных аппаратов, радиоприборов можно провести определенную параллель. Необычные свойства плазменных образований позволяют рассматривать АПО как искусственный аналог свободно парящей ШМ, а ЭПО - прикрепленной ШМ, появление которой связано с проводниками.

Одна из особенностей ЭПО - необычная радиальная структура, которая в определенной мере аналогична структуре ШМ. Энергоемкое цилиндрическое ядро ЭПО, названное керном, с четкими световыми границами и диаметром 1-2 мм, окружено светящейся зоной (оболочкой) с то-



же четкими границами и поперечником 6-10 мм. Оболочку можно частично или полностью удалить, пропуская ЭПО через диафрагму, при этом kern становится более отчетливым. С помощью теневой съемки установлено, что на участке среды диаметром 30-40 мм вокруг ЭПО видны слабо светящиеся ламинарные (рис.6а) или турбулентные (рис.6б) следы («шуба»), скорость продольного перемещения частиц в которых гораздо меньше скорости ЭПО.



Рис.6. Различные виды шубы вокруг ЭПО:

а - часть теневой кинограммы ламинарной шубы ЭПО ($\tau \approx 0,5$ мс); б - теневая фотография турбулентной «шубы» ЭПО ($\tau_{мс} \approx 10^{-7}$ с).

Использование ЛВЭС позволило заснять процесс формирования внутренней структуры ЭПО и уточнить эту структуру. В частности, обнаружено, что kern отделен от внешней оболочки тонким (доли миллиметра), практически не светящимся слоем. Kern светится слабее или так же, как оболочка, несмотря на то, что в нем содержится основная энергия ЭПО. Это может свидетельствовать о том, что плазма в керне более неидеальна, чем в оболочке. Нарис.7 приведена схема радиальной структуры ЭПО.

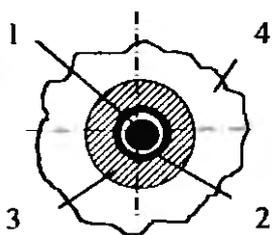


Рис.7. Схема радиальной структуры ЭПО: 1 - kern; 2 - тонкий не светящийся слой; 3 - светящаяся оболочка; 4 - шуба.

«Шуба» не позволяет использовать известные оптические методы для измерения параметров внутренних зон ЭПО. Однако ее, как и оболочку, можно снять. Этот прием использован при измерении плотности керна и оболочки теневым прибором с двойным ходом луча. ЭПО пропускали в зазор (~ 4 мм) между параллельно установленными кварцевыми стеклами (для снятия «шубы») и просвечивали искровым источником с длительностью светового импульса $\sim 10^{-7}$ с. Теневую картину ЭПО (фотометрический метод) регистрировали на вращающейся

фотоплёнке, чтобы избежать засветки от собственного излучения. Задержку срабатывания искрового источника относительно генератора ЭПО устанавливали с помощью синхронизатора в диапазоне 2-8 мс.

Зафиксированные таким образом изменения плотности в керне соответствуют очень малым отклонениям луча (~ 1 мм на базе 2 м), т. е. очень малым градиентам плотности. Градуировка теневое прибора показала, что он реагирует на изменения плотности воздуха при нагреве его на 20° С.

Для определения верхней границы изменения плотности в керне применен метод наклонной расфокусированной нити [31]. Проволочку диаметром 1 мм устанавливали под углом к направлению распространения ЭПО между линзой и фотоплёнкой. Проволочка не преломлялась при наблюдении ее через kern и оболочку, т. е. метод

наблюдении ее через керн и оболочку, т. е. метод наклонной нити в пределах его точности выявил отсутствие градиента плотности во внутренней структуре ЭПО. Исходя из калибровки чувствительность метода наклонной нити соответствует перепаду температур $\sim 60^\circ \text{C}$.

Таким образом, наблюдаемые градиенты плотности среды светящейся зоны ЭПО в его поперечном сечении, расположенном на расстоянии ~ 100 мм от разрядника, соответствуют градиентам плотности воздуха при перепаде температур ΔT в диапазоне $20-60^\circ \text{C}$. Согласно этим измерениям средняя плотность ЭПО близка к плотности окружающей среды, что характерно также для вещества ШМ [10, 11].

На рис.8 приведены интегральные по времени спектры ЭПО: радиальный, снятый спектрографом ИСП-28 (а), и продольный, снятый спектрографом ИСП-51 (б), - в видимом диапазоне длин волн $\lambda=220-650$ нм. На фоне слабого сплошного спектра, интенсивность которого возрастает в сторону длинных волн, видны атомные линии Cl , CuI , NaI , CaI , а также молекулярные полосы C_2 и CN , причем в ближней к разряднику области выделяются сильные уширенные атомные линии водорода H_α , H_β , H_γ (серия Бальмера). Аналогичные спектры получены в МГУ [22] и МИФИ [23]. Непрерывность спектра обусловлена, по-видимому, излучением частичек углерода, которые летят из области разрядного канала и осаждаются в виде сажистого налета при взаимодействии ЭПО с некоторыми материалами. Молекулы CN возникают вне области разрядного канала. Это подтверждается отсутствием CN -молекулярных полос при генерации ЭПО в гелии и аргоне.

Интересные результаты получены с помощью камеры ЛВЭС при съемке спектра ЭПО. Оптическая схема позволяет зондировать локальные участки ЭПО размером $0,1 \times 0,1$ мм. Используемый монохроматор УМ-2 с полностью раскрытой выходной щелью дает возможность исследовать спектральный участок размером $\Delta\lambda=100$ нм. В данных экспериментах выбран спектральный интервал от 420 до 540 нм. Камера ЛВЭС работала в режиме непрерывной развертки.

На рис.9 приведена типичная разрешенная во времени спектрограмма локальной зоны керна ЭПО, расположенная на расстоянии ~ 40 мм от разрядника. Свечение локальной зоны на этом спектре продолжается ~ 10

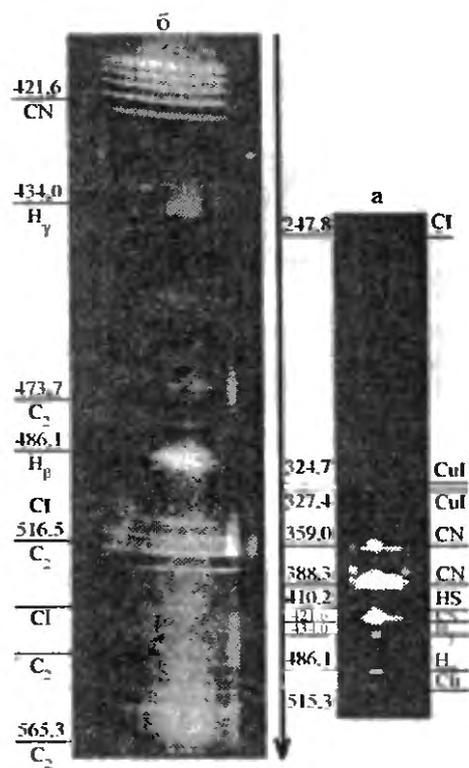


Рис.8. Интегральные по времени спектры ЭПО:

а - радиальный, спектрограф ИСП-28; б - продольный, спектрограф ИСП-51.

мкс при длительности развертки 120 мкс. Расшифровка спектрограммы с помощью эталонного спектра ртути показала, что на фоне сплошного спектра, интенсивность которого возрастает в сторону длинных волн, видны уширенные линии водорода H_{α} ($\lambda=486,1$ нм) и углерода $C I$ ($\lambda=538,0$ нм). Это свидетельствует о высокой температуре образующихся сгустков. Природу их предположительно можно объяснить либо эпизодическим выбросом высокотемпературных сгустков массы (которая характерна для вещества ЭПО и не входит в его структуру, а пролетает сквозь ЭПО, не разрушая его), либо взрывчатым разложением вещества ЭПО с выделением энергии в отдельных локальных зонах.

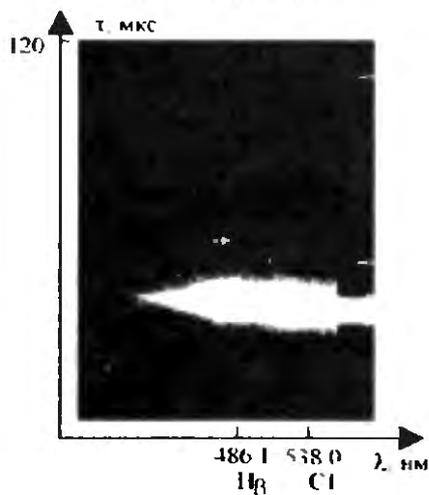


Рис.9. Разрешенная во времени спектрограмма локальной зоны керны ЭПО в ~40 мм от разрядника.

На некоторых снятых по длине ЭПО интегральных спектрах (не разрешенных по времени) на ограниченных по длине участках наблюдаются подобные высокотемпературные спектры, как бы наложенные на одинаковые по всей длине ЭПО низкотемпературные спектры. Таким образом, в керне ЭПО возможны локальные зоны, где выделяется спонтанно высокая энергия за период ~10 мкс.

Масс-спектрометрические исследования продуктов, образующихся в результате эрозионного разряда, показали наличие углеводородов типа CH_2 , C_2H_4 , C_3H_8 , CH_3OH . Съемка спектров излучения ЭПО в инфракрасной области ($\lambda=2,8\div 7$ мкм) спектрометром ИКС-21 подтвердила наличие характерных для этих углеводородов пиков излучения на длинах волн 3,2 и 6,9-7,1 мкм (рис.10).

J_{λ} , отн. ед.

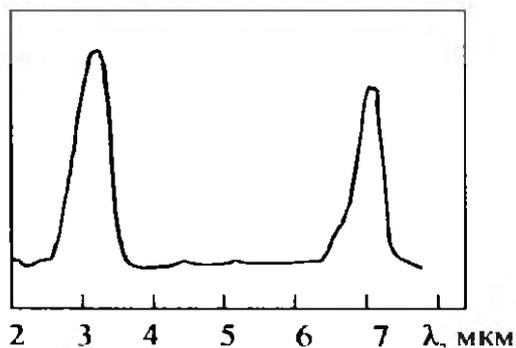


Рис.10. Инфракрасный спектр ЭПО, снятый при помощи спектрометра ИКС-21.

Наблюдаемый в спектрах ЭПО эффект Штарка (уширение водородных линий серии Бальмера) позволил определить концентрацию заряженных частиц в ЭПО. С этой целью были сняты спектры в области излучения водородной линии H_{β} на спектрографе ИСП-51 с камерой УФ-85 (дисперсия на этой длине волны ~0,33 нм/мм). Спектры снимали в разных поперечных сечениях плазменного образования по длине 20, 35 и 55 мм от разрядника. На расстоянии 55 мм не удается зафиксировать

линию водорода H_{β} . Излучение этой линии заканчивается на расстоянии ~35 мм от разрядника. Это можно, по-видимому, объяснить падением тем-

пературы горячих продуктов разложения плексигласа, истекающих из канала.

Спектры H_{β} обрабатывали на микрофотометре МФ-4. Типичная микрофотограмма линии H_{β} приведена на рис.11 для расстояния 20 мм от разрядника. Наблюдаемая асимметрия красного и синего пиков в контуре H_{β} свидетельствует о высокой плотности заряженных частиц, больших напряженностях и неоднородности электрических микрополей. Таким образом, уширение линии H_{β}

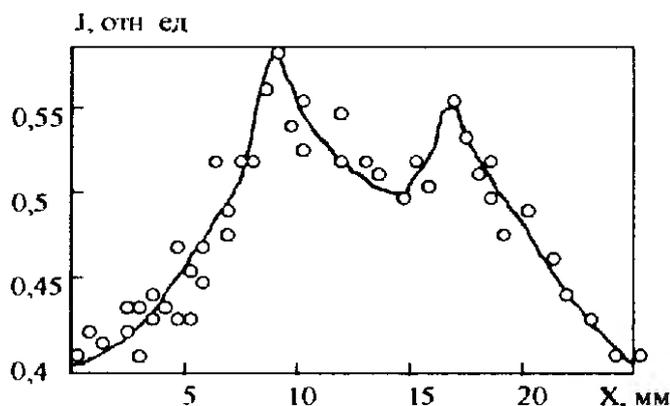
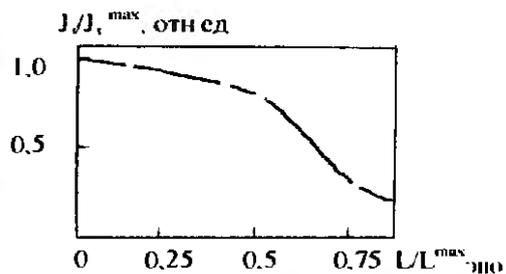


Рис.11. Типичная микрофотограмма линии водорода H_{β} .

вызвано не только линейным эффектом Штарка, но и квадратичным, однако линейный эффект преобладает. Поэтому можно воспользоваться расчетными контурами линий Грима [24] и по измеренной полуширине линий H_{β} определить концентрацию заряженных частиц. Для расстояния 20 мм от разрядника концентрация частиц в керне ЭПО составляет $(0,8 \div 1,0) \cdot 10^{17} \text{ см}^{-3}$, 35 мм - $(0,6 \div 0,8) \cdot 10^{17} \text{ см}^{-3}$, т. е. концентрация заряженных частиц медленно падает вдоль оси плазменного образования. Это подтверждается зондовыми измерениями относительной концентрации.

Рис.12. Продольное распределение зондового тока I , в керне ЭПО



Как видно из рис.12, где приведено продольное распределение зондового тока в керне ЭПО, примерно до половины длины ЭПО концентрация заряженных частиц падает медленно, а далее - более быстро, но не ниже величины $10^{14} - 10^{15} \text{ см}^{-3}$ [22]. Эта кривая подобна кривой продольного распределения энергии в ЭПО.

В целом плазменное образование близко к квазинейтральному. Фиксируемый в опытах избыточный отрицательный заряд в керне не превышает $\sim 0,1\%$ от величины заряда, пропускаемого через разрядный канал генератора. Максимальный плавающий потенциал плазмы составляет +12 В. При пропускании ЭПО через соленоид или тороид заметной наведенной ЭДС в них не обнаружено.

Для измерения энергии ЭПО и распределения ее вдоль оси и в радиальном направлении использовали калориметры в форме дисков и колец из ванадия, титана, меди. Максимальная энергия ЭПО, измеренная ванадиевыми и титановыми калориметрами на расстоянии ~ 30 мм от генератора, составляет $\geq 57\%$ от энергии разряда. Вдоль оси (рис.13а) энергия

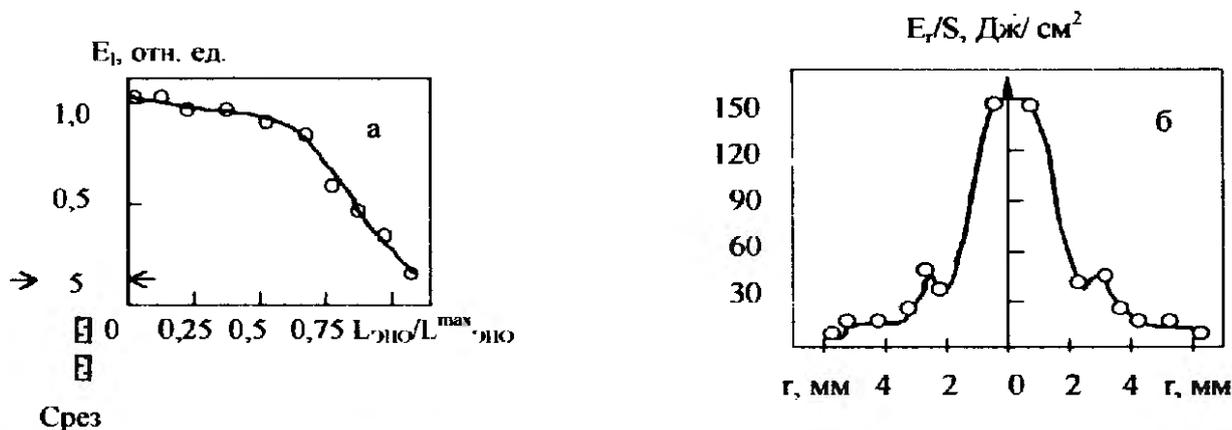


Рис.13. Распределение энергии ЭПО:

а – продольное распределение энергии ЭПО, E_l ; б – радиальное распределение энергии ЭПО, E_r/S .

падает слабо примерно до середины ЭПО, а затем - резко. В поперечном сечении (рис. 13б) распределение энергии носит осесимметричный и явно выраженный неравномерный характер. Такому распределению соответствует радиальная структура ЭПО (см. рис.7).

На основании этих данных определена максимальная плотность теплового потока (в зоне керна) при встрече ЭПО с электропроводными материалами. Она равна $\sim 5 \cdot 10^4$ Вт/см². Следует отметить, что подобная плотность реализуется в струях идеальной плазмы с температурой $(20 \div 30) \cdot 10^3$ К [18, 19]. При встрече ЭПО с диэлектриками плотность теплового потока существенно меньше.

Объемная плотность энергии в зоне керна достигает ~ 20 Дж/см³, что характерно для естественных ШМ [10, 11].

Необычные результаты получены при измерении лучистых потоков ЭПО. Максимальная мощность излучения в диапазоне длин волн $\lambda = 0,2 \div 10$ мкм, измеренная болометром ПБК-60, оказалась незначительной (~ 30 Вт). За период разряда ЭПО излучает не более 1% содержащейся в нем энергии при запасенной энергии ~ 50 Дж. Почти половина измеренной энергии обусловлена излучением ЭПО в инфракрасной области спектра, причем ИК-излучение ЭПО в воздушной среде продолжается после окончания разряда еще в течение ~ 10 мс. Видимое же излучение наблюдается только во время разряда. ИК-излучение ЭПО в спектральном интервале $\lambda = 1 \div 8$ мкм измеряли фотоприемником на основе Ge:Au, охлаждаемым жидким азотом. В качестве источника ИК-излучения для просвечивания ЭПО использовали глобар с температурой 1730 К. Измеренный в этой области длин волн коэффициент поглощения для ЭПО диаметром $\sim 0,8$ см (в среднем сечении по длине) составил $0,075$ см⁻¹. На основе этих измерений была оценена газовая температура ЭПО, составившая ~ 1000 К.

Более точные измерения температуры молекул проведены тем же обобщенным методом обращения спектральных линий на длине волны $\lambda = 3,2$ мкм ($\Delta\lambda = 0,2$ мкм), где наблюдается пик излучения и поглощения

углеводородных молекул. Коэффициент поглощения составил $\sim 1 \text{ см}^{-1}$, а вращательно-колебательная температура молекул $T_r = 920 \pm 60 \text{ К}$.

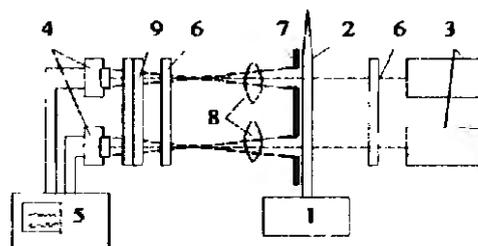
Температура заряженных частиц, измеренная методом относительной интенсивности атомных линий водорода H_β/H_γ (вблизи разрядника, где светит водород), составила $\sim 6,5 \cdot 10^3 \text{ К}$ на расстоянии 35 мм от разрядника. Эти результаты хорошо согласуются с результатами измерений температуры заряженных частиц, проведенных по этой же методике в работе [23]: $T_e = 0,5 \div 0,6 \text{ эВ}$.

Интересные результаты получены при исследовании взаимодействия лазерного излучения с ЭПО. Для зондирования ЭПО использовали разные лазеры: аргонный ЛГ106М-1 ($\lambda_1 = 440 \text{ нм}$, $\lambda_2 = 488 \text{ нм}$) и гелий-неоновый ЛГН201А ($\lambda_3 = 633 \text{ нм}$). На первых двух длинах волн 440 и 488 нм взаимодействие лазерного излучения с ЭПО отсутствует в исследованном диапазоне мощностей лазера от 1 мВт до 1 Вт. Вместе с тем на длине волны 633 нм керн ЭПО ведет себя как активная инверсная среда, в которой лазерный луч не только поглощается, но и усиливается.

Процесс взаимодействия лазерного излучения с керном носит колебательный характер: максимумы усиления излучения чередуются с максимумами поглощения через 2-5 мс. Показатель усиления в керне достигает $\sim 0,85 \text{ см}^{-1}$. Примерно такой же величины достигает и поглощение. Но на некоторых осциллограммах суммарный по времени эффект усиления превосходит процесс поглощения.

Рис.14. Схема исследования взаимодействия лазерного излучения с ЭПО при использовании двух лазеров:

1 – разрядник; 2 – ЭПО; 3 – гелий-неоновые лазеры; 4 – фотодиоды; 5 – двухлучевой осциллограф; 6 – нейтральные светофильтры; 7 – диафрагмы ($d=1 \text{ мм}$); 8 – линзы; 9 – интерференционные светофильтры.



Специальными экспериментами с двумя лазерами (рис.14) установлено, что инверсная заселенность уровней образуется в разрядном канале в каждой порции сублимированного полиметилметакрилата (процесс эрозии стенок разрядного канала периодический) и в «замороженном» виде поступает в ЭПО. Если первым от разрядника лазером снять инверсию, то второй лазер ее не обнаруживает, т. е. не происходит накачки в самом ЭПО. Если же первый лазер не включать, то второй лазер обнаруживает инверсную заселенность в керне ЭПО.

Интересные особенности поведения ЭПО, коррелирующие с поведением шаровых молний, выявлены при исследовании прохождения ЭПО через круглые отверстия, плоские щели, трубки [9].

Схема эксперимента по исследованию прохождения ЭПО через круглые отверстия изображена на рис.15. Текстолитовую пластину с парными отверстиями устанавливали на расстоянии 30 мм от разрядника так, что-

бы центр ЭПО оказался между исследуемой парой отверстий, расстояние между которыми 1-1,5 мм. За текстолитовой пластиной располагали экран из титановой фольги, на котором хорошо видны следы воздействия ЭПО. Результаты экспериментальных исследований показали, что при размерах отверстий 1, 2, 3 мм ЭПО или часть ЭПО проходит только через одно отверстие - то, которое, по-видимому, ближе к оси ЭПО.

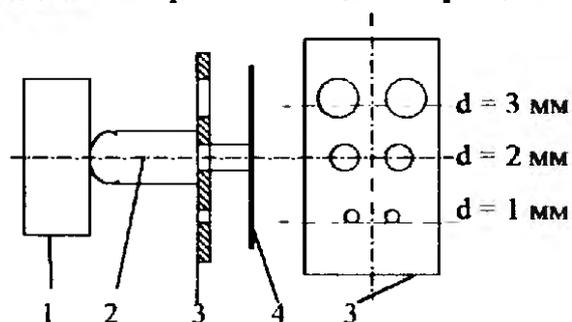


Рис.15. Схема эксперимента по исследованию прохождения ЭПО через круглые парные отверстия:

1 - разрядник; 2 - ЭПО; 3 - текстолитовая пластина; 4 - экран из титана.

Схема эксперимента по исследованию прохождения ЭПО через плоскую щель подобна изображенной на рис.15, только вместо текстолитовой пластины с отверстиями на пути ЭПО располагали регулирующую в пределах от 0 до 4 мм щель, образованную фторопластовыми щечками, использованными вместо стальных, в стандартной оптической щели УФ-2. Если при размере щели 4 мм след от ЭПО на экране имел круглую форму, то при уменьшении ширины щели до 1-2 мм след от ЭПО становился все более овальным.

По той же схеме проведен еще один эксперимент. На пути распространения ЭПО устанавливали мишень из текстолита диаметром 2 мм по центру ЭПО. След от ЭПО в этом случае имел форму полумесяца. При проведении серии экспериментов установлено, что ЭПО обходит мишень с той стороны, которая ближе всего к центру ЭПО из-за погрешности установки мишени.

В работе [32] исследовано прохождение ЭПО через диэлектрические и металлические пластины, расположенные вдоль оси ЭПО на расстоянии 15 мм от разрядника. Процесс прохождения ЭПО регистрировали электронно-оптической камерой ЛВЭС. ЭПО, встречая стеклянную пластину (толщина 0,1 мм), огибает ее с одной стороны. В случае металлической пластины (никель толщиной 0,1 мм) ЭПО огибает ее с обеих сторон.

Таким образом, описанные эксперименты позволяют сделать вывод о существовании внутри ЭПО сил сцепления, которые обеспечивают целостность ЭПО при прохождении щелей, отверстий, при огибании диэлектрических мишеней. Как показали эксперименты по распространению ЭПО в вакуумируемой камере, ЭПО не распадается вплоть до давления ~ 25 мм рт. ст. ($3,33 \cdot 10^3$ Па).

Определенные аномалии поведения ЭПО отмечены при пропускании его через трубки различных длины и диаметра из разных материалов. Эксперименты проводили следующим образом. Разрядник устанавливали в 10-15 мм от входного отверстия трубки и тщательно юстировали со-

вмещение осей трубки и ЭПО. Вхождение и прохождение ЭПО по трубке регистрировали скоростной кинокамерой «Цайтлупа» (2000 кадров/с).

В качестве диэлектрических трубок использовали стеклянные и плексигласовые трубки. Диаметр трубок меняли от 10 до 40 мм, длину - от 35 до 300 мм. Длину ЭПО, вошедшего в трубку, измеряли на кинограммах по величине светящейся части ЭПО.

Рис.16. Семейство временных зависимостей длины ЭПО для стеклянных и плексигласовых трубок:
1 - стеклянная трубка; 2 - плексигласовая трубка; 3 - контроль длины ЭПО в свободном пространстве.

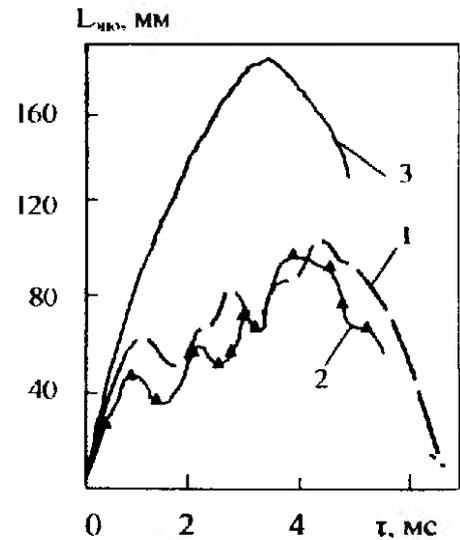
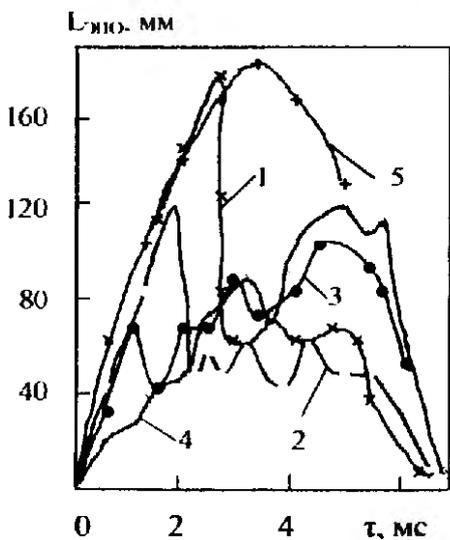


Рис.17 Семейство временных зависимостей длины ЭПО от диаметра диэлектрических трубок при длине трубок $l_{тр} = 150 \text{ мм} = \text{const}$:

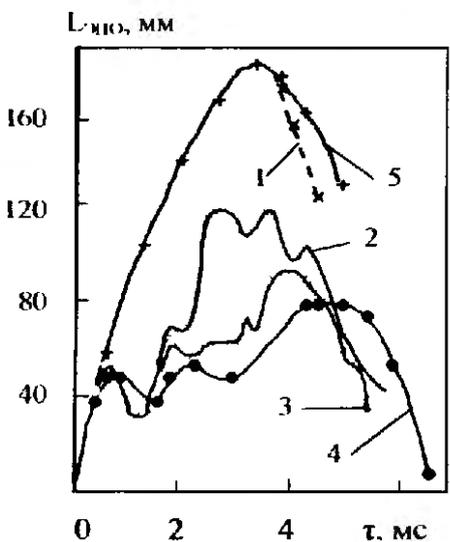
1 - $d=40\text{мм}$; 2 - $d=30\text{мм}$; 3 - $d=20\text{мм}$; 4 - $d=10 \text{ мм}$; 5 - контроль длины ЭПО в свободном пространстве ($L_{эпо}$)^к.



Результаты обработки кинограмм прохождения ЭПО через диэлектрические трубки приведены на рис. 16-18 в виде семейств временных зависимостей длины ЭПО, где варьируемыми параметрами являются материал трубок, их диаметр и длина соответственно. Для сравнения на всех графиках дана временная зависимость длины ЭПО в свободном пространстве. Анализ показал, что при прохождении ЭПО через диэлектрические трубки длина ЭПО сокращается и возникают пульсации ее с частотой $\sim 1 \text{ кГц}$. Эти эффекты от материала трубок практически не зависят.

Рис.18 Семейство временных зависимостей длины ЭПО от длины диэлектрических трубок при диаметре трубок $d_{тр} \approx 20 \text{ мм} = \text{const}$:

1 - $l_{тр}=35 \text{ мм}$; 2 - $l_{тр}=75 \text{ мм}$; 3 - $l_{тр}=150 \text{ мм}$; 4 - $l_{тр}=300 \text{ мм}$; 5 - контроль длины ЭПО в свободном пространстве.



На рис.19 показана зависимость максимальной по времени разряда длины ЭПО от диаметра стеклянных трубок при постоянной длине трубки $l_{тр}=150 \text{ мм}$, полученная из рис.17. Если диаметр трубки меньше или равен диаметру «шубы» ЭПО ($\sim 30 \text{ мм}$), то максимальная длина ЭПО со-

кращается приблизительно в 2 раза по сравнению с максимальной длиной ЭПО в свободном пространстве $(L_{\text{ЭПО}}^{\text{max}})^k$.

На рис.20 представлена зависимость относительной максимальной

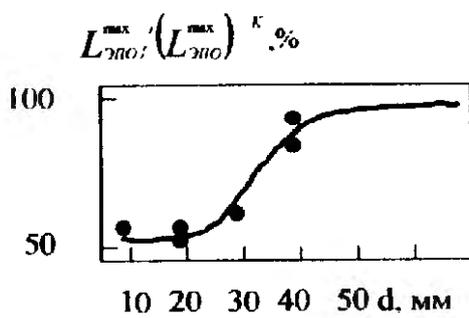


Рис.19. Зависимость относительной максимальной по времени разряда длины ЭПО от диаметра стеклянных трубок при $I_{\text{тр}}=150$ мм.

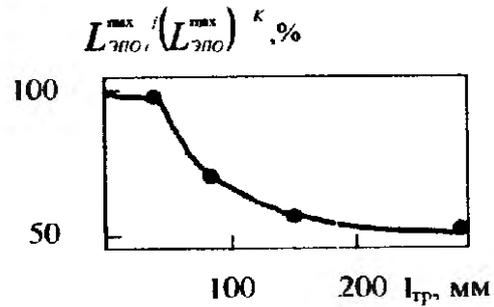


Рис.20. Зависимость относительной максимальной длины ЭПО от длины трубок при постоянном диаметре $d_{\text{тр}} \approx 20$ мм.

длины ЭПО от длины трубки при постоянном диаметре трубки $d_{\text{тр}}=20$ мм, полученная из рис.18. Начиная с длины трубки ~ 30 мм максимальная длина ЭПО резко падает в диапазоне значений 30-150 мм. При дальнейшем увеличении длины трубки сокращение длины ЭПО замедляется и стремится к предельному значению: $L_{\text{ЭПО}}^{\text{max}}=0,4(L_{\text{ЭПО}}^{\text{max}})^k$.

В качестве электропроводных материалов для трубок использовали сталь, титан, медь, дюраль, графит. Длина трубок - 150 мм, внутренний диаметр - 18-23 мм. Для наблюдения прохождения ЭПО в трубках вдоль оси были сделаны девять отверстий.

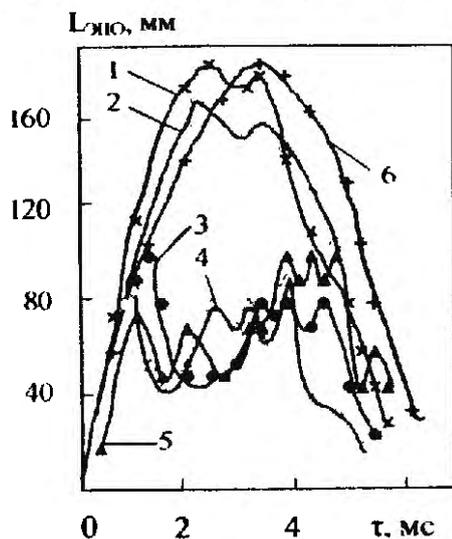


Рис.21. Семейство временных зависимостей длины ЭПО для разных электропроводных материалов при постоянной длине и диаметре ($l_{\text{тр}}=150$ мм, $d_{\text{тр}}=20$ мм): 1 - сталь; 2 - титан; 3 - графит; 4 - медь; 5 - дюраль; 6 - ЭПО в свободном пространстве.

Результаты экспериментов приведены на рис.21 в виде семейства временных зависимостей длины ЭПО для разных материалов. Через медную, графитовую и дюралевую трубки ЭПО насквозь не проходит, хотя длина его в свободном пространстве превышает 180 мм. Лучше всего ЭПО проходит через стальную трубку, причем скорость нарастания ЭПО в ней (90 м/с) больше, чем скорость его нарастания в свободном пространстве (65 м/с), а максимальная длина ЭПО в трубке равна максимальной его длине в свободном пространстве.

Таким образом, максимальная длина ЭПО при прохождении через трубки из электропроводных материалов коррелирует с их магнитными свойствами. Лучше всего ЭПО проходит через ферромагнитные трубки (сталь), менее свободно - через парамагнитные (титан) и хуже всего - через диамагнитные (медь, графит, дюраль). В металлических трубках, как и в диэлектрических, наблюдаются пульсации длины ЭПО во времени с частотой ~ 1 кГц.

Наблюдаемые эффекты не представляется возможным объяснить с позиций традиционной физики плазменных процессов. Так, силы поверхностного натяжения в плазме газового разряда слишком малы для удержания ЭПО как единого целого. Результаты взаимодействия с материалом трубок (сосудов) свидетельствуют прежде всего о нелокальности ЭПО: его невидимая внешняя часть интенсивно взаимодействует с материалом, из которого сделана трубка, перенося это взаимодействие на центральную энергонесущую часть ЭПО. По мнению авторов Р.Ф.Авраменко и В.И.Николаевой, адекватной фактическим данным концепцией может быть квантово-механическая интерпретация результатов [30], основанная на нелокальных волновых уравнениях и на уравнениях типа Пиппарда [25] для связи плотности тока и векторного магнитного потенциала \vec{A} в сверхпроводниках.

Одна из необычных особенностей ЭПО - его избирательный характер воздействия на материалы. Электропроводные материалы интенсивно разрушаются, тогда как диэлектрики подвергаются относительно слабому тепловому воздействию. Мишени из разных материалов размером F располагали на расстоянии l от разрядника так, чтобы центр мишени совпадал с осью ЭПО, и подвергали воздействию ЭПО.

Во время эксперимента регистрировали энергию, вложенную в заряд. Кроме того, процесс взаимодействия ЭПО с мишенью регистрировали скоростной кинокамерой СКС (2000 кадров/с). Тонкая мишень толщиной $\delta=0,05$ мм прожигается за 2,5 мс. При прожиге более толстой мишени ($\delta=0,1$ мм) виден взрывной характер процесса. Продукты разрушения в виде светящихся частиц разного размера уносятся в направлении распространения ЭПО. Таким образом, ЭПО взаимодействует с металлами очень интенсивно.

В случае еще более толстых ($\delta \geq 1$ мм) мишеней из электропроводных материалов прожиг не наблюдалось. Измеряли температуру нагрева, по которой рассчитывали долю энергии, переданную от ЭПО к мишени. Температуру мишени измеряли хромель-копелевыми термопарами, зачеканенными с теневой стороны в мишень на глубину $\sim 0,5$ мм.

Систематические испытания проведены для группы электропроводных материалов. Варьировали тип и толщину материала, а также энергию генератора. На рис. 22а-в, приведены типичные фотографии прожигания электропроводящих мишеней в зависимости от энергии генератора ЭПО (50 и 100 Дж) и типа материала мишени (алюминий Al, титан Ti, вольф-

рам W). Чем больше энергия ЭПО, тем лучше прожигается мишень. Следы воздействия ЭПО на металлы отличаются кольцевой структурой.

Прожженные отверстия имеют круглую форму. Прожиг металла начинается с центральной части, где удельная мощность плазменного луча достигает $\sim 5 \cdot 10^4$ Вт/см².

По результатам прожига ЭПО металлических фольг составлена табл.1, в которой наряду с предельной толщиной прожига $\delta_{пр}$ приведены основные физические характеристики материалов мишени [26]. Испытанные материалы разбиты на две группы: чистые металлы и сплавы. Анализ данных табл.1 показывает, что для чистых металлов толщина прожигаемой мишени $\delta_{пр}$ коррелирует главным образом с удельной суммарной теплоемкостью материала при нагреве до температуры плавления $T_{пл}$ с учетом скрытой теплоты фазового перехода ΔH .

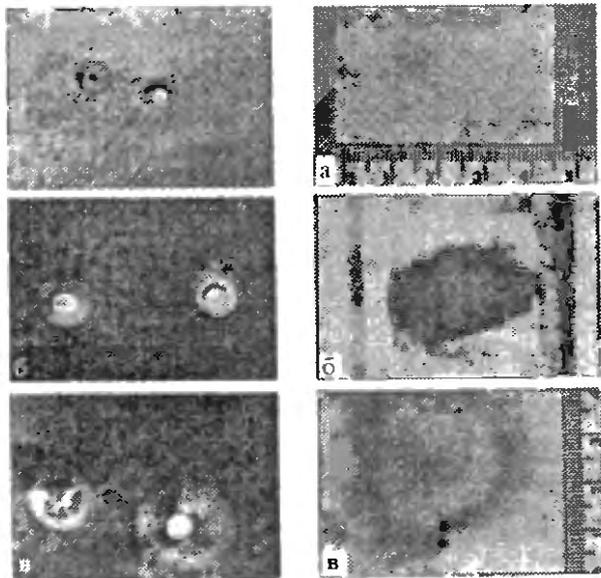


Рис.22. Фотографии следов воздействия ЭПО на мишени из электропроводных материалов при энергии $E_{эл} = 50$ Дж (слева) и 100 Дж (справа) для:
а – алюминия ($\delta = 0.2$ мм); б – титана ($\delta = 0.1$ мм); в – вольфрама ($\delta = 0.05$ мм).

Рис.23. Фотографии следов воздействия ЭПО на некоторые диэлектрические материалы:
а – бумага; б – фторопласт; в – поливинилхлорид.

Результаты экспериментов по передаче энергии от ЭПО к толстым металлическим мишеням представлены в табл.2. Приведены размеры мишеней, а также некоторые физические свойства использованных материалов [26]. Как видно из табл.2, в мишень переходит до 57% энергии, вложенной в разряд, причем это количество зависит от физических свойств металла. Поэтому можно сделать вывод, что в ЭПО содержится не менее 57% энергии, вложенной в разряд.

Как видно из табл.2, прослеживается некоторая корреляция между величиной энергии, переходящей в мишень из ЭПО, и такими параметрами материала мишени, как удельное сопротивление и коэффициент магнитной восприимчивости. Чем меньше первый параметр и больше второй, тем больше энергии передается мишени от ЭПО, тем, вероятно, сильнее будут разрушаться эти материалы.

На рис.23 приведены фотографии со следами воздействия ЭПО на некоторые диэлектрические материалы - бумагу, фторопласт, поливинилхлорид. ЭПО не прожигает бумагу толщиной 0,1 мм, приставленную вплотную к разряднику. Как видно из рис.23а, ЭПО оставляет след в виде легкого обугливания поверхности мишени (желтоватого цвета). Фторопластовая пленка толщиной 0,1 мм

Таблица 1 Сравнительные характеристики прожига металлических мишеней ЭПО

Материал мишени	Предельная толщина прожига, $\delta_{пр}$, мм	Диаметр отверстия d_0 , мм	Плотность мишени, $\gamma_m \times 10^3$, кг/м ³	Температура плавления $T_{пл}$, К	Скрытая теплота фазового перехода ΔH , кДж/моль	Коэффициент теплопроводности k_t , Вт/(м·град)	Удельное сопротивление мишени ρ_m , Ом·см·10 ⁻⁴	Коэффициент магнитной восприимчивости $\chi \times 10^{-6}$, см ³ /г
Металлы:								
алюминий	0,45	5,5	2,7	933	10,7	207	2,69	0,6
медь	0,27	6,0	8,93	1356	13,1	400	1,67	-0,08÷5,94
титан	0,2	3,0	4,5	1941	15,5	155	55,0	3,36
тантал	0,1	4,0	16,6	3269	31,4	63	12,4	0,85
Сплавы:								
латунь	0,1	4,0	8,6	1138-1323	-	84	2,5-6	-
трансформаторное железо	0,1	4,5	8,0	1753	-	75	-	-
нержавеющая сталь	Нет прожига	-	8,0	1673	-	-	9,7	-

Таблица 2. Передача энергии от ЭПО к мишеням из электропроводного материала

Материал мишени	Толщина мишени, δ , мм	Размер мишени F , мм ²	$\frac{E_M}{E_P}$	Плотность $\gamma_m \times 10^3$, кг/м ³	Коэффициент теплопроводности k_t , Вт/(м·град)	Удельное сопротивление ρ_m , Ом·см·10 ⁻²	Коэффициент магнитной восприимчивости, $\chi \times 10^{-6}$, см ³ /г
Ванадий	1,75	10x10	57	5,96	33,2	26	5,3
Титан	1,0	10x10	52	4,5	15,5	55	3,36
Медь	1,0	10x10	50	8,93	400	1,67	-0,08÷5,94
Углерод (твердый)	2,0	15x15	37	2,25	114	500	-3,0'
Кремний	1,3	S=300 мм ²	30	2,42	167	-	-0,111÷5×10 ⁻³

нагревается, слабо деформируется, но не прогорает. На стороне, обращенной к ЭПО, видны следы копоти (рис.23б). На пленке из поливинилхлорида следы воздействия ЭПО выглядят следующим образом: центральная часть $\varnothing 8$ мм имеет очень слабый налет копоти, далее идет кольцо $\varnothing 17$ мм желтоватого цвета, затем светлое кольцо $\varnothing 23$ мм и, наконец, более темное кольцо копоти с размытыми внешними границами (рис.23в).

Таким образом, ЭПО интенсивно воздействует на электропроводные материалы и оказывает слабое тепловое воздействие на диэлектрические материалы, причем основной механизм нагрева и разрушения испытываемых металлических образцов, по-видимому, не связан с конвективной теплопередачей. Это утверждение принципиально расходится с выводами авторов работы [4], обнаруживших при экспериментах с аналогичным импульсным генератором плазмы эффект ее более заметного воздействия на металлы по сравнению с бумагой и объяснивших этот эффект особенностями теплообмена образцов в сверхзвуковом высокотемпературном потоке.

Избирательное воздействие ЭПО на электропроводные материалы позволило предположить возможность джоулевого нагрева проводников за счет, например, выносных токов или избыточного потенциала плазмы. Однако это предположение не подтвердилось, так как результаты экспериментов не зависели от того, была металлическая пластина заземлена при испытаниях или электрически изолирована. ЭПО может также последовательно прожигать отверстия в ряде поставленных друг за другом металлических заземленных либо изолированных пластин. Кроме того, специальными экспериментами было установлено, что выносные токи не уходят далее 12-30 мм ($1/10$ максимальной длины ЭПО). Кстати, воздействием магнитного поля на область выносного тока можно изменять траекторию распространения ЭПО в пространстве.

Другая гипотеза преимущественного электромагнитного нагрева электропроводных материалов также не оправдалась, так как эксперименты показали, что лист бумаги перед пластиной защищает металл от нагрева и разрушения. Было установлено также, что степень черноты металлических образцов не оказывает никакого влияния на характер их взаимодействия с ЭПО.

Попытки экспериментально выявить закономерности воздействия ЭПО на материалы привели к выводам о возможном влиянии на интенсивность нагрева и разрушения образцов магнитных свойств или степени каталитичности материалов. Однако эти выводы нуждаются в дальнейшем уточнении.

Еще больше вопросов вызывают следы, которые ЭПО оставляют на зеркальных металлических покрытиях. На рис.24а показана увеличенная фотография золотого зеркала (на подложке из кварца), которое было ус-

тановлено при разрядке генератора на расстоянии 50 мм от него, перпендикулярно оси разрядного канала.

Необычную и сложную картину следов разрушения, возникшую на золотом зеркале (диамагнетик), нельзя объяснить конвективным, лучистым или электромагнитным тепловым воздействием. На фотографии можно заметить осесимметричные кольцевые зоны разрушения металлического покрытия, а также локальные участки повреждения в виде мелких точек неправильной формы и радиально расходящихся бороздок, на концах которых обнаруживаются капельки золота размерами в десятки или сотни микрометров.

На более толстом зеркальном покрытии из алюминия (парамагнетик) картина заметно иная: при близком расположении к генератору металлические зеркальные покрытия испаряются, а на более далеких зеркалах после воздействия ЭПО наблюдаются структурные изменения поверхности металла, в результате которых отражательные свойства зеркал существенно ухудшаются. Состояние покрытия контролировали при помощи сканирующего электронного микроскопа Jeol при увеличении в 4000 раз (рис.24б).

Таким образом, при энергиях 50-200 Дж ЭПО интенсивно воздействует на электропроводные материалы и слабо - на диэлектрики.

Экспериментальные исследования взаимодействия ЭПО с газовыми потоками проводили на газодинамическом стенде при холодном воздухе. В дозвуковой поток, истекающий из трубы диаметром 50 мм, помещали разрядник генератора ЭПО. Проведены три серии экспериментов: I - взаимодействие ЭПО со встречной струей, II - взаимодействие ЭПО со спутным потоком, III - взаимодействие ЭПО с поперечной струей. В каждой серии варьировали скорость потока изменением полного давления в трубе. Энергия генератора ЭПО - 200 Дж для всех серий.

Сначала установку выводили на заданный режим работы, затем включали разрядник генератора ЭПО. Процесс взаимодействия ЭПО с потоком воздуха регистрировали скоростной кинокамерой СКС. В месте расположения разрядника в струе измеряли полное давление трубкой Пито и вводили поправку на скорость потока в данном месте.

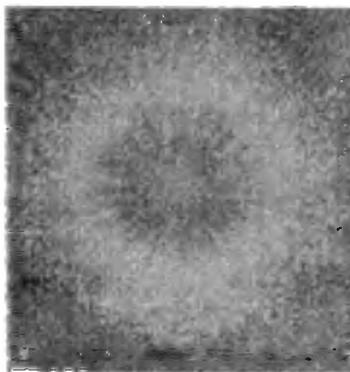


Рис.24. Фотографии следов воздействия ЭПО на золотое покрытие, полученные при помощи электронного микроскопа: а - увеличение участка в 14 раз, б - увеличение другого участка в 4000 раз.



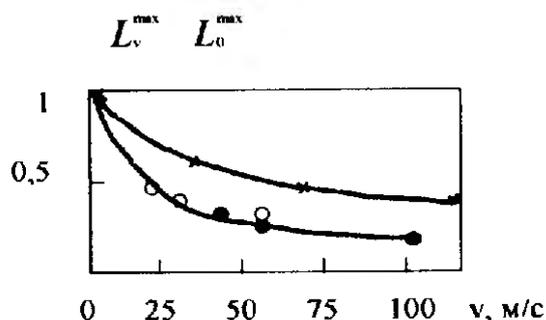


Рис.25. Зависимости относительной максимальной длины ЭПО от скорости газового потока: x – спутный поток; o – встречный поток; • – поперечный поток. $E_{min}=200$ Дж.

Типичные кинограммы процесса взаимодействия ЭПО со встречной струей были получены при скоростях потока $V_{гв}$, равных 0,22 и 30 м/с. С увеличением скорости газового потока максимальная длина ЭПО уменьшается. Результаты обработки кинограмм представлены на рис.25 (средняя кривая). На этом же графике нанесены зависимости относительной максимальной длины ЭПО от скорости газового потока для спутного потока и поперечной струи, полученные при обработке кинограмм. Спутная струя воздуха сокращает длину ЭПО в два раза при скорости потока 50 м/с, тогда как встречная и поперечная струи сокращают длину ЭПО при этой скорости примерно в 4 раза.

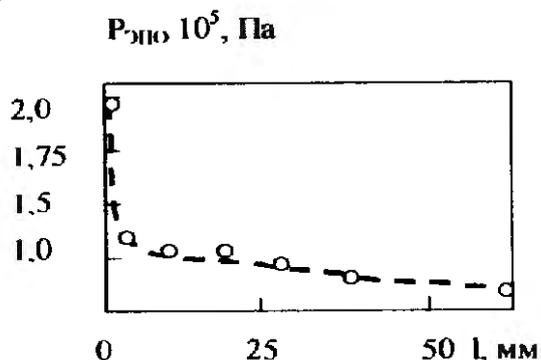


Рис.26. Распределение давления по длине ЭПО.

На рис.26 показано распределение давления по длине ЭПО, измеренное с помощью датчика давления ЛХ-610. Как следует из этого графика, длине ЭПО 55 мм, устанавливающейся при взаимодействии ЭПО со встречным потоком при скорости его 70 м/с, соответствует давление 0,1 атм ($\sim 0,01$ МПа), равное полному давлению в набегающем потоке. Таким образом, при взаимодействии ЭПО со встречной струей, по-видимому, устанавливается такая длина ЭПО, которая соответствует равенству скоростных напоров потока и ЭПО. Следовательно, плотности воздуха и ЭПО примерно одинаковы, что было ранее установлено при измерении плотности ЭПО методом наклонной нити.

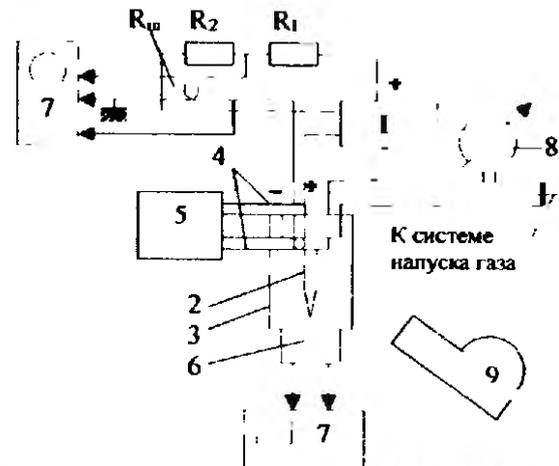
Исследование энергетического баланса в генераторе ЭПО [27] сводится к определению, по возможности, всех энергетических компонент

E_i , входящих в уравнение энергетического баланса $\sum_{i=1}^n E_i$.

Блок-схема измерительного комплекса для исследования энергетического баланса изображена на рис.27. Разрядник генератора ЭПО помещен внутрь герметичного сосуда, который служит газовым калориметром. Установлено, что при генерации ЭПО внутри герметичного сосуда основная доля энергии разрядника E_p уходит на нагрев газа в сосуде E_T .

Рис.27. Блок-схема измерительного комплекса для исследования энергетического баланса при генерировании ЭПО в герметичном сосуде:

1 – генератор ЭПО; 2 – ЭПО; 3 – газовый калориметр; 4 – термопары; 5 – шлейфовый осциллограф; 6 – датчики давления ДМИ-01; 7 – электронные осциллографы с запоминанием; 8 – манометр; 9 – скоростная кинокамера типа СКС.



Одновременно с энергией разряда E_p и энергией, перешедшей к газу калориметра (E_r), измеряли следующие энергетические компоненты: энергию на нагрев графитового катода $E_{гр.к}$, энергию на нагрев плексигласа, в котором располагается разрядный канал ($E_{пл}$), лучистую энергию $E_{л}$. Оценивали также энергию, перешедшую в стенки калориметра за период измерения (E_c), химическую энергию, поглощенную при образовании озона (E_{O_3}), а также химическую энергию, выделяющуюся при горении измеренного количества сублимированного плексигласа, унесенной меди и углерода ($E_{гор}^{хим}$).

Из всех учитываемых в энергетическом балансе компонент наиболее значительны: в левой части - энергия, вложенная в разряд (E_p), в правой - энергия, переданная газу в калориметре (E_r). Их соотношение в большинстве случаев является определяющим, поэтому все исследованные зависимости сняты для E_r/E_p

Рис.28. Зависимость энергии, выделившейся в газовом калориметре при генерировании в нем ЭПО, E_r , от энергии, вложенной в разряд, E_p ; $V_c = 6,2 \text{ л} = \text{const}$ (1-3,5,6 - $L_1/R_{L1} = 4 \text{ мГн}/0,46 \text{ Ом}$, воздух):

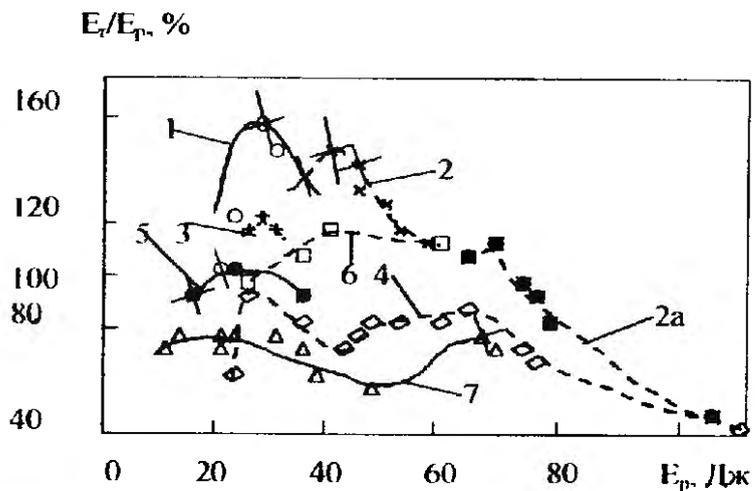
1,2,2а,3;4;5;6 - $C_1 = 1430 \text{ мкФ}$;
7 - $C_1 = 630 \text{ мкФ}$, $L_1/R_{L1} = 7 \text{ мГн}/1,0 \text{ Ом}$ (гелий).

На рис.28 приведены результаты измерения

E_r/E_p в зависимости от вложенной в разряд энергии E_p при $V_c = \text{const}$. Кроме того, варьировали такие параметры, как емкость и индуктивность, а также изменяли газ, заполняющий калориметр.

Максимальные значения E_r/E_p получены для $E_p \approx 30 \text{ Дж}$ при емкости $C_1 = 630 \text{ мкФ}$ и индуктивности 4 мГн , имеющей активное сопротивление $R_L = 0,45 \text{ Ом}$ ($L_1/R_{L1} = 9$). Кривые 1, 2, 3 сняты в разные дни. Величины E_r/E_p лежат в диапазоне 120-150% при $E_p = 30 \div 40 \text{ Дж}$.

Уменьшение емкости до 350 мкФ , а также ее увеличение до 1430 мкФ приводило к снижению E_r/E_p до 100—110%. Замена параметров катушки индуктивности на параметры $L_1/R_{L1} = 7$ вызывала уменьшение E_r/E_p ниже



100%. Отчетливо прослеживалось уменьшение E_r/E_p с ростом E_p . При замене воздуха гелием минимальное значение E_r/E_p снизилось до $\sim 75\%$. При двух значениях: $E_p=30$ Дж и 75 Дж - измерены все 10 компонент, входящие в уравнение энергетического баланса для случаев заполнения калориметра воздухом и гелием, а также для случая, когда вместо разрядника генератора ЭПО в калориметр помещали разрядник, состоящий из двух медных электродов.

Таблица 3 Энергетический баланс

Энергия	Разрядник генератора ЭПО		Разрядник из двух медных электродов	
	количество энергии Дж	погрешность %	количество энергии Дж	погрешность %
Электрическая разряда E_p	28,0	8,5	42,0	7,9
Химическая, выделившаяся при горении продуктов уноса, $E_{гор}^{хим}$	10,3	19,0	0,2	19,0
Перешедшая в тепло газового калориметра E_c	42,0	25,0	6,0	15,1
На нагрев графитового катода $E_{грк}$	2,0	5,0	3,5	14,8
На нагрев и испарение медного анода $E_{ма}$	2,8	13,0	3,5	14,8
На нагрев штексигласа вблизи разрядного канала $E_{шг}$	0,25	20,0	-	-
В стенку калориметра за время измерения E_s	1,0	2,1	2,1	2,1
Лучистая E_l	0,4	15,0	1,5	14,8
«Переизлученная» медным экраном в калориметре $E_{мэ}$	1,4	17,5	2,5	21,2
Поглощенная при образовании озона $E_{оз}$	3,0	29,0	0,5	29,0
Всего введено в калориметр энергии ($E_p + E_{гор}^{хим}$)	38,3	$\pm 10,3$	42,2	$\pm 7,9$
Всего выделилось энергии	52,6	$\pm 23,6$	19,6	$\pm 12,0$
$\sum E_i$	138	± 28	46,5	$\pm 15,8$
КПД $= \sum E_i / (E_p + E_{гор}^{хим})$				
	P=0,95		P=0,95	

В табл. 3 приведены результаты измерений для двух случаев:

1) разрядник ЭПО, $E_p=28$ Дж, воздух, отношение оцененной выделенной энергии к введенной в калориметр энергии, названное КПД, равно 138% при погрешности $\pm 28\%$ и доверительной вероятности $P=0,95$;

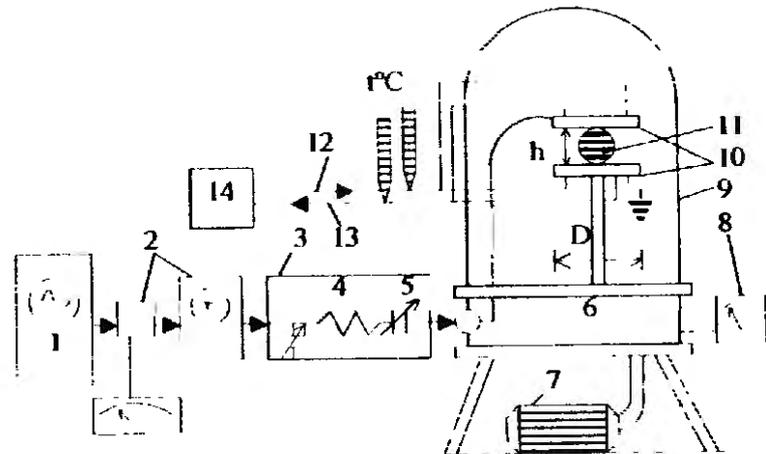
2) разрядник из двух медных электродов, $E_p \approx 40$ Дж, воздух, КПД=44,5% при погрешности $\pm 16\%$ и доверительной вероятности $P=0,95$.

Для случаев, не приведенных в табл. 3: 1) разрядник ЭПО, $E_p=75$ Дж, воздух; 2) разрядник ЭПО, $E_p=30$ Дж и 70 Дж, гелий, - КПД=100% с погрешностью от 10 до 20%.

Таким образом, в результате проведенных исследований найден оптимальный режим работы генератора ЭПО, при котором КПД=138%.

Рис.29. Схема лабораторной установки генератора искусственной шаровой молнии и измерительная схема:

1 – высокочастотный (ВЧ) генератор; 2 – ВЧ-ваттметры; 3 – согласующее устройство; 4 – нагрузка; 5 – настройка; 6 – вакуумная камера; 7 – форвакуумный насос; 8 – вакуумметр; 9 – стеклянный колпак; 10 – ВЧ-электроды; 11 – шаровая молния; 12 – холодная вода; 13 – горячая вода; 14 – расходомер.



В работе [33] сообщается о генераторе искусственной ШМ Hellios-1, в котором выходная мощность в два раза выше входной, а также приводится конкретная схема другой экспериментальной установки, показанная на рис.29. Два плоских электрода, расположенных в вакуумной камере, использовали для создания шаровой плазмы в высокочастотном поле со свойствами, в совокупности напоминающими свойства ШМ. Этот компактный эластичный плазменный шар проходит через очень узкие отверстия без потери целостности и черпает энергию «из ничего». Энергетический баланс эксперимента следующий: входная мощность в согласующем устройстве 3000 Вт; мощность, выделяющаяся через нагрев воды в охлаждаемых электродах, - 3300 Вт; потери 550 Вт (в согласующем устройстве 160 Вт плюс потери тепла в окружающую среду 390 Вт; предполагается, что высокочастотное излучение пренебрежимо мало). Таким образом, КПД составляет 130%. Лучшие результаты получены в среде обычного воздуха. Основные данные, характеризующие процесс получения дополнительной энергии из ШМ: частота поля 13,56 МГц, мощность высокочастотного генератора 3000 Вт, давление газа в камере 30-200 бар, диаметр электродов 20 см, расстояние между электродами 3-10 см.

Возможное теоретическое объяснение полученных результатов базируется на квантовых представлениях, предложенных в [29, 30] Р.Ф.Авраменко, В.И.Николаевой.

Среди свойств ЭПО ранее упоминалась возможность их автономного существования anomalно долгое время по сравнению с идеальной плазмой.

В ходе исследований предложено и опробовано несколько способов создания автономных плазменных образований (АПО).

1. Механическое отрезание части ЭПО. Схема эксперимента включает устройство для отрезания ЭПО и схему синхронизации его работы с работой генератора. ЭПО отрезается вращающимся диском обтюлятора (диэлектрическим). Размер отверстия в диске обтюлятора, скорость вращения обтюлятора и расположение лазерного луча по отношению к оси ЭПО подбирали таким образом, что после запуска генератора лазерным лучом ЭПО успевает пройти через отверстие в обтюляторе и вырасти до своего максимального размера по длине и только после этого отрезается диском обтюлятора. Процесс отрезания ЭПО диском снимали высокоскоростной камерой СКС. Диск изготовлен из гетинакса, расстояние от диска до разрядника 8 мм. Время жизни отрезанной части ЭПО 2 мс. Однако АПО теряло форму сразу же после отрезания.

2. Генерация плазмы в атмосфере мелкодисперсного водяного аэрозоля. В камере размером 300x150x150 мм создавали мелкодисперсный водяной аэрозоль. На верхней крышке камеры размещали разрядник ЭПО. Через отверстие в крышке ($\varnothing 10$ мм) ЭПО входил в камеру. Процесс снимали камерой СКС. Как показала кинограмма, возникло шарообразное плазменное образование $\varnothing 40$ мм, которое отделилось от разрядника и продолжало жить автономно в течение ~ 3 мс (см. рис.5а).

3. Введение в зону формирования ЭПО на выходе из разрядника легко ионизируемой примеси (например, хлорида натрия NaCl). На пути распространения ЭПО в 20-30 мм от разрядника помещали капроновую или хлопчатобумажную нить, смоченную насыщенным раствором хлорида натрия. Через некоторое время после начала формирования ЭПО отделялась его часть в форме вытянутого конуса длиной ~ 150 мм и существовала без изменения своей формы в течение ~ 6 мс после окончания разряда (см. рис.5в).

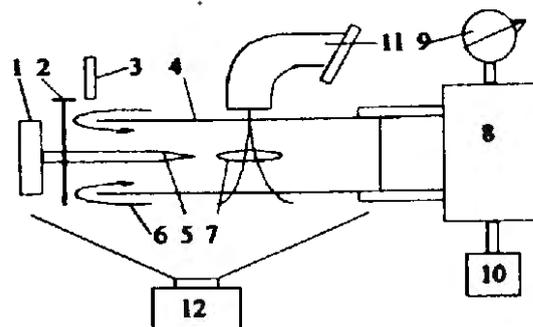
Анализ свойств автономных плазменных образований, полученных описанными способами, показал, что наиболее подходящим для дальнейших экспериментов является АПО, полученное третьим способом. Во-первых, оно имеет наибольшее время жизни (по свечению) после прекращения разряда (6 мс); во-вторых, сохраняет цилиндрическую форму до полного исчезновения свечения; в-третьих, имеет хорошую повторяемость (регулярно возникает автономное образование).

На основе этого метода разработана следующая методика образования и ускорения АПО (рис. 30). Разрядник генератора ЭПО устанавливали в 35 мм от входа в кварцевую трубку длиной $\sim 0,9$ м с внутренним диаметром ~ 20 мм, причем взаимное расположение трубки и разрядного канала тщательно юстировали с целью точного прохождения ЭПО по оси трубки. Другой конец трубки через переходник присоединяли к вакуумной емкости объемом $\sim 0,06$ м³, откачиваемой форвакуумным насосом. Между входом в трубку и разрядником подвешивали хлопчатобумажную

нить, смачиваемую перед опытом насыщенным раствором NaCl. Эксперимент проводили следующим образом. Входное отверстие кварцевой трубки закрывали эластичной заглушкой, затем полость трубки и вакуумную емкость откачивали до давления 133,322 Па. Далее заглушку снимали, открывали отверстие, через которое начинал втекать атмосферный воздух, и включали разрядник генератора ЭПО. При этом скорость газового потока в трубке была близка к звуковой скорости или меньше ее. Продолжительность сохранения сверхкритического перепада давлений вне и внутри камеры ~3 с.

Рис.30. Схема для получения, ускорения и исследования АПО цилиндрической формы:

1 – разрядник; 2 – нить с NaCl; 3 – затвор; 4 – кварцевая трубка; 5 – ЭПО; 6 – воздушный поток; 7 – АПО; 8 – вакуумная емкость; 9 – манометр; 10 – форвакуумный насос типа ВН-2; 11 – спектрограф ИСП-51; 12 – скоростная кинокамера СКС.



Процесс отрыва и движение АПО снимали кинокамерой Pentazet-35 на аэрофотопленку со скоростью ~2000 кадров/с. Одновременно вдоль трубки были установлены фотодиоды на расстоянии 340 мм друг от друга (первый - в 180 мм от разрядника). Сигналы от них записывали на осциллографе С8-14.

Типичная кинограмма отрыва и ускорения АПО в газовом потоке показана на рис.31. Из нее следует, что через 3 мс после начала разряда отрывается часть (1/2) плазменного образования веретенообразной формы длиной ~150 мм, которая удаляется от оставшейся части ЭПО и постепенно гаснет, не меняя формы. АПО не расплывается и сохраняет свою целостность и первоначальную форму.

Рис.31. Часть кинограммы процесса образования и движения АПО цилиндрической формы:

1 - разрядник; 2 - ЭПО; 3 - АПО.

При обработке кинограмм определены скорость нарастания ЭПО, зависимость скорости полета, длины и яркости АПО от времени. Результаты обработки представлены на рис.32-33 в виде временных зависимостей скорости, длины и интенсивности свечения АПО.

Скорость АПО после отрыва, а также в зависимости от продолжительности движения, зафиксированная в разных пусках, равна 130-190 м/с при скорости нарастания ЭПО ~70 м/с. Продолжительность полета АПО ~3 мс, за которые оно пролетает расстояние



~0,5 м. Максимальная длина АПО при отрыве ~150 мм, затем она уменьшается и достигает постоянной величины 50-60 мм.

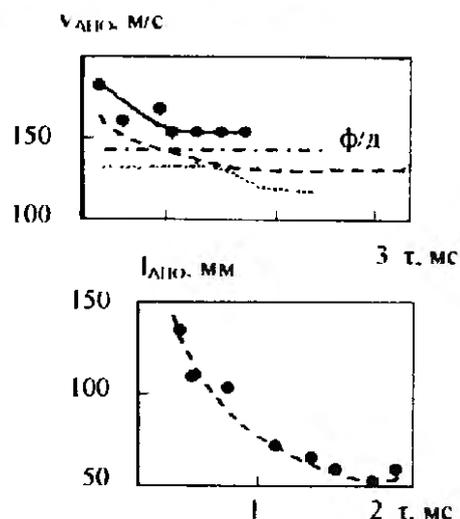


Рис.32. Зависимость скорости автономного плазменного образования от времени полета:

● * - данные, полученные при обработке разных кинограмм; --- - значение скорости, измеренное фотодатчиками.

Рис.33. Зависимость длины АПО $L_{АПО}$ от времени полета.

Интересно отметить, что интенсивность свечения АПО может сначала несколько возрасти после его отрыва и дальнейшего движения вдоль трубки. Спектрографом ИСП-51 снят радиальный спектр АПО, интегральный по времени, накоплением на пленке излучения АПО за шесть пусков. При этом отбраковывали спектры, если в серии экспериментов были пуски, в которых нить с NaCl перегорела. Кроме того, отрыв и качество АПО контролировали с помощью киносъемки процесса отрыва и ускорения АПО кинокамерой СКС. Полученный спектр АПО, в основном, атомно-молекулярный. При его расшифровке обнаружены линии NaI, CaI, BaI, полосы CN-красный, слабая полоса CaCl - признак наличия свободного хлора, слабый сплошной фон, а главное - линия H_{α} (656,22 нм), что свидетельствует о наличии в АПО достаточной энергии и больших концентраций водорода.

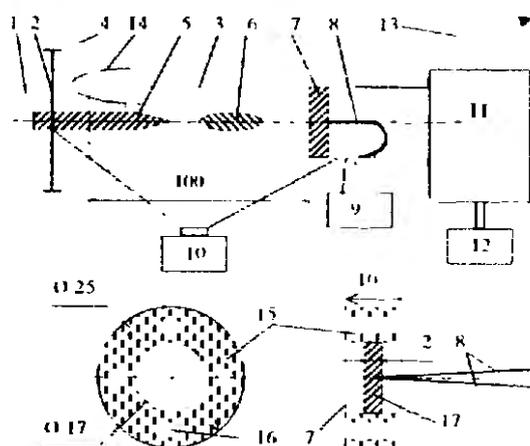


Рис.34. Схема измерения энергии АПО и конструкция титанового калориметра:

1 - разрядник ЭПО; 2 - нить с NaCl; 3 - кварцевая трубка; 4 - затвор; 5 - ЭПО; 6 - АПО; 7 - калориметр; 8 - термопара; 9 - шлейфовый осциллограф типа Н-145; 10 - скоростная кинокамера; 11 - вакуумная емкость; 12 - форвакуумный насос типа ВН-2; 13 - манометр; 14 - воздушный поток; 15 - теплоизолятор; 16 - 4 сквозных отверстия; 17 - титановый диск.

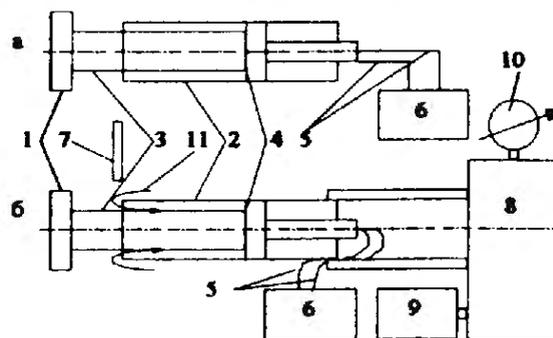
Количественно энергия, содержащаяся в АПО, измерена титановым калориметром. Схема измерения и конструкция калориметра приведены на рис.34. Калориметр представляет собой диск из титана толщиной 2 мм и диаметром 17 мм. Хромель-копелевая термопара зачеканена на тыльной стороне калориметра в центре диска на глубине ~1 мм. Калориметр, укрепленный в державке, вставляли внутрь кварцевой трубки на расстоянии ~400 мм от открытого ее конца. Он воспринимал энергию АПО, которое долетает до него за ~3 мс. В контрольных пусках, где отсутствова-

ла нить с NaCl и, следовательно, не было АПО, сигнал термопары отсутствовал. При образовании АПО сигнал соответствовал среднему нагреву калориметра на $\sim 4 \pm 0,5^\circ\text{C}$.

Так как для отрыва и разгона АПО использовали околосвуковой поток воздуха, который при этом охлаждал калориметр, то измеренные таким образом температуры занижены. Для учета эффекта охлаждения проведен контрольный эксперимент, схема которого приведена на рис.35. Нить с NaCl в данном опыте отсутствовала. Калориметр размещали на расстоянии 80 мм от входа в трубку при расположении разрядника в 15 мм от трубки. ЭПО входило в трубку на 85 мм. При отсутствии газового потока калориметр нагревался на 20°C ; при обдуве его газовым потоком нагрев его снижался в ~ 10 раз и составлял $\sim 2^\circ\text{C}$. Если коэффициент охлаждения принять равным 10, то в случае АПО нагрев калориметра соответствовал $\sim 40^\circ\text{C}$ и энергия, заключенная в АПО, ориентировочно была равна 25 Дж ($E_{\text{зап}} = 200$ Дж). При длине АПО $L_{\text{АПО}} = 50$ мм, диаметре $d_{\text{АПО}} = 8$ мм объем АПО $V_{\text{АПО}} = 2,5$ см³. Тогда средняя объемная плотность энергии АПО $\bar{E}_{\text{АПО}} = E_{\text{АПО}} / V_{\text{АПО}} \approx 10$ Дж/см³ $\pm 30\%$.

Рис.35. Схема эксперимента для учета эффекта охлаждения калориметра воздушным потоком:

а – измерение энергии ЭПО без воздушного потока; б – измерение энергии ЭПО при наличии воздушного потока; 1 – разрядник ЭПО; 2 – кварцевая трубка; 3 – ЭПО; 4 – калориметр; 5 – ХК-термопары; 6 – шлейфовый осциллограф; 7 – затвор; 8 – вакуумная емкость; 9 – форвакуумный насос; 10 – манометр; 11 – воздушный поток.



Эта оценочная величина близка к средней плотности энергии ЭПО. Следовательно, можно говорить о создании методики получения автономных плазменных образований, которые могут переносить значительную энергию с большой скоростью на некоторое расстояние.

Таким образом, исследованное в работах [5-9, 21] энергоемкое плазменное образование (ЭПО) имеет плотность, близкую к плотности окружающего воздуха, низкую газовую температуру, низкую интенсивность излучения. При этом плазма отличается высокой концентрацией заряженных частиц, высокой плотностью энергии, сложной внутренней структурой, интенсивным воздействием на электропроводные материалы, наличием сил взаимного притяжения частиц плазмы, способностью к автономному существованию anomalously долгое время по сравнению с идеальной плазмой. (Если допустить, что ЭПО представляет собой равновесную систему с температурой ~ 1000 К и плотностью $\sim 5 \cdot 10^{16}$ см⁻³, то число частиц в сфере, определяемой радиусом Дебая, составит $N \approx 0,3$, а критерий неидеальности $\gamma \approx 0,6$).

Литература

1. Огурцова Н. Н., Подмошенский И. В., Шелетина В. М. // Опт. и спектр., 1964, т. 16, вып. 6. С. 949-957.
2. Андрианов А. М., Сеницын В. И. // ЖТФ, 1977, т. 47, вып. 11. С. 2318-2327.
3. Александров А. Ф., Тимофеев И. Б., Черников В. А. и др. // ТВТ, 1988, т. 26, вып. 4. С. 639-643.
4. Султанов М. А., Киселевский Л. И. // ТВТ, 1966, т. 4, вып. 3. С. 375-379.
5. Авраменко Р. Ф., Бахтин Б. И., Николаева В. И., Поскачьева Л. П., Широков Н. Н. Способ получения энергоемкой плазмы. А. с. № 1679947 от 22 мая 1991 г.
6. Авраменко Р. Ф., Бахтин Б. И., Николаева В. И., Поскачьева Л. П., Широков Н. Н. Экспериментальное исследование долгоживущих образований из неидеальной плазмы. // Сб. научн. трудов. Ярославль. Деп. ВИНТИ № 3658-В, 1989.
7. Авраменко Р. Ф., Бахтин Б. И., Николаева В. И., Поскачьева Л. П., Широков Н. Н. Исследование лабораторного аналога шаровой молнии. // Сб. «Шаровая молния». Под ред. Б. М. Смирнова. М.: ИВТАН, 1990, вып. 1. С. 17.
8. Авраменко Р. Ф., Бахтин Б. И., Николаева В. И., Поскачьева Л. П., Широков Н. Н. Экспериментальное исследование плазменных образований, инициируемых эрозионным разрядом. // ЖТФ, 1990, т. 60, вып. 12. С. 73.
9. Авраменко Р. Ф., Бахтин Б. И., Николаева В. И., Поскачьева Л. П., Широков Н. Н. Прохождение энергоемких плазменных образований через круглые отверстия, плоские щели, трубки. // Сб. «Шаровая молния». Под ред. Б. М. Смирнова. М.: ИВТАН, 1991, вып. 2. С. 53-64.
10. Барри Дж. Шаровая молния и четочная молния. М.: Мир, 1983. 285 с.
11. Смирнов Б. М. Проблема шаровой молнии. М.: Наука, 1988. 208 с.
12. Powell J., Finkelstein D. // Amer. Scient. 1970, vol. 58. P. 262-279.
13. Дорошков В. В., Копытин Ю. Д., Хау В. А. // Сб. статей. Томск, 1988. С. 145-154.
14. Сингер С. Природа шаровой молнии. М.: Мир, 1973. 239 с.
15. Имянитов И. М., Тихий Д. Я. За гранью законов науки. М.: Атомиздат, 1980. 190 с.
16. Дмитриев М. Т., Бахтин Б. И., Башкиров В. Л. // Геофизика, 1983, № 8. С. 28.
17. Дмитриев М. Т., Бахтин Б. И., Мартынов В. И. // ЖТФ, 1981, т. 51, вып. 12. С. 2567-2572.
18. Андрианов А. М., Земсков А. И., Прут В. В. и др. // ЖТФ, 1969, т. 39, вып. 3. С. 433-437.
19. Глебов И. А., Рутберг Ф. Т. Мощные генераторы плазмы. М.: Энергоатомиздат, 1985. 153 с.
20. Авраменко Р. Ф., Бахтин Б. И., Николаева В. И., Поскачьева Л. П., Широков Н. Н., Голубничий П. И., Громенко В. М., Крутов Ю. М. Экспериментальное исследование структуры, динамики формирования и спектров излучения энергоемких плазменных образований. // Сб. «Исследования электрических разрядов в атмосфере». Ярославль: ЯрГУ, 1991.
21. Козлов П. В., Леонов С. Б., Павлов В. А., Шипилин А. В. Измерение физических характеристик импульсного плазменного генератора. М.: НТО МГУ, 1989.
22. Александров А. Ф., Тимофеев И. В., Юсупалиев У. и др. Экспериментальные исследования физических характеристик энергоемких плазменных образований. М.: НТО МГУ, 1990.
23. Тельковский В. Г., Михин С. Г. и др. Диагностические методики, экспериментальные исследования, создание предварительной концепции явления «Факел». НТО. М.: МИФИ, 1990.
24. Грим Г. Спектроскопия плазмы. М.: Атомиздат, 1969; Грим Г. Уширение спектральных линий в плазме. М.: Мир, 1978.
25. Тилли Д. Р., Тилли Дж. Сверхпроводимость и сверхтекучесть. М.: Мир, 1974.
26. Таблицы физических величин. Справочник под ред. И. К. Кикоина. М.: Атомиздат, 1976.

27. Авраменко Р. Ф., Николаева В. И., Поскачеева Л. П. и др. Экспериментальное исследование энергетического баланса в разряднике генератора ЭПО и создание частотного генератора ЭПО со средней мощностью до 3 кВт. М.: НТО НИИТП и НИИРП, 1991
28. Пехович А. И. Жидких В. М. Расчет теплового режима твердых тел. Л.: Энергия, 1963.
29. Авраменко Р. Ф., Николаева В. И. Квантовая модель шаровой молнии//Сб. «Шаровая молния». Под ред. Б. М. Смирнова. М.: ИВТАН, 1991.
30. Авраменко Р. Ф., Николаева В. И. Квантовая энергия электронного Бозе-конденсата в окружающей среде. М.: Химия, 1991. 32 с.
31. Скотников М.М. Теневые количественные методы в газовой динамике. М.: 1976.
32. Голубничий П. И.; Громенко В. М., Крутов Ю. М. Исследование спектральных динамических характеристик ЭПО в свободном пространстве и при взаимодействии с преградами и лазерной плазмой. НТО Луганского машиностроительного института, 1991.
33. Chukanov K. Ball lightning-energy source of the XXI century. C/o Genmark Automation Inc. 1153. Tasman Drive, Lunnyvale, CA 94089.
34. Дробрздейл Д. Введение в динамику пожаров. Справочник. М.: Стройиздат, 1990.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ЭНЕРГОЕМКИХ КОМПАКТНЫХ ПЛАЗМЕННЫХ ОБРАЗОВАНИЙ

Шаровая молния в лаборатории. М.: Химия, 1994. С. 56-66.

Интерес к изучению компактных ЭПО был стимулирован решением ряда следующих научных и прикладных задач: создание импульсных плазмотронов эрозионного типа с высоким КПД; получение новых мощных импульсных источников света [1]; создание полевых устройств для грозозащиты [2]; моделирование отдельных свойств ШМ в лабораторных условиях [3].

Экспериментальные исследования по генерации ЭПО и изучение их физических свойств [1-4] показали следующее:

- ЭПО может запасать достаточно большую энергию (удельная энергия может достигать ≈ 20 Дж/см³) [3];
- распад плазмы ЭПО происходит аномально долго с характерными временами рекомбинации $t_{рк} = 0,11$ с [4];
- ЭПО имеет сложную внутреннюю структуру (энергонасыщенный kern, плазменную оболочку и т.д.) [3];
- излучение и плазма ЭПО неравновесны ($T_e = 0,5 \div 2$ эВ, $T_a \leq 1000$ К, $N_e/N_a = 10^{-2} \div 10^{-4}$) [3,4]; ЭПО селективно воздействует на диэлектрики, металлы и ферромагнетики [3], и т. д. Дальнейшее изучение физических свойств ЭПО, полученных с помощью импульсных плазмотронов эрозионного типа, проводили на установке (рис.1), состоящей из электроразрядной пушки (ЭРП), емкостного накопителя (С) с энергозапасом до 1,5 кДж, электронного ключа (тиратрон ТГИ-1000/25) и ограничивающей индуктивности ($L = 100 \div 1000$ мкГн).

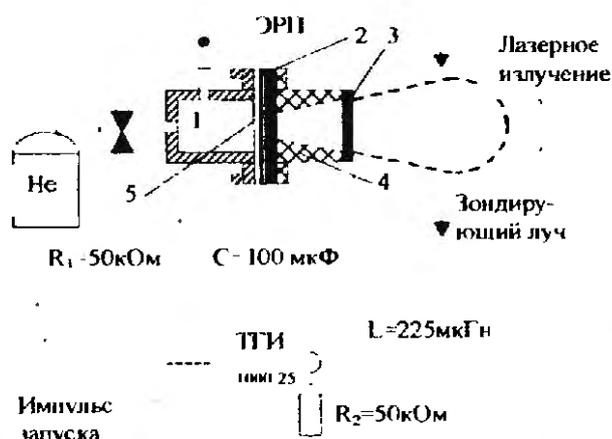


Рис.1. Схема экспериментальной установки: 1 – КВД; 2,3 – электроды ЭРП; 4 – изоляционный корпус ЭРП; 5 – лавсановая диафрагма.

ЭРП представляла собой конический разрядник с углом раствора 30-120°. Диаметр выходного отверстия – 1-30 мм. Корпус выполнен из капролона, электроды – из латуни. В ряде экспериментов к ЭРП пристыковывали с тыльной стороны камеру высокого давления (КВД) объемом 0,5 л, которую заполняли гелием до избыточного давления ~ 2 атм ($\sim 0,2$ МПа). КВД отделяли от ЭРП диафрагмой из металлизированной лавсановой пленки толщиной 80 мкм, гальванически соединенной с заземленным корпусом КВД. В этом режиме ЭРП являлась импульсным сверхзву-

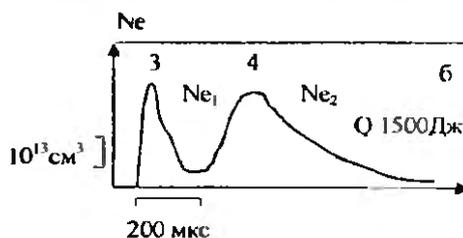
ковым плазмотроном, рассчитанным на создание в нем холодной струи без разряда с числом $M \approx 2$. Диафрагму в ЭРП разрывали принудительно прожигом ее мощным лазерным излучением либо электрическим разрядом. Продолжительность горения разряда в ЭРП варьировали от 0,6 до 2 мс. С выходной стороны к ЭРП в отдельных экспериментах пристыковывали разные насадки или вакуумно плотно крепили различные камеры (например, рабочую секцию ударной трубы). В последнем случае можно было изучать эволюцию ЭПО в различных газах и при разных начальных давлениях.

Диагностический комплекс установки включал СВЧ ($\lambda=8$ мм), субмиллиметровый (СБМ, $\lambda=334$ мкм), оптический ($\lambda_1=0,53$ мкм, $\lambda_2=0,63$ мкм) интерферометры; лазерную теневую и шлирен-системы [5]; генератор зондирующей ударной волны (УВ); электрические зонды; пьезодатчики; СФР. В ходе экспериментов с помощью этого комплекса исследовали внутреннюю структуру ЭПО и его эволюцию.

На рис.2 показаны теневой снимок ЭПО (а) и эпюра N_e в ЭПО (б), полученная с помощью СБМ-интерферометра, расположенного в 7 см от выхода ЭРП. Пространственное разрешение интерферометра было не хуже 6 мм. Результаты получены при следующих условиях: рабочий газ - воздух, $p_a=120$ Торг (0,015 МПа), энергозапас емкостного накопителя $Q=1500$ Дж; на выходе ЭРП установлена диэлектрическая цилиндрическая насадка длиной 3 см и внутренним диаметром 10мм.

Рис.2. Теневой снимок ЭПО (а) и эпюра электронной плотности N_e в ЭПО (б):

1 - ПВ; 2 - спутная турбулентная струя; 3 - головной всплеск Ne_1 ; 4 - вторичный всплеск Ne_2 ; $V_0 = 140$ м/с, $Re = 4000$.



На теневом снимке (см. рис.2а) видны два плазмодинамических образования: торoidalный вихрь и спутная турбулентная струя. На более ранних фазах процесса формирования ЭПО перед вихрем наблюдалась сферическая УВ. С течением времени вихрь и струя, которые имели различные скорости, разделялись. В зависимости от энергозапаса Q получали как ламинарные плазменные вихри с $V_0 \leq 100$ м/с, числами $Re=d/v \leq 1000$ (d - диаметр вихря, v - кинематическая вязкость), так и турбулентные с $V_0 \leq 200$ м/с, $1000 \leq Re \leq 5000$. Скорость V_0 и характерный диаметр $d(t)$ ламинарных плазменных вихрей не изменялись на измеряемой длине $l=30$ см. Скорость же турбулентных вихрей значительно уменьшалась на этой длине, а их диаметр увеличивался со временем. Зависимости $l(t)$ и $d(t)$ турбулентного плазменного вихря (ПВ) хорошо описываются полуэмпирической формулой, полученной в работе [6]: $l(t)=R_0/\alpha[(1+4\alpha V_0 t/R_0)^{1/4}-1]$;

$d(t)=2R(t)=2[R_0+\alpha l(t)]$, где $l(t)$ - путь, пройденный ПВ; V_0, R_0 - начальные скорость и радиус вихря соответственно; $\alpha=10^{-2} \div 10^{-3}$ - параметр для большинства экспериментов.

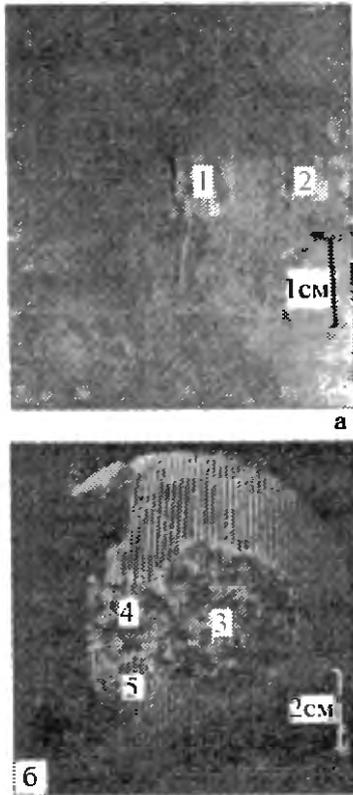


Рис.3. Теневая фотография ПВ (грубая настройка) (а) и интерферограмма ПВ (б):

1 - керн вихря; 2 - оболочка вихря; 3 - ПВ; 4 - спутная струя; 5 - невозмущенный воздух за вихрем; $V_0=160$ м/с, $Re \approx 5000$.

Обнаружена достаточно сложная структура ПВ с $V_0 \geq 100$ м/с, который состоял из ядра 1 и плазменной оболочки 2 (рис.3а). Ядро представляло собой тонкую вихревую круговую нить диаметром не более 1 мм. Для ПВ с $Re \geq 1000$ наблюдалась неустойчивость вихревого ядра в виде азимутальных колебаний вихревой нити с длинами волн в несколько миллиметров. Эти колебания в свою очередь порождали генерацию сопутствующих акустических волн с частотами f в диапазоне 30-100 кГц, испускаемых ПВ и надежно регистрируемых на теневых СФР-снимках. Излучение звука ПВ происходило в достаточно узком телесном конусе с углом раствора $\beta=60^\circ$ в сторону движения ПВ.

В эксперименте установлено взаимно однозначное соответствие газодинамических структур на теневых снимках (см. рис.2а) и отдельных всплесков на эпюрах электронной плотности $N_e(t)$ (см. рис.2б): вихрю и турбулентной струе на теневых снимках соответствовали первый резкий всплеск N_{e1} и второй размазанный всплеск N_{e2} на эпюрах. Максимальное значение N_{e1} в ПВ достигало 10^{13} см⁻³. Отметим, что распад плазмы в ПВ и турбулентной струе происходил с различными скоростями. Величина $N_e(t)$ уменьшалась в e раз в ПВ за характерное время $t_{рек.1}=0,1$ с, а в струе - за характерное время $t_{рек.2}=10^{-4}$ с. На поздних стадиях распада ЭПО ($t \geq t_{рек.1}$) в ПВ светилась только тонкая вихревая нить. Теоретическая оценка времени рекомбинации плазмы в ЭПО существенно меньше экспериментально полученного значения $t_{рек.1}$ и составляет, согласно (7), $\tau_{рек}=(N_e k_d)^{-1}=10^{-5} \div 10^{-6}$ с, где $N_e=10^{12} \div 10^{13}$ см⁻³; $k_d \approx 10^{-7}$ см³/с - константа диссоциативной рекомбинации в N_2 .

В эксперименте по изучению затухания зондирующего СБМ-излучения, прошедшего через ЭПО, на основании измерений декремента затухания излучения получена оценка $\bar{N}_e \approx 10^{13}$ см⁻³, близкая к значению N_e в ЭПО, ранее зарегистрированному интерферометрическим методом. Величина N_e в ЭПО, полученная в данной работе, значительно меньше величины, зарегистрированной в работе [3]. Это вызвано, по-видимому, тем, что в нашем случае, во-первых, меньше удельная энергия, запасен-

ная в ЭПО. Во-вторых, при оценке средней величины N_e в ЭПО предполагалось наличие внутри ПВ распределения $N_e(R)$, близкого к равномерному, а это не совсем верно вследствие сложной структуры ПВ, описанной выше (см. рис.3а).

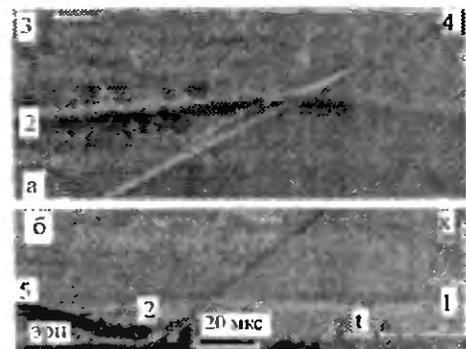
Методами оптической интерферометрии ($\lambda=0,53$ мкм) и лазерного шпирен-зондирования определено изменение плотности $\Delta\rho$ внутри ЭПО. При этом учитывалось, что N_e в ЭПО при $t \geq 1$ мс не превышала 10^{13} см⁻³ (поэтому вкладом электронов в изменение показателя преломления можно было пренебречь), а давление вне и внутри ЭПО было близко к атмосферному (что подтверждалось непосредственным измерением p_a с помощью пьезодатчиков). Относительное изменение $\Delta\rho/\rho_0$ в ЭПО составило не более 0,7 (ρ_0 — плотность в невозмущенном газе). Такое изменение плотности газа вполне могло быть обусловлено нагревом газа внутри ЭПО до $T_a \leq 1400$ К. Данная величина T_a близка к соответствующей величине $T_a \approx 1000$ К в ЭПО, полученной спектроскопическими методами в работе [3], и показывает, что плазма внутри ЭПО достаточно холодная.

В эксперименте большое внимание было уделено изучению особенностей газодинамики ЭПО.

Обнаружено, что газ за турбулентным ПВ оставался практически невозмущенным (рис.3б). При этом спутная струя с увеличением расстояния L от генератора ЭПО становилась все тоньше и при $L > 5$ см отделялась от сферического ПВ. Это явно противоречит свойствам обычных турбулентных вихрей. Действительно, хорошо известно [6], что турбулентный вихрь должен терять в спутном следе захваченную примесь (например, дым или, как в данном случае, турбулентную плазму). При этом за ним образуется шлейф примесных частиц. В нашем эксперименте этого не наблюдается. Поэтому можно предположить, что в ЭПО существуют силы, препятствующие выносу турбулентной плазмы в спутный след и эффективно сохраняющие сферическую форму плазменного вихря.

Рис. 4. Теневые фоторазвертки встречного взаимодействия ПВ и УВ:

1 - ПВ; 2,3 - вторичные ПО; 4 - падающая УВ; 5 - отраженная УВ; $V_0=110$ м/с, $Re_{пв1}=1000$, $V_{вв}=1000$ м/с. а - $t > 1$ мс; б - $t < 1$ мс.



Встречное взаимодействие ЭПО с УВ изучали на специализированных ударных трубах сечением 9-100 см². Оптическую регистрацию их взаимодействия проводили в рабочей секции, оборудованной оптическими окнами (ЭПО выстреливали в эту рабочую секцию). В качестве исследуемого газа использовали воздух и гелий при начальном давлении $p_a=6-100$ Torr ($800 \div 13332,2$ Па). На трубе получали УВ со скоростями $V_0=380 \div 1000$ м/с. Продолжительность спутного потока за фронтом УВ составляла 300-500 мкс.

В зависимости от времени жизни ЭПО $t_{ж}$ обнаружены два режима встречного взаимодействия ЭПО с УВ. Теневая фоторазвертка взаимодействия ламинарного ПВ и УВ при первом режиме показана на рис.4а (ЭПО и УВ встречались через $t_{ж} \geq 1$ мс после рождения ЭПО). В момент их взаимодействия исходное ПВ 1 расщеплялось на два вторичных плазменных образования (ПО 2, 3). Важно, что ПО 2 практически не сносило спутным сверхзвуковым потоком за фронтом УВ, его скорость приближалась к местной скорости звука. Через некоторое время ($t \geq 4 \cdot 10^{-4}$ с) ПО 2 разрушалось в ударно-сжатом газе. Напротив, ПО 3 хорошо увлекалось спутным потоком за фронтом УВ и его скорость была близка к значению $V_3 = V_{п} - V_1$, где $V_{п}$ - скорость потока за фронтом УВ; V_1 - скорость ПО 1.

При втором режиме взаимодействия ЭПО и УВ ($t_{ж} \leq 1$ мс) обнаружено, что расщепление исходного турбулентного ПВ в его снос спутным сверхзвуковым потоком вообще отсутствовали (рис.4б). ПВ достаточно глубоко проникал внутрь ударно-сжатого газа (на расстояние не менее 15-20 см).

На основании этого нами сделано предположение о наличии в ЭПО двухкомпонентной плазмы: первая компонента по своим газодинамическим характеристикам близка к неоднородно нагретому газу и хорошо выносится из ЭПО набегающим газовым потоком; вторая компонента обладает свойствами, близкими к свойствам сверхтекучей жидкости, и практически не увлекается спутным потоком за фронтом УВ.

Относительные концентрации этих компонент в ЭПО изменяются с течением времени $t_{ж}$ вследствие распада плазмы внутри ЭПО.

Заметим, что наличие аномальных газодинамических свойств ЭПО роднит его, в некоторой степени, с природными ШМ, которые могут двигаться против ветра и сопровождать по курсу летательные аппараты [8].

В эксперименте обнаружено также изменение структуры УВ в области ЭПО и увеличение ее скорости в 1,4-1,9 раза. Такое ускорение волны, согласно модели распада разрыва на границе тепловой неоднородности [9], могло быть обусловлено нагревом газа внутри ЭПО до $T_a^* = 1200 \div 1400$ К. Приведенная оценка T_a^* близка к соответствующему значению $T_a \leq 1000$ К, полученному интерферометрическим методом, и доказывает еще раз то, что плазма внутри ЭПО относительно холодная.

Кроме того, выявлено формирование плазменных предвестников перед УВ в объеме ЭПО в момент соприкосновения ЭПО и УВ. При этом практически мгновенно перестраивалась вся плазма внутри ЭПО: изменялись N_e и светимость возбужденного газа, разделялись заряды в объеме ЭПО. Аналогичные предвестники перед УВ обнаружены и исследованы нами ранее в плазме тлеющего разряда [10], а также сделано предположение о нелокальном механизме взаимодействия УВ с разрядной плазмой, обусловленном наличием дальнедействующих сил. В связи с этим взаимодействие УВ с ЭПО тоже носило, по-видимому, нелокальный характер.

В эксперименте обнаружено значительное поглощение лазерного излучения ИК-диапазона, прошедшего через ЭПО. Декремент затухания лазерного излучения составил $\alpha = \Delta J / (J_0 L) = (1 \div 2) \cdot 10^{-2} \text{ см}^{-1}$, где J_0 - интенсивность падающего излучения; L — характерная толщина ЭПО.

Этот результат стимулировал проведение экспериментов по взаимодействию ЭПО с мощным лазерным импульсным излучением ($\lambda = 1,06 \text{ мкм}$, $q = 10^5 \text{ Вт/см}^2$, $t_{\text{имп}} = 1 \text{ мс}$) с целью изучения возможностей внешней энергетической подпитки ЭПО и управления его внутренними параметрами и характеристиками движения. В эксперименте имелась возможность облучать ЭПО встречным или догонным лазерным излучением с некоторой задержкой f относительно его зарождения (в последнем случае лазерное излучение проходило через сопло со стороны его узкого сечения). Установлено, что при встречном взаимодействии лазерного излучения с ЭПО происходит сильная деструкция последнего. Максимальный эффект разрушения ЭПО наблюдался при $t_3 = 2 \div 3 \text{ мс}$. На интегральных снимках собственного свечения ЭПО отмечено появление хаотичных боковых выбросов плазмы из ЭПО. При этом характерная длина плазменной струи из ЭРП сокращалась на 20-30%. Обнаруженный эффект позволяет предположить, что природные ШМ, вероятно, могут быть «расстреляны» лазерными пушками.

В ходе догонного взаимодействия мощного лазерного излучения с ЭПО наблюдалось образование дополнительного дуплета вторичных плазмоидов 2, 3 (рис.5б). Один из них двигался вдоль лазерного луча со скоростью, большей скорости движения первоначальной струи, второй - со скоростью, меньшей скорости движения струи, и в сторону, противоположную лазерному лучу. Картина расщепления исходного ПВ на два вторичных ПВ напоминала в какой-то степени расщепление ПВ на ударной волне, описанное выше.

Характером их разлета можно было управлять при помощи изменения величины t лазерного импульса относительно выстрела ЭРП и изменения в небольших пределах угла между лазерным лучом и осью струи. В последнем случае разлеты вторичных плазмоидов 2 и 3 происходили под некоторыми углами к оси начальной плазменной струи.

Таким образом, проведенный эксперимент показал следующее.

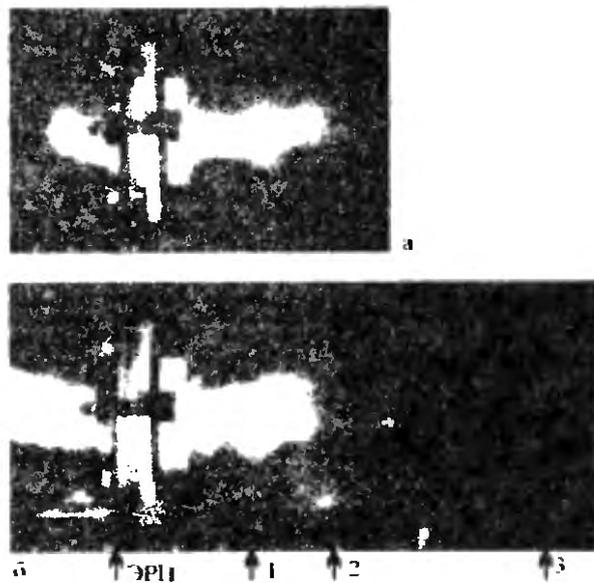


Рис.5. Интегральные снимки свечения струи на выходе ЭРП:

а - без лазерной подсветки; б - режим догонного взаимодействия; 1 - исходное ЭПО; 2, 3 - вторичные плазмоиды; 4 - лазерное излучение.

1. Структура ЭПО, полученного на описанной установке, представляет собой плазменный вихрь с очень тонким внутренним керном и спутную турбулентную струю. Электронная плотность в плазменном вихре не ниже 10^{13} см⁻³. Плазма в вихре - холодная и неравновесная, газовая температура - не выше 1000 К. Плазма в вихре распадалась аномально долго по сравнению с теоретическими оценками, в течение характерного времени $\tau_{рек} \approx 0,1$ с.

2. Выявлены газодинамические особенности при движении ЭПО в воздухе и при его взаимодействии с УВ, которые обусловлены, по видимому, наличием нелокальных дальнедействующих сил внутри ЭПО.

3. Обнаружено большое затухание лазерного излучения ИК-диапазона, прошедшего через ЭПО, $\alpha \approx 10^{-2}$ см⁻¹. При взаимодействии лазерного излучения достаточно большой мощности ($q > 10^5$ Вт/см²) с ЭПО установлены деструкция ЭПО при воздействии на него встречного лазерного излучения и дополнительное образование вторичных плазмоидов при догонном режиме взаимодействия лазерного излучения с ЭПО.

Литература

1. Александров А. Ф., Тимофеев И. Б. // Известия Сиб. отд. АН СССР. Сер. техн. наук, 1984, №6, вып.3. С.65-75.
2. Кунин В. Н. Оптические свойства тороидального плазменного вихря. Деп. ВИНТИ № 4543-83. Владимирский политехн. ин-т.
3. Авраменко Р.Ф., Бахтин Б.И., Николаева В.И., Поскачеева Л.П., Широков Н.Н. // ЖТФ, 1990, т. 60, вып. 12. С. 57-64.
4. Александров А. Ф., Тимофеев И. В., Черников В. А., Юсупалиев У. // ТВТ, 1988, т. 26, № 4. С.639-643.
5. Kiefer J. H., Hayduk J. C. // Proc. 12th Int. Symp. on Shock Tubes and Waves/Ed. Lifshitz A. Jerus.: 1980.
6. Лаврентьев М. А., Шабат Б. В. Проблемы гидродинамики и их математические модели. М.: Наука, 1987.
7. Райзер Ю. П. Физика газового разряда. М.: Наука, 1987.
8. Касюков И. Полет с молнией // «Известия» от 11.10.83, с. 4.
9. Найдис Г. В., Румянцев С. В. // ТВТ, 1987, т. 25, № 2. С. 389-390.
10. Климов А. И., Мишин Г. И., Федотов А. Б. и др. // ЖТФ, 1987, т. 57, № 10. С. 1893-1898.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ И ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭНЕРГООБМЕНА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ, СОДЕРЖАЩИХ ПЛАЗМЕННЫЕ АКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ, С ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДОЙ

6th International Symposium on Ball Lightning (ISBL99). Belgium: University of Antwerp, 23-25 aug., 1999. P. 236-243.

Введение. Проводимые теоретические и экспериментальные исследования [1] показывают, что свойства, присущие шаровой молнии (ШМ): низкая газовая температура (до 1000 К) и интенсивность свечения, длительное время существования, устойчивость формы, а также процессы взаимодействия с предметами и веществом, однозначно свидетельствующие о наличии «скрытого» электрического заряда и генерации мощных электрических токов - могут наблюдаться в устойчивых плазменных образованиях - плазмоидах. Последние можно трактовать как лабораторные аналоги ШМ. Наличие указанных свойств предполагает существование канала энергетической подпитки и адекватного энергетического резервуара, обеспечивающих энергобаланс плазмоида. Одной из гипотез, высказанной П.Л.Капицей [2], является взаимодействие плазменного образования с СВЧ излучением дециметрового диапазона, генерируемого разрядами линейной молнии, или электрическим полем грозового облака. При этом минимальная энергия СВЧ излучения должна соответствовать энергосодержанию ШМ. Это заставляет усомниться в возможности существования природного источника электромагнитных волн дециметрового диапазона и вынуждает искать другие источники и каналы энергетической подпитки, а также механизмы формирования ШМ.

К настоящему времени ряд исследователей склоняется к представлению о том, что плазмоидные образования, к которым относится ШМ, могут иметь квантовую природу [1]. Одной из гипотез является представление о существовании естественного фона электронного Бозе-конденсата (ФЭК) [3], взаимодействие с которым может приводить при определенных условиях к образованию устойчивых плазменных структур. Спектр плазменных колебаний должен соответствовать энергетическому спектру ФЭК, ряд частот которого, в соответствии с теоретическими и экспериментальными данными, лежит на уровне десятков МГц. Примечательно, что указанный диапазон частот обнаруживается в холодной сильнонеравновесной плазме, в частности, в прикатодной области газового разряда низкого давления [5-8].

Данная работа посвящена исследованию некоторых характеристик локализованных плазменных образований в атмосфере, обладающих дискретным спектром энергии, в частности, в диапазоне 1-100 МГц.

Теоретические предпосылки энергобаланса плазмондов. В основе концепции электронного Бозе-конденсата (БК) лежит фундаментальное утверждение, что Вселенная заполнена не только реликтовым безмассовым фотонным излучением, но и конденсатом электронов типа куперовских пар с отличной от нуля массовой плотностью [3]. Согласно базовым квантовым представлениям заряд электрона является оператором (как и энергия, импульс, координата и т.п.), т.е. находится в скрытом от наблюдателя состоянии до тех пор, пока последний не произведет опыт по наблюдению этого заряда.

С учетом замечания об исходной ненаблюдаемости электрического поля «размазанных» частиц фона можно заключить, что физически эффективными и реализуемыми путями перераспределения амплитуды Ψ -волны является прежде всего использование «неэлектрических» взаимодействий: - гравитационного взаимодействия; - магнитного (спинового) взаимодействия; - взаимодействия с конвекционными токами (потенциалами Льенара-Вихерта).

Одним из удобных физических объектов для «проявления» электронов БК является плазма и плазмоподобные среды (электролиты, полупроводники и др.). Здесь наряду с протеканием тока электронной проводимости (бегущей волны Ψ -функции электронов) могут независимо (в квазинейтральной среде) формироваться и протекать значительные конвекционные токи (например, положительных ионов), наличие которых создает в системе нелокальную «электродвижущую силу» (отличную от электрического поля), являющуюся функционалом скорости: $F_c = (e/c)\nabla A_c v_c$, (где e - заряд, c - скорость света, A_c - векторный потенциал магнитного поля конвекции).

Электромеханический перенос зарядов (конвекция) в плазменной, или плазмоподобной среде связывает эту среду с окружающими материальными объектами за счет силы F_c . В общем случае отличия энергосодержания в плазмоподобной и в окружающей среде между ними возможен обмен энергией при сохранении крупномасштабного баланса энергии в соответствии с известными законами сохранения.

Как следует из определения конвекционной силы F_c , она действует как в классическом, так и в квантово-физическом описании на объекты, обладающие зарядом. Такими объектами в окружающей среде являются, согласно [3] и др., электронный Бозе-конденсат (БК) с отличной от нуля плотностью $\rho_{БК}$ (амплитудой волновой функции) и связанные с атомами и веществом электроны, особенно р-электроны в атомах и электроны вблизи поверхности Ферми в конденсированных средах ($v_{ef} \sim c$).

На поверхности Земли $\rho_{БК}$ определяется гравитационным взаимодействием массы Земли и массы БК, связанной с Землей. Эта величина может варьироваться, но по порядку величины может быть определена при принятии гипотезы о соизмеримой плотности гравитационной энергии

БК (низшая мода) и энергии магнитного поля БК, наблюдаемой как магнитное поле Земли $\rho_{БК} \approx 3 \cdot 10^{13} \text{ см}^{-3}$

Наблюдатель в лаборатории на поверхности Земли может зарегистрировать два вида движения относительно БК. Первый вид - это низшая мода гравитационных колебаний БК, т.е. вертикальные колебания, пространственно образующие столбы, струны, пронизывающие Землю. Вторым видом - движение поперек столбов БК за счет вращения Земли (широтная скорость v_θ). Обоим видам движения можно сопоставить определенный спектр характерных длин волн и частот колебаний, который можно получить из энергетических соотношениях квантовой и классической физики: $v_\theta = mv_\theta^2 / (2h) = 47.86 \text{ (95.72) МГц}$ (широта Москвы); $v_{\uparrow\downarrow} = (e^2 m v_1^2) / (2ch^2) = 49.87 \text{ МГц}$ (индекс $\uparrow\downarrow$ - вертикальные колебания, соответствующие первой космической скорости v_1).

Кроме массы покоя электроны несут и квантовый потенциал [3] $W_q = 2\pi e^2 mc / h = 3.73 \text{ кЭв} = e \cdot \phi_q$. Обычная «электрическая энергия» электронов с учетом «квантовой энергии», «материализовавшихся», например, при зарядке конденсатора с емкостью $C = q / \phi$, минимальна при величине емкости (для данного примера) $C_{opt} = q / \phi_q = 442.6 \text{ пФ}$.

Указанные частоты могут быть зарегистрированы в электрической цепи, которая, при соответствующем подборе параметров, может выполнять роль макроскопического квантового объекта. Наличие в цепи конвекционных токов, источником которых может служить плазма газового разряда (особенно в приэлектродных областях), должно приводить к взаимодействию с ФЭБК - т.е. к энергообмену.

Для шаровой молнии дополнительным механизмом энергообмена может служить взаимодействие электронов БК с веществом окружающей среды - воздухом. Этот механизм аналогичен взаимодействию электронов с фононами в сверхпроводниках. Учет указанного механизма приводит к следующим характерным параметрам шаровой молнии: диаметр $d \sim 30 \text{ см}$, среднее время жизни $\tau \sim 70 \text{ с}$, энергосодержание $W_{max} \sim 10^7 \text{ Дж}$.

С учетом сказанного можно предположить, что квантово-механическая структура ШМ подобна резонатору электромагнитных волн. В отличие от последнего в ШМ образуется стоячая Ψ -волна электронов БК в объеме, размеры которого определяются параметрами среды (в данном случае воздуха). Данный размер можно отождествить с длиной когерентности волновой функции электронов БК в сверхпроводниках [10]. Т.е. ШМ представляет собой макроскопический квантовый объект, обладающий такими неотъемлемыми свойствами, как сверхтекучесть и сверхпроводимость.

Эти свойства предполагают наличие критического тока (аналог критического тока Джозефсона) и критической температуры, соответствующих переходу из сверхпроводящего (квантового) в нормальное состояние. Критический ток является абсолютной величиной, равной

$I=2emc^2/h=39.57$ А. Для критической температуры теоретические оценки, выполненные с учетом равенства свободной энергии нормального и сверхпроводящего состояний, дают величину порядка 800...1600 К.

Таким образом, процессы энергообмена в электрической цепи с соответствующим плазменным элементом и процессы в ШМ должны иметь одну природу. Поэтому, исследование параметров энергообмена в электрической цепи является, по существу, моделированием процессов в ШМ. В отличие от ШМ, где окружающая среда играет, в основном, пассивную роль в формировании плазмоида, использование электрической цепи может приводить к активному влиянию на плотность ФЭБК, особенно в случаях больших мощностей. При этом электромагнитные параметры цепи (волновое сопротивление, коэффициент фазы и др.) определяют характерный квантовый размер (де-Бройлевскую длину волны) плазмодного образования. Наиболее эффективное влияние на процесс формирования плазмодов электрическая цепь должна оказывать в случае совпадения характерных длин волн и частот электромагнитного и де-Бройлевского резонансов.

Помимо указанных частот, связанных с вертикальными колебаниями электронов БК и вращением Земли, в плазме присутствуют также частоты, связанные с движением Земли вокруг Солнца со скоростью ~ 30 км/с, а также с движением Солнечной системы по направлению к созвездию Льва со скоростью ~ 350 км/с. Это приводит к увеличению частотного спектра ФЭБК, который может служить источником энергетической подпитки природных плазмодов, включая ШМ.¹

Экспериментальные исследования. Впервые экспериментальные исследования, подтверждающие квантовый характер плазмодных структур, представлены в [1, 11]. В данной работе были проведены исследования для случаев пассивной и активной электрической цепи. Случай пассивной электрической цепи соответствует небольшому уровню мощности источника накачки (до 100 Вт). Электрическая цепь при этом является приемником колебаний ФЭБК. При повышенном уровне мощности источника накачки электрическая цепь оказывает активное влияние на параметры ФЭБК и генерируемых плазмодов. В обоих случаях электрическая цепь является потенциальной ямой для электронов БК.

¹ Часто исследователи экспериментально обнаруживают анизотропию Вселенной, вызванную абсолютным движением Галактики. Некоторые ученые пытаются использовать это явление для создания преобразователей энергии окружающей среды. Например, Ю.А.Бауров использует концепцию векторного потенциала Галактики [9] для создания энергоустановок и новых типов движителей. Обнаруженное им направление векторного магнитного потенциала Галактики перпендикулярно абсолютному направлению движения последней (т.к. магнитное поле перпендикулярно электрическому), что лишним раз подтверждает возможность использования различных источников и каналов преобразования энергии окружающей среды.

Исследование пассивного режима проводилось с использованием несимметричной линии с разрядником. Для исследования активного режима использовался спиральный волновод (катушка Тесла), подключаемый к выходу высокочастотного генератора.

Пассивный режим электрической цепи. Для моделирования энергообмена в плазмодах использовался вариант несимметричной линии длиной $\sim \lambda/2$ для частот ~ 50 МГц, которые соответствуют одной из ветвей спектра колебаний ФЭБК, связанных с Землей.

Линия с волновым сопротивлением $Z_1=100$ Ом была выполнена в виде ленты из фольгированного текстолита, расположенной над проводящей поверхностью. Конструкция линии позволяла изменять ее геометрическую длину l_1 во время экспериментов.

Схема подключения к линии плазменного элемента 2, «короткозамыкающего» конденсатора C_0 , служившего основным источником энергии для процессов возникновения разряда и поддержания его в течение нескольких циклов «частоты накачки», изображена на рис. 1. Периодический пробой промежутка в разряднике 2 создавал в цепи питания пилообразные импульсы зарядного тока с частотой $0...5$ кГц при амплитуде напряжения, соответствующей пробоем $0.5...4$ кВ в зависимости от зазора в разряднике.

Небольшая мощность накачки не приводит к существенному искажению спектра ФЭБК, связанного с Землей (слабая связь). Так что в данном случае линия 1 является пассивным приемником. Для выделения составляющей плазменных колебаний использовался подключаемый к нагрузке индуктивно-емкостной датчик 5, исключающий колебания накачки.

Разрядник 2 - воздушный, состоял из одного или нескольких последовательно соединенных разрядных промежутков между электродами специальной формы. Основной материал электродов - медь, зазор между электродами $0.1...1$ мм. Специальная форма электродов обеспечивала непрерывное (от пробоя к пробоем) перемещение электродных пятен, что важно для поддержания максимальной амплитуды изучаемых плазменных колебаний.

Выполненные эксперименты включали две серии. В первой изучался спектр плазменных колебаний, поддерживаемых током накачки (колебательным процессом разряда с периодом $\tau_r=2\pi\sqrt{L_1(C_0+C_1)}$. Варьируя

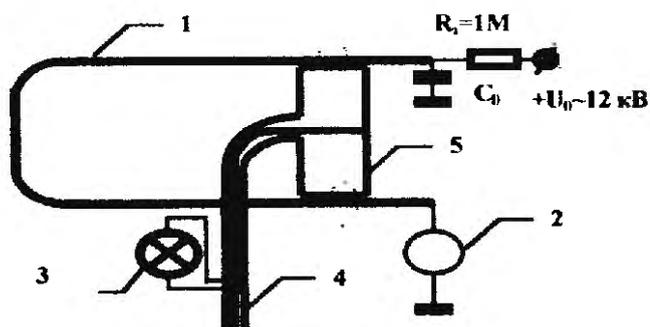


Рис.1. Линия-тромбон с индуктивно-емкостным датчиком.

1 - линия-тромбон с полной длиной $\lambda/4$; 2 - плазменный элемент; 3 - нагрузка (лампа накаливания $R_{хол} \sim 50...100$ Ом); 4 - кабель к осциллографу 50 Ом; 5 - индуктивно-емкостной датчик.

длину линии l , определялся максимум регистрируемой амплитуды колебаний на частотах диапазона порядка 50 МГц, предсказываемых теорией.

Эксперимент показал, что действительно имеет место общий резонанс в области предсказанных частот. Изучение более тонкой частотной структуры резонанса показало наличие биений двух близких частот, которые можно отождествить с двумя теоретическими 47.5 и 49.5 МГц.

Варьирование величиной емкости C_0 показало, что амплитуда плазменных колебаний имеет максимумы при значениях $C_{01}=390$ пФ и $C_{02}=440$ пФ, близких к теоретическому оптимуму для одной из мод колебаний БК. Оптимальная длина линии кратна четверти длины волны для вышеуказанных частот.

Колебания формируются в приэлектродных областях разряда, в которых плазма сильно неравновесна. Это следует из того, что изменение амплитуды колебаний происходит пропорционально увеличению зазора разрядника от 0 до 0.15...0.2 мм. Дальнейшее увеличение межэлектродного расстояния не приводит к росту амплитуды колебаний. При значительном увеличении межэлектродного расстояния (выше 1 мм) может наблюдаться уменьшение амплитуды плазменных колебаний, что обусловливается увеличением температуры плазмы за счет потерь энергии в положительном столбе. При этом амплитуда плазменных колебаний не зависит от тока накачки и практически постоянна.

При запитке короткозамкнутой линии (т.е. в отсутствие разрядника) от импульсного источника напряжения указанные частоты не проявлялись. На осциллограммах наблюдались колебания, характерные для затухающих процессов с периодом, определяемым индуктивностью и емкостью линии.

Во второй серии экспериментов осуществлялась демонстрация возможности отвода мощности от плазменных колебаний в низкоомную активную нагрузку - лампу накаливания 3. Использовались различные лампы накаливания, от миниатюрных типа СМ-15 (~ 0.5 Вт) до автомобильных 5...10 Вт, 12 В.

Как показано на схеме рис.1, при подключении лампы 3 (СМ-15) на расстоянии $\sim \lambda/4$ от петли связи датчика 5, на ней выделялась наибольшая мощность.

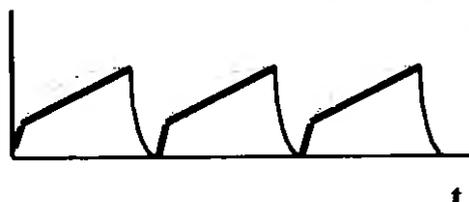


Рис.2. Типичная осциллограмма напряжения на разряднике. Сплошная кривая - эксперимент; пунктирная кривая - экспоненциальный теоретический рост.

Светимость лампы контролировалась люксметром типа Ю-16. Подключение осциллографа параллельно лампе позволяло контролировать процесс и подтвердить, что лампа горит исключительно от мощности плазменных колебаний.

Наличие значительного «темнового» тока в течение периода T_r регистрировалось по характеру изменения напряжения зарядки на емкости (C_0+C_1) , которое толь-

ко малую часть периода имело классический характер экспоненциального процесса в RC- цепи (рис.2).

Абсолютная мощность, выделяемая на лампе накаливания, варьировалась в зависимости от частоты повторения $F_{\text{п}}=1/T_{\text{п}}$, и при частоте ~ 1 кГц на лампе СМ-15 достигала десятых долей Вт. При этом благодаря слабой связи датчика (+лампа) с линии отбиралась лишь малая (до 10%) часть мощности плазменных колебаний.

Активный режим электрической цепи. Проведенные эксперименты со спиральными волноводами (катушками Тесла) в диапазоне частот от 200 кГц до 15 МГц также подтвердили наличие указанного выше спектра частот, в частности, при мощностях накачки до 100 Вт.

Более высокий уровень мощности приводит к активному влиянию резонатора на изменение плотности ФЭБК и формированию пространственных структур, аналогичных ШМ. Параметры спирального резонатора при этом оказывают определяющее влияние на параметры возникающих плазмOIDных структур. Подтверждением являются эксперименты с плазменными генераторами на основе спиральных волноводов с частотой накачки 12...15 МГц.

В экспериментах использовались стандартные ВЧ генераторы (ЛД2-60 и ВЧИ 4/13, колебательная мощность 63 кВт и 2.5 кВт, соответственно) рабочей частотой 10...15 МГц. К выходу ВЧ генераторов через элементы, обеспечивающие согласование фазовых соотношений, подключались спиральные резонаторы.

Используемые в исследованиях спиральные резонаторы имели следующие параметры: длина намотки $L \sim 50 \dots 70$ мм, число витков $n \sim 40 \dots 55$, диаметр каркаса $D \sim 30 \dots 60$ мм. Геометрические параметры волновода в данной серии исследований не оптимизировались. Главным критерием выбора геометрических параметров было соответствие собственной частоты волновода в режиме четвертьволнового резонанса частоте накачки ВЧ генератора (13.56 МГц). При этом необходимо иметь в виду, что существуют вполне определенные геометрические параметры волновода (диаметр, длина, число витков), которые при заданной частоте внешнего возбуждения обеспечивают наиболее устойчивую конфигурацию формируемого плазмOIDа при минимальных энергозатратах.

Зажигание разряда при атмосферном давлении, в основном, приводит к формированию факела (рис.3). Факел имеет выраженную структуру: яркую центральную область (кern) и менее яркую оболочку. Образование последней связано с тепловыделением разряда.

При значениях колебательной мощности ВЧ генератора до 2 кВт длина факела, примерно равна 1...2 длины намотки катушки. Увеличение колебательной мощности ВЧ генератора приводит к кратному росту длины факела. Т.е. факел имеет волновую структуру, состоящую из перетяжек и утолщений. Период такой структуры примерно равен длине намотки катушки (рис.3).

Состояние среды (статическое давление, наличие потоков и др.) оказы-



Рис.3. Факельный разряд при атмосферном давлении.

зывает существенное влияние на характер разряда. Так при организации выдува газа из высоковольтного электрода (при атмосферном давлении) характер разряда существенно меняется, в частности: исчезает высокотемпературная оболочка и в невозмущенной потоком области происходит периодическое образование плазмOIDных структур, похожих на линейные молнии (рис.4). Частота образования структур совпадает с частотой модуляции напряжения питания ВЧ генератора, что указывает на определенную роль акустических процессов в формировании плазмOIDов. Как правило, возникающие структуры расположены в плоскости, перпендикулярной направлению потока газа.



Рис.4. Формирование плазмOIDных структур при атмосферном давлении при организации подачи воздуха (газа) в область факела.

Аналогичные структуры возникают при повышении мощности ВЧ генератора (более 2.5 кВт). При этом возникновение структур носит случайный характер. Образование плазмOIDных структур в данном случае может быть связано с интенсивными тепловыми потоками, которые приводят к перемещению ионизованных плазменных областей и росту конвекционного тока. Наиболее ярко указанный механизм проявляется при организации

потока газа в разрядной области (за счет инжекции газа, обдува модели и т.п.). Помимо роста конвекционной составляющей тока это дополнительно приводит к понижению температуры плазмы.

При обдуве модели сверхзвуковым потоком газа² ($M \sim 1.5 \dots 3$) существуют два режима горения разряда в зависимости от давления торможения³. При давлениях ниже 150 тор на носовой части модели возникает светящийся шар (рис.5) диаметром порядка 2,5...3 см. Размер шара совпадает с теоретическими оценками длины когерентности, задаваемой электромагнитными параметрами спирального волновода на частоте 13.5 МГц.

² Некоторые результаты исследований аэродинамических характеристик описываемых моделей изложены в [12, 14].

³ Режим обтекания тела и характер возникающих плазмOIDных структур существенно зависят от свойств материалов высоковольтного электрода и оболочки модели. В данной серии экспериментов использовался высоковольтный электрод, изготовленный из диамагнетика (медь, латунь). В качестве материала корпуса использовался фторопласт.

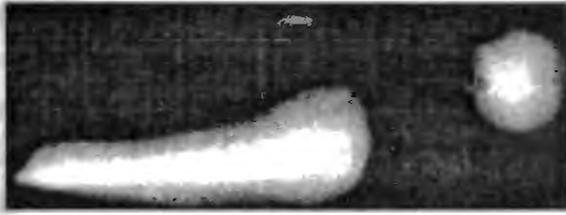


Рис.5. Формирование плазмодных структур в условиях обтекания модели сверхзвуковым потоком ($M \sim 1,5 \dots 3$) при давлениях торможения $p^* < 150$ тор.



Рис.6. Формирование плазмодных структур в условиях обтекания модели сверхзвуковым потоком ($M \sim 1,5 \dots 3$) при давлениях торможения $p^* > 150$ тор.

При давлениях выше 150 тор размер шара уменьшается вплоть до исчезновения и вокруг модели образуется шуба из веретенообразных нитевидных структур, направленных по потоку (рис.6). В случае неоднородного потока плотность нитей возрастает пропорционально плотности потока, что находится в полном соответствии с теоретическими предпосылками относительно влияния конвекционной силы.

Таким образом, обнаруживается существование критического давления торможения, при котором происходит изменение масштаба плазмодных структур. Похожий переход наблюдается также в экспериментах с выдувом газа из высоковольтного электрода модели при атмосферном давлении, когда происходит периодическое образование структур, похожих на линейные молнии (рис.4). Обдув потоком воздуха головной части модели приводит к исчезновению крупномасштабных «молний» и появлению нитевидных структур с характерным диаметром порядка 1 мм, аналогичных рис.6. Структурному переходу в этом случае соответствует напор потока, не более $5 \cdot 10^3$ Па. Увеличение напора в диапазоне $10^5 \dots 10^6$ Па не приводит к видимому изменению режима горения разряда, аналогичному сверхпроводнику второго рода.

Измеренная с помощью термоаблиеток газовая температура плазмы на поверхности модели не превышает 120 °С. При увеличении энергии ВЧ-генератора на поверхности модели происходит возникновение ярких привязок, оставляющих следы разрушения в виде глубоких борозд вдоль образующей поверхности (рис.5).

Анализ этих фактов показывает, что проявляемые в экспериментах свойства плазмодных структур можно сопоставить свойствам сверхпроводников и сверхтекучей жидкости. Например, для структурного изменения плазмодов, возникающего вследствие влияния потока газа, можно условно применить аналогию со сверхпроводниками первого и второго рода.⁴ Давлениям торможения до 150 тор можно сопоставить сверхпро-

⁴ Применяемая аналогия носит условный характер, поскольку в общем случае тип сверхпроводимости определяется соотношением между длиной когерентности и глубиной про-

водимость первого рода. Размер области, занимаемой шаром, определяется, в основном, параметрами электрического контура. По видимому, в этой области давлений торможения набегающего потока влияние среды на параметры плазмоида является минимальным.

Увеличение давления торможения приводит к росту влияния параметров набегающего потока на формирование плазмоидных структур. По аналогии с механизмом сверхпроводимости второго рода (учитывая принцип минимума свободной энергии), в данном случае возможно образование вихревых зон, соответствующих веретенообразным структурам. Последние можно сопоставить с вихрями Абрикосова. Положение нитей определяется параметрами потока, в частности, направлением и градиентом (рис.6). Существует также тенденция привязок нитей к неоднородностям (например, к поверхностным неоднородностям), что показывает аналогию с явлением пиннинга [10].

Наблюдаемое в экспериментах при обдуве головной части модели распространение нитей навстречу набегающему потоку (рис.6) позволяет провести аналогию со свойствами сверхтекучей жидкости. Одним из таких известных свойств является распространение сверхтекучей и нормальной компонент навстречу друг другу, что обеспечивает минимальное значение интегрального массопереноса, либо его полное отсутствие [13]. Данное свойство проявляется в области существования нитевидных структур, т.е. при давлениях торможения 150 тор и выше, а также при обдуве головной части при атмосферном давлении. Величина напора в последнем случае достигала 10^6 Па. Существенного изменения характера распространения нитевидных структур не наблюдалось.

Повышение температуры плазмы выше критического значения приводит к разрушению сверхпроводящего состояния с выделением энергии связи пар. Данным механизмом обусловлено, по-видимому, появление ярких шнуров на поверхности модели (рис.5). Разрушение поверхности модели в случае привязки шнуров говорит в пользу термического воздействия, вызванного разрушением пар. Образование шнуров (зон разрушения электронных пар) происходит при увеличении вкладываемой в разряд мощности ВЧ генератора, например, при увеличении мощности за счет перехода от двухполупериодного однофазного режима питания анода лампы к трехфазному режиму.

Выводы. 1. Таким образом, проведенные эксперименты показывают, что при выполнении определенных условий электрическая цепь с плазменным промежутком проявляет ярко выраженные свойства макроскопического квантового объекта. В зависимости от мощности, вкладываемой в

никновения магнитного поля. Более глубокий анализ показывает, что для большинства способов формирования плазмоидов (электромагнитное, гравитационное и др. взаимодействие) длина когерентности существенно меньше глубины проникновения магнитного поля, что соответствует сверхпроводимости второго рода (Лондоновский сверхпроводник).

электрическую цепь, последняя может выполнять роль пассивного приемника колебаний ФЭБК, либо активно влиять на изменение его параметров, определяя при этом параметры плазмоидных образований.

2. Проведенное моделирование механизмов энергообмена в пассивной электрической цепи позволило обнаружить высокочастотные плазменные колебания в районе центральной частоты ~ 50 МГц, а также резонансный максимум при значении емкости порядка 400 пФ. Это соответствует теоретическим предпосылкам о природе и механизмах энергообмена в цепи с плазменными элементами. Данный механизм может быть основным при формировании природных плазмоидов, в том числе шаровой молнии.

3. Образующиеся в результате воздействия активной электрической цепи плазмоидные образования проявляют свойства, во многом аналогичные сверхпроводникам и сверхтекучей жидкости. Обнаружено влияние параметров плазмообразующей среды (воздуха) на масштаб плазмоидных структур.

4. Для обеспечения устойчивого существования сверхпроводящего (квантового) состояния плазмоидов при минимальных затратах энергии электрической цепи необходимо обеспечение оптимальных геометрических соотношений формируемой линии, а также низкой газовой температуры плазмы. Превышение критической температуры и критического тока приводит к разрушению сверхпроводящего состояния с выделением энергии, равной энергии связи пар.

5. Как показано экспериментально, существует возможность использования плазменных колебаний для создания преобразователей энергии окружающей среды в требуемую форму (по аналогии с тепловым насосом). Кроме того, рассмотренный механизм формирования плазмоидов может иметь широкий спектр применения, в частности: при решении задач аэродинамики, уменьшения шума (в том числе, связанного со сверхзвуковым истечением), каналирования энергии и др.

Авторы признательны сотрудникам Московской Технической Компании А.И.Климову и С.Б.Леонову за постановку работ в части организации продувок моделей спиральных резонаторов в аэродинамических трубах и в вакуумных стендах, а также выражают благодарность сотрудникам МАИ П.Д.Лебедеву, Б.В.Сотнику, С.Д.Смирнову, О.М.Баширову и сотруднику ГосНИИАС В.П.Небольсину за техническое обеспечение указанных работ.

Литература

1. Шаровая молния в лаборатории. М.: Химия, 1994.
2. Капица П.Л. О природе шаровой молнии. В кн.: Эксперимент, теория, практика. М.: Наука, 1987. 496 с.
3. Авраменко Р.Ф., Николаева В.И. Квантовая энергия электронного Бозе-конденсата в окружающей среде. М.: Химия, 1991. 32 с.
4. Avramenko R.F., Burdakov V.P., Yevchenko N.V., Klimov A.I., Lebedev P.D., Nikolayeva V.I., Paschina A.S., Sotnik B.V., Fedayev M.U. Problems of Energy and Motor Installations for Spacecraft//Acta Astronautica, v. 43, № 1-2, 1998. Pp. 63-64

5. Раховский В.И. Физические основы коммутации электрического тока в вакууме. М.: Наука, 1970. 536 с.
6. Грановский В.Л., Быховская Л.И. //ЖЭТФ, 1946, т.16. С.823.
7. Кесаев И.Г. //ЖТФ, 1964, т.34. С.1482.
8. Клярфельд Б.Н. //Электричество, 1962, №5. С.70.
9. Бауров Ю.А. О структуре физического пространства и новом взаимодействии в природе //Физическая мысль России, 1994, №1, август. С.18-41.
10. Солитар Л. Туннельный эффект в сверхпроводниках и его применение. М.: Мир, 1974. 430 с.
11. Авраменко Р.Ф. и др. Исследование плазменных образований, инициируемых эрозионным разрядом //ЖТФ, 1990, т.60, №12.
12. Beaulieu W., Bityurin V., Klimov A., Leonov S., Paschina A., Timofeev B. Plasma Aerodynamic WT Tests with 1/6 Scale Model of Nose Part of F-15 //Perspectives of MHD and Plasma Technologies in Aerospace Applications. Moscow: IVTAN, 1999. Pp. 44-46.
13. Тилли Д.Р., Тилли Дж. Сверхтекучесть и сверхпроводимость. М.: Мир, 1977.
14. Avramenko R.F., Grishin V.A., Nikolayeva V.I., Paschina A.S. Some Features of the Plasmoid Formation with reference to Aerodynamic Problems //Perspectives of MHD and Plasma Technologies in Aerospace Applications. Moscow: IVTAN, 1999. Pp. 134-136.

ЭНЕРГЕТИКА БУДУЩЕГО - АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ ПОДХОД

Аномалия/Научно-информационный вестник ИТАР-ТАСС и Ассоциации «Экология Непознанного». № 1-94(23), 1994 г.

1. Одним из вопросов, интересующих исследователей НЛО, является энергетика этих объектов. Анализ фактов наблюдения НЛО показывает, что по уровню энергообеспеченности данные объекты существенно превосходят технический уровень, достигнутый нашей цивилизацией. Это вызывает большой интерес, т.к. проблемы, связанные с поиском и созданием высокоэффективных, экологически чистых источников энергии, в последнее время приобрели особую остроту. Сегодня налицо истощение и удорожание традиционных энергоносителей, возникшие в связи с этим экологические, технические, социальные проблемы.

Развиваемые в настоящее время дорогостоящие проекты, направленные на глобальное решение энергетической проблемы, вряд ли смогут в ближайшее время выйти на уровень технической реализации. Так, программа по созданию реактора термоядерного синтеза «ТОКАМАК» предполагает создание демонстрационного образца к 2026 г., а рабочей модели - к 2060 г. Однако, огромное количество как физических, так и технических проблем, возникающих при нагреве плазмы до температуры синтеза, позволяет усомниться в реальности указанных сроков. Разрабатываемые в последние 30 лет проекты по использованию преобразователей солнечной энергии, энергии ветра, приливов и т.д., вряд ли смогут оказать существенное влияние на решение энергетической проблемы из-за низкого уровня их мощности, технической сложности изготовления и эксплуатации.

Поэтому актуальным становится поиск нетрадиционных способов решения энергетической проблемы. Одним из них может явиться использование явлений, связанных с аномальным энергобалансом, наблюдаемым в электрических цепях, содержащих плазменные и плазмopodobные элементы, в электростатических и электромагнитных генераторах и других аналогичных аппаратах. При работе таких устройств выделяемая на нагрузку энергия больше, чем затрачиваемая первичным источником питания. Такие явления регулярно наблюдаются, по крайней мере, на протяжении 60-70 лет как в нашей стране, так и за рубежом.

2. По-видимому, одним из первых эффект аномального энергобаланса использовал Никола Тесла. Большое количество его патентов, относящихся к 90-м годам прошлого века, связаны с беспроводным способом передачи электроэнергии на расстояние с минимальными потерями или без них. В 1931 г. он испытал легковой автомобиль, движимый электроэнергией источника с аномальным энергобалансом (конвертером), скорость которого достигала 130 км/ч. Известно, что в конвертере Тесла использовались антенна и электровакуумные приборы.

Антенна была использована и в конвертере другого американского изобретателя - доктора Морея. В 1937 г. его конвертер выдавал мощность около 3,5 кВт при первоначальных затратах 100 Вт и весил 25 кг. В 1939 г. был разработан конвертер мощностью около 50 кВт.

В СССР эффекты аномального энергобаланса наблюдались профессором А.В.Чернетским с сотрудниками при исследовании самогенерирующих разрядов, В.Потаповым - в цепях, содержащих полупроводниковые элементы, В.Н.Соболевым - в резонансных схемах ограничения токов короткого замыкания линий электропередач, использующих разрядные устройства, Р.Ф.Авраменко, В.И.Николаевой, Л.П.Поскачевой - при исследовании энергоемких плазменных образований, генерируемых эрозийным разрядом, при активации жидкостей и химических топлив, А.А.Березиным - в автогенераторах, содержащих полупроводниковые элементы и импульсные резонансные трансформаторы и др.

Аномальный энергобаланс отмечался также на экспериментальном стенде в ЦНИИМАШ, где на плазмотроне непрерывного действия мощностью 1 МВт было зарегистрировано превышение выхода энергии по отношению к вкладу примерно в 4 раза.

Аттестация энергетических характеристик установок на основе газоразрядных устройств с привлечением специалистов-метрологов из ГОССТАНДАРТА была проведена Р.Ф.Авраменко и А.В.Чернетским. В обоих случаях установлено превышение выделившейся на нагрузке энергии по сравнению с запасенной энергией источника в 1,5-2 раза.

В последнее время за рубежом к исследованию устройств с аномальным энергобалансом подключается все больше специалистов. Имеются сообщения о различного рода энергосистемах, разработанных в США, Швейцарии, Австралии, Англии, Японии и других странах. Эти сообщения охватывают обширную литературу и патенты по нескольким классам энергоустановок. Среди них можно выделить следующие классы: генераторы электростатические, электромагнитные, на постоянных магнитах, параметрические генераторы на основе контуров Тесла, преобразователи на основе плазменных и плазмоподобных элементов (разрядники, полупроводниковые элементы, электролиты).

В 1978 г. швейцарским изобретателем Полем Бауманом был разработан электростатический конвертер, представлявший собой комбинацию электростатического двигателя с электростатической машиной. Этот конвертер, называемый «Тестатика» или ML-конвертер, весит около 20 кг, запускается вручную, путем вращения 2-х дисков в противоположные стороны. Накопление энергии производится в Лейденских банках. Через несколько секунд после запуска конвертер вырабатывает около 3 кВт мощности на активной нагрузке ($U=300$ В, $I=10$ А). По сообщениям президента Немецкого общества вакуумной энергии доктора Г.Нипера, в настоящее время в Швейцарии разработан конвертер мощностью 30 кВт.

Необходимо отметить, что это уже не единственный в мире электростатический конвертер. В 1991 г. в США Уильямом Хайдом получен патент на электростатический конвертер. Мощность опытного образца составила 20 кВт, генерируемое напряжение – 300 кВ. При этом потребляемая на входе мощность составляла 10 процентов мощности на выходе генератора.

В области плазменных преобразователей следует отметить работы американского ученого К.Чуканова, который создал установку для генерации шаровых плазмоидных образований (аналог ШМ). В ходе эксперимента обнаружено, что затрачиваемая на создание плазмоида энергия в 10 раз меньше энергии, которая выделяется в форме тепла при его разрушении. Анализом результатов К.Чуканова занималось достаточно много независимых специалистов, которые подтвердили достоверность результатов измерений. При этом были высказаны критические замечания относительно методов измерений.

Следует отметить также эксперименты по электролитическому разложению воды. В 1990 г. в США Стенли Мейером было запатентовано устройство, в котором энергия сгорания кислорода и водорода превышала энергию, затраченную на их разложение. Проведены испытания такого конвертера на автомобиле фирмы «Фольксваген» с двигателем объемом 1500 см³. При этом расход воды на 100 км пробега составил 2,6-2,8 л.

Существует достаточно много зарубежных патентов на двигатели, использующие энергию постоянных магнитов. Одним из первых такое устройство в 1978 г. запатентовал Джонсон. Судя по всему, работа двигателя обеспечивается взаимодействием неоднородного внешнего магнитного поля с материалом постоянного магнита. Согласно общеутвердившемуся мнению, построение двигателя на постоянных магнитах невозможно, поскольку, согласно уравнениям Максвелла, магнитное поле не производит работы, в частности, без использования сверхпроводников. Как показал профессор К.М.Поливанов, это утверждение действительно справедливо, но только для случая отсутствия материальной среды, т.е. для вакуума. При наличии среды, обладающей остаточной намагниченностью, ситуация существенно меняется, и в таких случаях возможно существование систем с динамическим равновесием.

Недавно в журнале "Raum und Zeit" были опубликованы материалы о летающем диске, созданном английским электриком Джоном Серлом. Простейшая конструкция такого генератора состоит из кольца и определенного количества соприкасающихся снаружи роликов. При этом кольцо и ролики являются намагниченными. Экспериментируя с генератором и раскручивая его с помощью небольшого моторчика, Серл обнаружил, что такая система производит электроэнергию. Кроме того, начиная с некоторой критической частоты вращения, генератор прекращает потребление энергии от двигателя и начинает саморазгоняться. По утверждению Серла и наблюдателей в этом режиме происходит потеря веса

генератора. Диск зависает на некоторой высоте и, увеличивая обороты, через некоторое время улетает (полная аналогия с НЛО). Прежде, чем научиться управлять полетом диска, Серл потерял в ходе испытаний несколько генераторов. По сообщениям печати, в 1983 г. был проведен управляемый полет генератора из Лондона в Корнуэлл и обратно, что в общей сложности составило 600 км.

Интересен такой факт. Многие изобретатели отмечали, что в режиме, когда наблюдается аномальный энергобаланс, происходит охлаждение устройств. В частности, это касается генератора Серла, двигателей на постоянных магнитах и других устройств. Это значит, что, согласно 2-му закону термодинамики, энтропия системы уменьшается, т.е. энергия поступает из окружающей среды. Это вполне характерно для открытых систем, какими, впрочем, являются не только рассматриваемые устройства, но и любые другие энергосистемы. Таким образом, на уровне подсистемы данные явления не противоречат 1-му и 2-му законам термодинамики. Это говорит о том, что во Вселенной существуют огромные запасы энергии. Необходимо только установить ее природу и способ передачи конкретному устройству.

3. По этому поводу существует достаточно много теорий. Среди них можно отметить следующие. Профессор Чернетский для этой цели привлекает понятие энергии физического вакуума, которая проявляется в плазме за счет разделения квантов электромагнитного поля в сверхсильных полях на электроны и позитроны. Длительное время этой проблемой на уровне квантовой электродинамики занимается американский ученый Путхоф. Его теория основана на преобразовании энергии нулевых колебаний вакуума. А.Березин предполагает появление аномального энергобаланса в системе за счет преобразования «белого шума» окружающей среды. Можно было бы привести достаточно много теорий. Остановимся на концепции электронного Бозе-конденсата (БК), развиваемой академиком Р.Ф.Авраменко.

4. Концепция электронного БК состоит в фундаментальном утверждении, что Вселенная заполнена не только реликтовым безмассовым фотонным излучением, но и полем конденсата электронов типа куперовских пар с отличной от нуля массовой плотностью. Слабое взаимодействие этого поля с локальными объектами объясняется низкой энергией куперовских пар БК, волновые функции которых занимают область пространства, существенно превышающую размеры «лабораторий». Концентрация электронного БК в больших масштабах прежде всего контролируется гравитационным взаимодействием, причем заряд электронов, согласно базовым квантовым представлениям, находится в скрытом от наблюдателя состоянии до тех пор, пока последний не произведет опыт по наблюдению этого заряда («редукция волнового пакета»).

В качестве базовой идеи концепция электронного БК использует тезис о физической неэквивалентности токов конвекции и токов проводимости.

В квантовой теории понятие электрического тока включает в себя как перенос модуля электрического заряда (ток конвекции), так и пространственно-временную модуляцию фазы волновой функции электрона (ток проводимости). В отличие от тока проводимости ток конвекции оказывает влияние на изменение амплитуды и фазы волновой функции электрона. Одно из следствий этого - возможность «проявления» электрона как частицы с квантом заряда e .

Плазма и плазмоподобные среды являются удобным физическим объектом для такого «проявления», где наряду с протеканием тока электронной проводимости (бегущей пси-волны электронов) могут независимо (в квазинейтральной среде) формироваться и протекать значительные конвекционные токи положительных ионов.

Именно влияние магнитного векторного потенциала конвекционных токов на электронный Бозе-конденсат Вселенной может приводить к наблюдению аномального энергобаланса в системах, содержащих разрядники, электролиты, полупроводники, и в механических системах с переносом заряда (электростатических генераторах).

5. Таким образом, в настоящее время имеется достаточно теоретических и экспериментальных предпосылок для развития экологически чистых, высокоэффективных источников энергии. Можно надеяться, что такие энергосистемы появятся в ближайшие десятилетия, что, безусловно, поможет решить энергетическую проблему.

ИССЛЕДОВАНИЯ ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ ЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ, СОДЕРЖАЩЕЙ ПЛАЗМЕННЫЙ ЭЛЕМЕНТ

Материалы научно-технического отчета. М.: НИИРП, 1998.

Краткий обзор опубликованных электрофизических свойств плазмы в разрядном промежутке.

В ряде опубликованных работ отмечается существование высокочастотного спектра колебаний в разряде (дуге). Причем зафиксировано, что даже на чисто омической нагрузке колебания силы разрядного тока имеют сдвиг по фазе на 180° относительно колебаний напряжения [2]¹. Отмечалось преобладание положительных бросков напряжения ($\tau < 10^{-7}$ с), при этом подъемы напряжения оказались совпадающими с увеличением интенсивности свечения плазмы.

Спектры колебаний могут быть связаны со свойствами материала катода. Было замечено, что существует некий нижний уровень напряжения, практически равный величине катодного падения (10-40 В), при котором наблюдается наибольшая амплитуда колебаний. С ростом тока средняя амплитуда колебаний уменьшается [1, 3].

Амплитуда импульсов напряжения на дуге (при среднем значении катодного падения 10-40 В, определяемом прежде всего материалом электрода) может достигать сотен вольт [2], особенно в случае материалов электрода с низкими тепло- и электропроводностью.

Отмечено, что амплитуда колебаний в случае фиксированного катодного пятна существенно меньше, чем в случае беспорядочно перемещающегося катодного пятна [4].

Имеющиеся в литературе данные о спектрах колебаний катодного падения напряжения говорят о том, что основная полоса частот лежит в области 10^6 - 10^8 Гц, причем регистрация производилась как радиотехническими, так и оптоэлектронными датчиками [2]. Мощность колебаний, измеренная в фиксированной полосе частот, возрастала при уменьшении тока и температуры катода. Исчезновение колебаний наблюдалось при температурах катода ~ 3000 К, что объяснялось появлением термоэлектронной эмиссии.

¹ Сам по себе факт наличия в вольт-амперной характеристике электрической дуги участка с отрицательным динамическим сопротивлением хорошо известен с прошлого века и широко использовался в начале столетия при создании мощных радиопередатчиков, где дуга использовалась для генерации колебаний в диапазоне частот от сотен кГц до сотен МГц. Однако в [2] речь идет о наблюдении интегрального отрицательного сопротивления, т.е. о том, что плазма дуги является генератором - источником энергии колебаний.

Как уже отмечалось, величина катодного падения зависит от материала электродов. По данным [1] она составляет ~10 В для Sn, Pb, Zn, ~15 В для Mg, ~20 В для Cu и ~22-25 В для Mo, W.

Вольт-амперные характеристики для среднего тока дуги в широком диапазоне токов приведены на рис. 1.

Для каждого типового материала электродов найдено критическое значение силы тока, при котором переменная составляющая напряжения на дуге практически исчезает [5] (см. табл.).

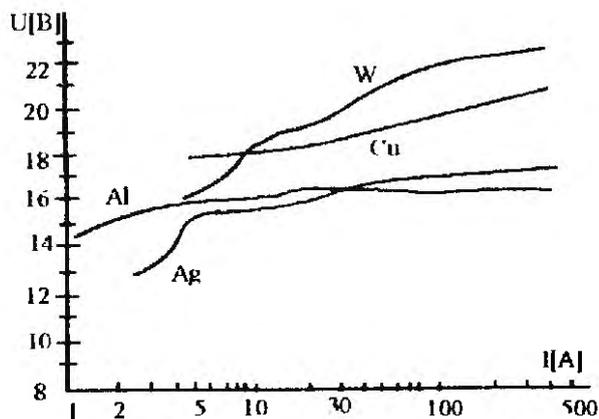


Рис. 1. ВАХ дуги для некоторых материалов электродов.

Таблица.

Материал	Sb	Al	Ta	Ag	Cu	W
$I_{кр}$ [A]	0.8	4	10	12	15	40

Физические основы получения энергии в электрических цепях, содержащих плазменный элемент

Принципиальным отличием электрической цепи, содержащей плазменный промежуток, является ее незамкнутость, нелокальность, вносимая плазменным элементом. Присутствие в плазменном элементе токов конвекции I_k , связанных с реальным перемещением в пространстве со скоростью v_k относительно окружающих предметов, Земли и т.д. носителей заряда - электронов, ионов, создает принципиально новую ситуацию, отличающуюся от ситуации в цепи, где имеются лишь токи проводимости $I_{пр}$ и токи смещения $I_{см}$. Последние обеспечивают замкнутость полного тока в электрической цепи, в то время как ток конвекции I_k за счет силы взаимодействия [6] $F_k = (e/c)\nabla A_k v_k$ (e - заряд, c - скорость света, A_k - векторный потенциал магнитного поля конвекции) создает в плазме нелокальную «электродвижущую силу», выходящую за пределы понятий обычного, консервативного электрического поля, магнитного поля, за пределы силы Лоренца и т.п. Эта «электромеханическая» сила F_k оказалась, как показано в [6], за бортом классической электродинамики в силу ошибки исследователей прошлых лет, приравнявших токи проводимости и токи конвекции (Эйхенвальд и большинство ученых, исповедующих веру не в данные эксперимента, а в псевдонаучные заклинания «авторитетов»). Как известно, эта ошибка является основой так называемого парадокса Опенгеймера-Шиффа, связанного с полями (действиями), генерируемыми вращающимся сферическим конденсатором. Разрешение этого парадокса [6] достаточно тривиально - токи конвекции создают поля (т.е. дистанционные воздействия на пробные токи-заряды, магнитные диполи и т.д.), не

эквивалентные «обычным» электрическим и магнитным полям. «Поля» токов конвекции являются функцией относительной скорости v_{12} зарядов, создающих конвекцию (разделение названий условное в силу относительности движения) и зарядов, которые мы относим к пробным телам.

Итак, конвекция, электромеханический перенос зарядов (заряда вместе с массой покоя) в плазменной среде связывает эту среду с окружающими материальными объектами за счет силы F_k , не сводящейся к классической электромагнитной силе Лоренца $F_L = -e\nabla\varphi + (e/c)(\partial A/\partial t)$, где φ - скалярный потенциал поля. A - векторный потенциал, не являющийся функцией относительной скорости.

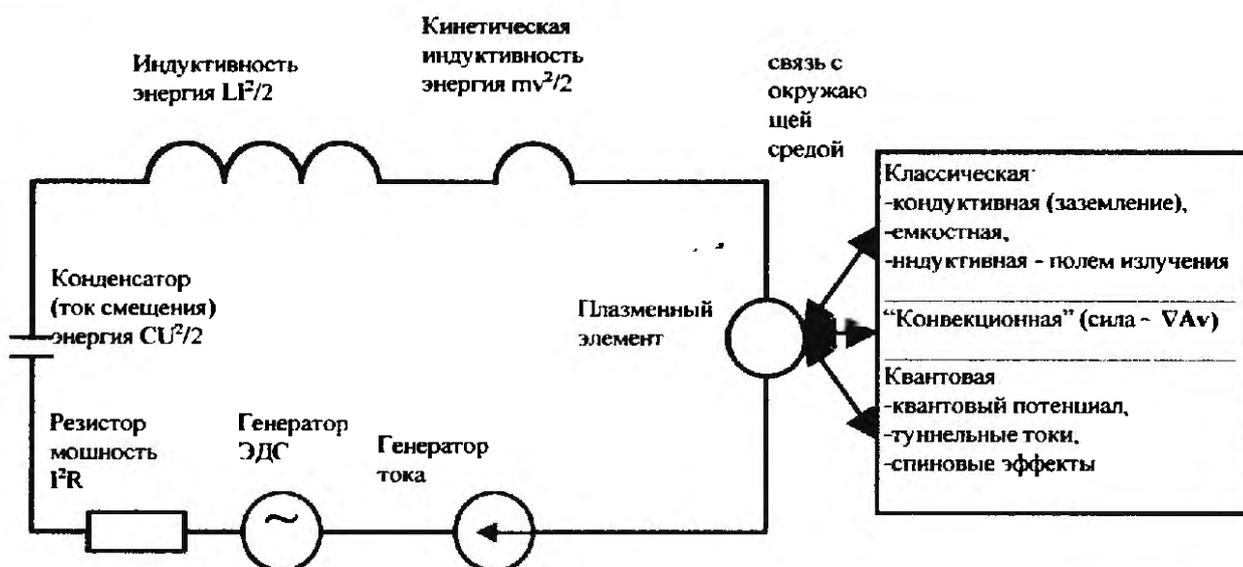


Рис.2. «Разомкнутая» электрическая цепь (основные элементы и каналы связи с окружающей средой).

В общем случае отличия энергосодержания (полной энтропии) в плазменном элементе (ПЭ) и в окружающей среде (ОС), очевидно, возможен обмен энергией между ПЭ и ОС при сохранении крупномасштабного баланса энергии в соответствии с известными законами сохранения. В [6, 7] приводятся данные по уже экспериментально полученному обмену энергией ПЭ ↔ ОС на уровнях мощности 1 кВт - 1 МВт (как перетекание энергии в ОС, так и забор энергии из ОС). В [6] отмечено, что обеспечиваемый конвекцией зарядов обмен энергией делает излишними такие популярные построения, как «нейтрино», уносящее львиную часть энергии при β -распаде и т.д. и т.п.

Задачей разработчика источника электроэнергии, генерируемой в цепи с плазменным элементом за счет забора этой энергии из окружающей среды, является, таким образом, выявление конкретных механизмов и констант взаимодействия ПЭ-ОС и конструирование на базе этих количественных параметров реально действующей аппаратуры.

Следует отметить, что этот путь был уже неоднократно пройден ранее такими исследователями, как Н.Тесла, Морей, и многими другими, у которых интуитивное знание и количественное знание отдельных экспери-

ментов по наблюдению процессов позволило создать ряд действующих установок с электрическим выходом.

К этой же категории можно (и нужно) отнести широкий круг исследователей «холодного ядерного синтеза», не подозревающих о существовании нелокального взаимодействия в рамках электродинамики и ищущих источник энергии «там, где светлее» - под фонарем ядерной энергетики.²

О параметрах связи с окружающей средой (канал конвекционной силы F_k)

Рассмотрим основные параметры канала связи, создаваемого включением в цепь участка конвекционного тока. Как следует из определения конвекционной силы $F_k = (q/c)\nabla A_k v_{12}$ (q - электрический заряд), она действует как в классическом, так и в квантовофизическом (КФ) описании на объекты, обладающие зарядом. Таким объектом в окружающей среде является, согласно [6] и др., электронный Бозе-конденсат (БК) с отличной от нуля плотностью ρ_{BK} (амплитудой волновой функции).

На поверхности Земли ρ_{BK} определяется гравитационным взаимодействием массы Земли и массы БК, связанной с Землей. Эта величина может варьироваться, но по порядку величины может быть определена при принятии гипотезы о соизмеримой плотности гравитационной энергии БК (низшая мода) и энергии магнитного поля БК, наблюдаемой как магнитное поле Земли H_3 : $\rho_{BK} \approx 2H_3^2 / (8\pi m_e v_1^2) \approx 3 \cdot 10^{13} \text{ см}^{-3}$ (m_e - масса электрона, v_1 - первая космическая скорость).

Низшая мода гравитационных колебаний БК - это вертикальные колебания, пространственно образующие столбы, струны, пронизывающие Землю.

Наблюдатель в лаборатории на поверхности Земли может зарегистрировать два вида движения относительно БК:

- а) движение, относительная скорость при вертикальных осцилляциях внутри (вдоль) столбов БК;
- б) движение поперек столбов БК за счет вращения Земли (широтная скорость v_θ).

Обоим видам движения можно сопоставить определенный спектр характерных длин волн и частот колебаний, более узкий в варианте «б» и достаточно широкий в варианте «а» за счет того, что гравитационное поле Земли удерживает сгущение БК с характерными (вертикальными) скоростями от $v_1 \approx 7.9 \text{ км/с}$ до $v_2 \approx 11.2 \text{ км/с}$.

Анализ, основанный на энергетических соотношениях квантовой физики (энергия $W_k = h\nu$, h - постоянная Планка, ν - частота), классического определения энергии поступательного движения $W = mv^2/2$ и энергии заряженного объекта с характерным размером, равным квантовофизиче-

² Круг подобных исследователей включает и незабвенного Филимоненко, разработчиков кавитационных источников, Баурова и др., экспериментально наткнувшихся на действия, описываемые F_k .

ской длине волны $\lambda' = h/mv$ ³⁾ и $\lambda'' = hc/(mv_0^2)$ ⁴⁾ дает количественное описание двух минимальных характерных резонансных частот связи с земным БК: $\nu_0 = mv_0^2/((2)h) = 47.86$ (95.72) МГц (широта Москвы); $\nu_{\uparrow\downarrow} = (e^2 m v_1^2)/(2ch^2) = 49.87$ МГц (индекс $\uparrow\downarrow$ - вертикальные колебания, соответствующие первой космической скорости).

Согласно основным положениям квантовой физики процесс взаимодействия, т.е. наблюдения квантового объекта, проявления его свойств, воздействия этого объекта на соответствующий датчик, аппаратуру, происходит дискретно.

Для проявления БК необходимо рождение из «моря» БК реальных электронов с массой покоя m , энергией покоя mc^2 , квантовой энергией $2\pi e^2 mc/h$ и т.д.

Для того, чтобы из «моря» БК, объединившего n частиц, выделилась хотя бы одна пара (ранее связанных) электронов, необходимо выполнение очевидного энергетического соотношения $n\hbar\nu \geq 2 mc^2$.

Отсюда получаем, что при указанном выше значении ν_0 необходимо участие $n_0 = 5.16 \cdot 10^{12}$ пар частиц (электронов). Кроме массы покоя, эти «реальные» электроны несут и квантовый потенциал [6] $W_k = 2\pi e^2 mc/h = 3.73$ кЭв $= e \cdot \phi_{кв}$.

Обычная «электрическая энергия» n пар электронов, «материализовавшихся», например, при зарядке конденсатора с емкостью $C = q/\phi$, минимальна при величине емкости (для данного примера) $C_{opt} = n \cdot 2e/\phi_{кв} = 442.6$ пФ.

Таким образом, из простых квантовофизических соотношений мы получили ряд важных параметров, характеризующих связь с БК:

- основные (низшие) частоты $\nu_{\uparrow\downarrow}$; $\nu_0 \sim 50$ МГц (100 МГц);
- порция частиц, участвующих в единичном акте генерации электрического тока $n \sim 5 \cdot 10^{12}$;
- оптимальная емкость конденсатора, способного зарядиться от этой порции $C_{opt} \sim 440$ пФ.

Относительно малое число частиц ($5 \cdot 10^{12}$) говорит о том, что при расчетах электрических цепей с их участием необходимо учитывать не только электрическую, но и кинетическую индуктивность [8] $L_k = m_e l^2 / e^2 n_e$.

Экспериментальные исследования

Для исследования количественных характеристик связи плазменного элемента цепи и окружающей среды в данной работе был выбран вариант электрической цепи на основе несимметричной линии (элемента с распределенными параметрами) длиной $\sim \lambda/2$ для частот ~ 50 МГц.

³ В приближении без учета A_k .

⁴ Длина волны, определяемая эффектом Доплера второго порядка при «поперечном» движении.

Линия с волновым сопротивлением $Z_n=300$ Ом (100 Ом) была выполнена в виде либо медного круглого провода диаметром ~ 4 мм, расположенного на расстоянии ~ 5 см над проводящей поверхностью из фольгированного стеклотекстолита ~ 160 см \times 70 см (для $Z_n=300$ Ом), либо в виде ленты из фольгированного текстолита толщиной ~ 1 мм и шириной 13 мм, расположенной на высоте ~ 13 мм над проводящей поверхностью. Конструкция линии позволяла изменять ее геометрическую длину l_n во время экспериментов. Для удобства во многих экспериментах линия имела геометрию тромбона.

Схема подключения к линии плазменного элемента «П», «короткозамыкающего» конденсатора C_0 , служившего основным источником энергии для процессов возникновения разряда и поддержания его в течение нескольких циклов «частоты накачки» $f_n=(2\pi\sqrt{L_{л}(C_0+C_{л})})^{-1}$ ($L_{л}$, $C_{л}$ - интегральные индуктивность и емкость линии), изображена на рис.3.

Полуволновая линия была выбрана на основе теоретических предпосылок о низком внутреннем импедансе плазмы. Для полуволнового резонанса второй конец линии нагружался на конденсатор C_0 , импеданс которого на ожидаемых частотах также обеспечивает режим «короткого замыкания» линии.

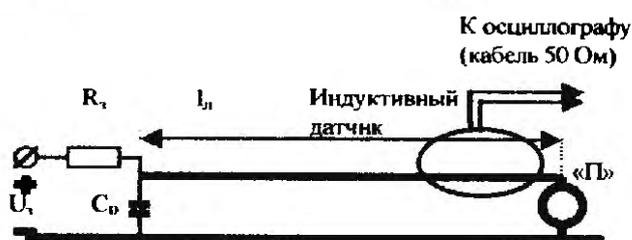


Рис.3. Базовая схема установки с несимметричной линией.

Для регистрации процессов в схеме использовались емкостные и индуктивные датчики, причем индуктивный датчик подключался к несимметричному кабелю ($\rho=50$ Ом) с помощью широкополосного симметрирующего трансформатора, аналогичного используемому в приемных антеннах телевизионных устройств.

Периодический заряд $C_0+C_{л}$ производился от регулируемого источника высокого напряжения ($U_0=0...12$ кВ) через резистор 1 МОм. Периодический «пробой» промежутка в разряднике «П» создавал в цепи питания пилообразные импульсы зарядного тока с частотой 0...5 кГц при амплитуде напряжения, соответствующей пробую 0.5...4 кВ в зависимости от зазора в разряднике.

Разрядник «П» - воздушный, состоял из одного или нескольких последовательно соединенных разрядных промежутков между электродами специальной формы. Основным материал электродов - медь, зазор между электродами 0.1...1 мм.

Специальная форма электродов обеспечивала непрерывное (от пробоя к пробую) перемещение электродных пятен, что важно для поддержания максимальной амплитуды изучаемых плазменных колебаний.

В качестве диэлектрика в линии использован воздух. Это позволило уравнивать электрическую и физическую (геометрическую) длину линии. Это же обстоятельство позволило наиболее просто учитывать кинетическую индуктивность проводника линии.

Базовая схема установки могла варьироваться - меняться длина линии, места подключения к линии C_0 и «П» и т.п., что позволяло наблюдать изменение соответствующих зависимостей регистрируемых сигналов.

При экспериментах, связанных с отбором мощности в нагрузку (лампу накаливания), использовался в качестве базового специальный индуктивно-емкостной датчик, сконструированный таким образом, чтобы на нагрузке не выделялась мощность затухающих колебаний накачки (классический колебательный разряд конденсатора C_0 и емкости линии C_L при

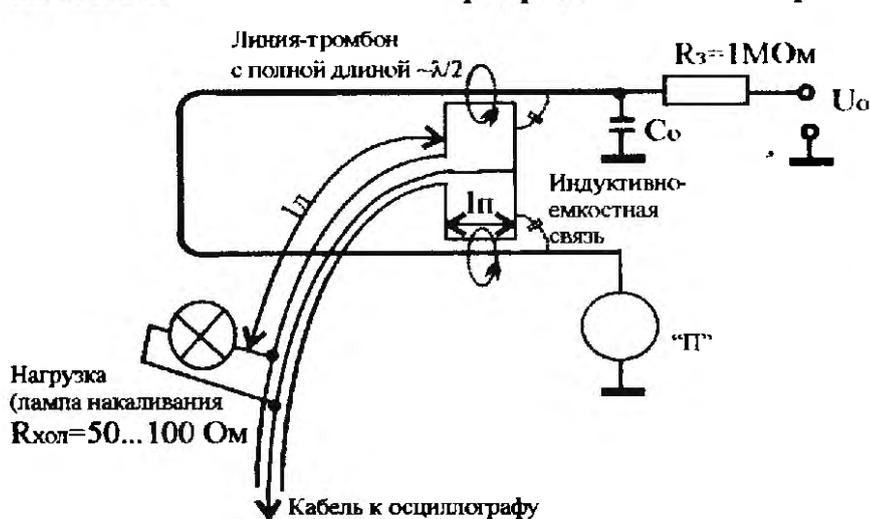


Рис.4. Линия-тромбон с индуктивно-емкостным датчиком.

замыкании разрядного промежутка плазмой с падением напряжения не ниже 20 В). Конструкция датчика поясняется на рис.4.

Геометрическая длина L_d (рис.4) могла варьироваться и, в оптимуме, совместно с длиной петли связи, составляла $\sim \lambda/4$. Оптимум регистрировался по максимуму мощно-

сти (свечению) лампы и одновременно по максимуму амплитуды сигнала на осциллографе (при данной его длительности). Длина L_n петли связи (рис.4) составляла ~ 15 см, так что датчик отбирал из линии только малую часть мощности (слабая связь).

Выполненные эксперименты включали две серии. В первой изучался спектр плазменных колебаний, поддерживаемых током накачки (колебательным процессом разряда с периодом $\tau_p = 2\pi \sqrt{L_L(C_0 + C_L)}$). Варьируя длину линии, определялся максимум регистрируемой амплитуды колебаний на частотах диапазона порядка 50 МГц, предсказываемых теорией.

Эксперимент показал, что действительно имеет место общий резонанс в области предсказанных частот. Изучение более тонкой частотной структуры резонанса показало наличие биений двух близких частот, которые можно отождествить с двумя теоретическими 47.5 и 49.5 МГц.

Варьирование величиной емкости C_0 показало, что амплитуда плазменных колебаний имеет два максимума: при значениях $C_{01}=390$ пФ и $C_{02}=440$ пФ.

Второе значение $C_{02}=440$ пФ близко к теоретическому оптимуму для одной из мод колебаний Бозе-конденсата. Первое значение может быть определено из теории с учетом предсказываемого теорией отрицательного емкостного импеданса связи плазмы и окружающей среды.

Типичные осциллограммы колебательного разряда (накачка + плазменные колебания) и выделенных датчиком чисто плазменных колебаний приведены на фото рис.5.

Как видно из осциллограмм, амплитуда плазменных колебаний не зависит от тока накачки и практически постоянна вплоть до момента погасания разряда.

Во второй серии экспериментов осуществлялась демонстрация возможности отвода мощности от плазменных колебаний в низкоомную активную нагрузку - лампу накаливания. Использовались различные лампы накаливания, от миниатюрных типа СМ-15 (~ 0.5 Вт) до автомобильных 5...10 Вт, 12 В.

Как показано на схеме рис.4, при подключении лампы (СМ-15) на расстоянии $\sim \lambda/4$ от петли связи датчика, на ней выделялась наибольшая мощность. Светимость лампы контролировалась люксметром.

Подключение осциллографа параллельно лампе позволяло контролировать процесс и подтвердить, что лампа горит исключительно от мощности плазменных колебаний.

Общий КПД установки в этой серии, однако, был существенно ниже единицы в связи с тем, что более 90% мощности источника питания терялось на зарядном сопротивлении R_z , как при заряде емкости (C_0+C_n), так и при протекании тока через плазменный промежуток после окончания колебательного процесса накачки в течение времени $T_n \gg \tau_n$ до следующего цикла разряда (τ_n - интервал действия накачки, рис.5).

Наличие значительного «темнового» тока в течение периода T_n регистрировалось по характеру изменения напряжения зарядки на емкости (C_0+C_n), которое только малую часть периода имело классический характер экспоненциального процесса в RC- цепи (рис.6).

Абсолютная мощность, выделяемая на лампе накаливания, варьировалась в зависимости от частоты повторения

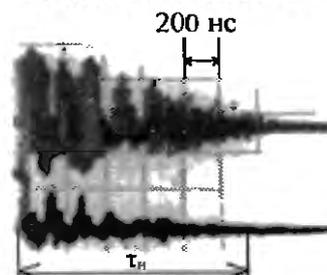


Рис.5. Плазменные колебания, выделенные датчиком (верхняя осциллограмма) и ток накачки, регистрируемый индуктивным датчиком (нижняя осциллограмма).



Рис.6. Типичная осциллограмма напряжения на разряднике. Сплошная кривая - эксперимент; пунктирная кривая - экспоненциальный теоретический рост.

$F_n = 1/T_n$, и при частоте ~ 1 кГц на лампе СМ-15 достигала десятых долей Вт. При этом благодаря слабой связи датчика (+лампа) с линии отбиралась лишь малая (до 10%) часть мощности плазменных колебаний.

Проведенные эксперименты, таким образом, показали существование высокочастотных плазменных колебаний в узком частотном диапазоне (± 5 МГц) в районе центральной частоты ~ 50 МГц, подтвердили теоретически предсказанную оптимальную величину емкости C_0 , закорачивающую полуволновую линию. Было выявлено, что элемент "П" в первом приближении эквивалентен генератору ЭДС с малым внутренним комплексным импедансом.

Оптимизация отбора мощности и общего КПД установки является актуальным предметом ведущихся исследований.

Литература

1. Раховский В.И. Физические основы коммутации электрического тока в вакууме. М.: Наука, 1970. 536 с.
2. Грановский В.Л., Быховская Л.И. //ЖЭТФ, 1946, т.16. С.823.
3. Кесаев И.Г. //ЖТФ, 1964, т.34. с.1482.
4. Клярфельд Б.Н. //Электричество, 1962, №5. С.70.
5. Граков В.Е. //ЖТФ, 1967, т.37, №9. С.1704.
6. Авраменко Р.Ф., Николаева В.И. Квантовая энергия электронного Бозе-конденсата в окружающей среде. М.: Химия, 1991. 32 с.
7. Шарова молния в лаборатории. М., Химия. 1994.
8. Солимар Л. Туннельный эффект в сверхпроводниках и его применение. М.: Мир, 1974. 428 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Некоторые расчетные соотношения и параметры

1. Эквивалентная плотность Бозе-конденсата ρ_{00} в непосредственной близости от Земли.

1.1. Гравитационное сгущение БК (с учетом «скрытости» электрического заряда БК в ситуации управления БК неэлектрическими силами гравитации) может выражаться, прежде всего, в магнитном поле Земли (источник – БК). Приравнивая плотность гравитационной энергии (нулевой моды) электронного конденсата и наблюдаемой плотности энергии магнитного поля H_3^5 получаем нижнюю оценку плотности БК: $\rho_{00} = 2H_3^2 / (8\pi m_e v_1^2) \cong 3 \cdot 10^{13} \text{ см}^{-3}$ (m_e – масса электрона, v_1 – первая космическая скорость).

1.2. Плотность варьируется по широте местности, высоте над Землей, зависит от фаз Луны, Солнца и др. внешних факторов, в том числе геофизического и геологического характера.

⁵ Исходя из гипотезы, что магнитное поле Земли создается в основном БК, а не абсурдным с точки зрения элементарной электродинамики механизмом самовозбуждающегося «динамо-эффекта» в ядре Земли (сторонниками этой концепции перепутаны понятия относительного движения среды в поле, создаваемом этим движением).

2. Оценка пондеромоторных сил, возникающих при искусственном локальном сгущении БК.

2.1. Для локального сгущения волновой функции БК доступными средствами являются:

- резонансный (пассивный) механизм, т.е. резонаторы волн де Бройля (замкнутые объемы), совокупности зеркал, пирамиды, естественные объекты (камни) с подходящей геометрией и магнитными свойствами (в том числе хорошие диамагнетики);

- механизм управления волновой функцией с помощью векторного магнитного потенциала \vec{A}_k («активный механизм»), создаваемого конвекционными токами.

2.2. В отличие от классического векторного потенциала \vec{A} , создаваемого токами проводимости, векторный потенциал \vec{A}_k является функцией относительной скорости источника \vec{A}_k и «пробного тела» (см. Оппенгеймер-Шифф, Авраменко-Николаева).

В «поле» \vec{A}_k заряженная частица при движении по замкнутой траектории набирает энергию $W_k = (q/c) \vec{A}_k v_{отн}$ (q – заряд, c – скорость света, $v_{отн}$ – скорость относительного движения).

Отдельному анализу подлежит возможность генерации и использования состояния вещества типа суммы вращающихся конденсаторов (сферических, тороидальных) Оппенгеймера-Шиффа (вещество Оппенгеймера-Шиффа-Авраменко, «ОША»-вещество). Возникновением и взаимодействием этого «ОША»-вещества, возможно, полностью объяснить известные свойства ЭПО, специфику его взаимодействия.

2.3. «Локальное» сгущение БК, создаваемое на уровне поверхности Земли с плотностью $\rho_1 > \rho_{00}$, не является локальным изолированным объектом.

Это сгущение – лишь модуляция (вариация) амплитуды (и фазы) волновой функции БК, изменяющая в общем случае потенциальную энергию взаимодействия БК с Землей. Стремление БК перейти в энергетически более выгодное состояние в данном случае эквивалентно возникновению квази-Архимедовой силы «всплытия» сгущения и пондеромоторных сил, воздействующих на устройство, создающее сгущение.⁶

Потенциальная максимальная величина удельной пондеромоторной квази-Архимедовой силы может быть определена из соотношения $f = 2\rho_{00}mc^2 \approx 55 \text{ кгс/см}^2$ (для $\rho_{00} \approx 3 \cdot 10^{13} \text{ см}^{-3}$). Такая сила возникла бы при полном «перекрытии» вертикальной составляющей потока импульса БК устройством сгущения. Следует иметь в виду, что при временно скрытом

⁶ В балансе сил надо учитывать и силы взаимодействия с окружающими телами, поверхностью Земли, силы, возникающие при неизбежном частичном распаде БК (возникновение наблюдаемого Кулоновского заряда) и др.

электрическом заряде в расчет принимается известное соотношение для оператора скорости и импульса электронного БК. Наблюдаемые величины связаны в этой задаче с массой $2m$, энергией покоя $2mc^2$ спаренных электронов БК, спином БК (0 или 1), в то время как электростатическое взаимодействие исключено условиями задачи.

2.4. В простейшем случае взаимодействия БК и диамагнитного тела (восприимчивость χ) имеющего высоту l_r , характерный коэффициент связи ($K \ll 1$) можно оценить величиной $K = (l_r / \lambda_{2m})(\chi^2 - 1)$, где λ_{2m} – гравитационная длина волны «нулевой» моды БК, $\lambda_{2m} \approx 0.35$ см.

Для «хорошего» диамагнетика можно принять $|\chi| \approx 10^{-5}$, так что K может составлять ~ 0.1 при $l_r \sim 10$ м. Соответствующая сила «всплытия» по порядку величины достаточна для перемещения каменных столбов и блоков из подходящего материала в периоды времени высокой плотности ρ_{00} в данной местности (или в искусственном сгущении).

2.5. Следует иметь в виду, что собственно области сгущения в постановке пп.2.3-2.4 возникают над (выше) устройством или телом, в силу дисперсии волн де Бройля, описывающих поведение БК.

2.6. При организации сгущения БК активными способами – конвекционными токами (в естественных условиях наблюдаются при смерчах, торнадо, в локальных областях ураганов, при входе в атмосферу метеоритов, движении летательных аппаратов и т.д.) – плотность $\rho_{БК}$ может возрасти на порядки по сравнению со средним фоном. Соответствующие пондеромоторные силы также пропорционально возрастают. Векторный характер взаимодействия конвекционного потенциала \bar{A}_k и БК определяет возможность направленного перемещения «сгущения» БК и связанных (взаимодействующих) с этим сгущением объектов. Глубина «потенциальной ямы», создаваемая токами конвекции, вычисляется по известному классическому соотношению – $W_{\text{конв}} = (q/c) \bar{A}_k \bar{v}$.

2.7. При рассмотрении вопросов взаимодействия сгущения БК, конвекционных токов и материальных тел следует иметь в виду, что электронная структура атомов, молекул и конденсированных сред в присутствии БК и конвекционных потенциалов радикально изменяется. Так, изменяются такие макроскопические свойства твердых тел, как электронная теплопроводность, работа выхода, энергия связи атомов и молекул, потенциал «ионизации», возникают электронные токи и т.д.

2.8. Следует также обратить внимание на то, что рассматриваемые пондеромоторные силы имеют объемный характер, т.е. действуют на каждый атом, молекулу вещества (тела). При этом понятия механического ускорения и его влияния на конструкцию аппарата, на живые организмы, необходимо коренным образом пересмотреть.

3. Переход энергии, запасенной в БК, в тепловую и электрическую форму.

3.1. Гравитационное сгущение БК вблизи Земли (вблизи Солнечной системы, собственно Солнца, или той или иной планеты и т.п.) является аналогом резервуара, сосуда «под давлением». Одна из возможностей «вытекания» из этого сосуда – распаривание электронов и редукция волновой функции БК с появлением «обычных» Ферми-электронов, т.е. электронов, подчиняющихся статистике Ферми.

Для возникновения этого процесса на Земле (или около нее) необходима стартовая энергия $W_{\Sigma} \cong e^2/\lambda_{1m} + mv_{\theta}^2$ (энергия возникновения наблюдаемого заряда и энергия кинетического движения), где λ_{1m} – гравитационная длина волны одиночного электрона, v_{θ} – линейная скорость относительного движения у поверхности Земли на данной широте θ за счет вращения Земли. Эту энергию должен обеспечить конвекционный векторный потенциал соответствующей энергетической установки.

«Распаривание» электронов БК под действием конвекционного тока I_k означает удвоение тока I_k за счет привлечения в ток электронной компоненты. В свою очередь результирующий ток $I_{\Sigma} = 2I_k$ на резистивной нагрузке R способен выделить мощность $(2I_k)^2 R$, т.е. вчетверо большую, чем исходный ток I_k . Потребитель получит как бы энергетический «кпд» $\eta \leq 4$. При рекуперации части суммарного тока в I_k (положительная обратная связь) очевидно, что возможно достижение потребительского кпд в десятки и сотни единиц.

«Распаривание» электронов БК может приводить и к другим наблюдаемым эффектам, перекачке энергии в другие, «свободные» энергетические резервуары.

3.2. Появление наблюдаемого (отрицательного) заряда в этих процессах, по-видимому, приводит к возрастанию заряда Земли, который, в свою очередь, за счет общеизвестных механизмов грозовой активности постоянно поддерживается, и конденсатор «Земля – верхние слои атмосферы» все время находится в определенном среднем энергетическом состоянии (в ом числе за счет обратимого процесса Бозе-конденсации «холостых» электронов в окружающей среде и воздействия Солнечного ветра).

Эти процессы, вообще говоря, ограничивают достижимую совокупную мощность альтернативных генераторов энергии, которая не должна составлять значительную долю от мощности восстановительных, замыкающих цикл, природных процессов (по отдельным опубликованным оценкам - $\sim 10^{14}$ Вт), превышающую, однако, на несколько порядков реализованную человечеством энергетику совокупности электростанций.

Экологические аспекты подобной технологии требуют отдельного рассмотрения.

О ВОЗМОЖНОСТИ ПЕРЕДАЧИ СИГНАЛОВ ЧЕРЕЗ СРЕДЫ, ОБЛАДАЮЩИЕ МАГНИТНЫМИ СПИНОВЫМИ СВОЙСТВАМИ

Материалы отчета. М.: НИИРП, 1992

Особенности электродинамики Максвелла, уравнений Лондонов и Пиппарда

1. Вопрос о предельной скорости передачи сигналов (информации) продолжает стоять в повестке дня современной физики. Известная дискуссия Эйнштейна-Подольского-Розена (ЭПР) и основоположников квантовой теории экспериментально разрешилась в опытах Аспекта, Белла и других исследователей в последние годы: «Эйнштейн был не прав...» (Scientific American, т.3, 1988, [1], [2], [3], и др.). Эксперименты подтверждают, что квантовый потенциал, ответственный за специфическое взаимодействие сколь угодно удалённых объектов, распространяется мгновенно (а не со скоростью света, как предписывал принцип относительности в редакции Эйнштейна).

Положительные результаты экспериментов «ЭПР» заставляют более обстоятельно проанализировать исходные постулаты электродинамики и их соответствие реальному физическому миру. В исследованиях [4, 5, 6] и др. было показано, что к «белым пятнам» классической электродинамики следует отнести:

а) отсутствие убедительных доказательств эквивалентности «разомкнутого» кулоновского электрического поля и «замкнутого» индукционного (волнового) электрического поля [4, 7, 8];

б) отсутствие убедительных экспериментальных доказательств эквивалентности токов конвекции и токов проводимости [7, 9, 10] и тесно связанные с этим обстоятельством парадокс Шиффа [6] и эксперименты с локальным несохранением заряда при изменении тока в замкнутом сверхпроводящем соленоиде [12, 13], приоритет интегральных законов (по сравнению с дифференциальными) [4, 14];

в) неприменимость классической электродинамики (уравнений Максвелла-Хевисайда) к сверхпроводникам (эффект Мейснера-Оксенфельда, уравнения Лондонов, нелокальные уравнения Пиппарда) [15, 16, 17, 18] и др.

г) необходимость выявления реальных соотношений между токами, описываемыми квантовыми законами (уравнениями Лапласа-Бельтрами, Шредингера, Дирака), и макроскопическими электрическими токами и полями [19, 20, 14, 21].

При проведении анализа этих проблем необходимо помнить, что понятие «поле» введено в науку как удобный (в определенных рамках) способ описания дистантного взаимодействия объектов (приборов) и на сегодня нет экспериментальных доказательств реального существования в

вакууме каких-либо физических полей [22, 23, 24]. К этой же категории «групповых соглашений» исследователей, принятых для удобного описания природы и процессов в ней, относятся и первичные аксиоматические понятия пространства и времени [25].

Применительно к проблеме физически реализуемой в природе скорости передачи сигналов сразу же отметим, что эксперименты, подтверждающие нелокальность физических законов, тем самым говорят о мгновенности распространения фундаментальных взаимодействий (нелокальность квантового потенциала, нелокальность плотности тока \vec{j} и векторного потенциала \vec{A} электромагнитного поля по Пиппарду).

Нелокальность реальных электрических законов в значительной мере явилась жертвой энтузиазма физиков, пытавшихся без должной опоры на эксперимент, ввести в науку «близодействие через эфир» (Максвелл, Лоренц, Хевисайд и др.). Однако, еще до детальной разработки квантовой теории, неувязки с близодействием заставили разработать теорию нелокального электрона (Ми, Борн-Инфельд [26, 27, 28]). В известной монографии Ландау-Лифшица [14] авторы вынуждены указать, что реальное электромагнитное поле (\vec{E}, \vec{H}) в точке наблюдения определяется не локальными соотношениями Максвелла-Хевисайда

$$\operatorname{rot} \vec{E} = -\frac{1}{c} \frac{\partial \vec{H}}{\partial t}; \quad \operatorname{rot} \vec{H} = \frac{1}{c} \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} + \frac{4\pi}{c} \vec{j}; \quad \nabla \vec{H} = 0; \quad \nabla \vec{E} = 4\pi \rho, \quad (1)$$

где c – скорость света, ρ – плотность заряда, \vec{j} – плотность тока,

а граничными условиями (т.е. нелокальными обстоятельствами).

2. Внимательный анализ показывает, что принятие за основу соотношений (1) приводит, прежде всего, к противоречию с законами сохранения импульса и энергии. Возникает принципиальный вопрос о шкале приоритетов фундаментальных физических законов.

С учетом рациональных аргументов работы Уилера [32], инициированной экспериментальными доказательствами справедливости квантовых законов, шкалу приоритетов можно упрощенно представить следующим образом (табл.1).

Таблица 1.

Приоритет	Законы	Взаимодействие
1	Симметрия и изотропность пространства. Сохранение энергии-импульса.	Гравитация
2	Сохранение электрического заряда и спина	Электродинамика. Слабые взаимодействия
3	Сохранение лептонного, барионного и пр. зарядов	Ядерное взаимодействие

В связи с табл.1 следует напомнить, что аксиоматикой квантовых представлений является тезис «наблюдается то, что наблюдается» [32], т.е. объект не существует до тех пор, пока над ним не произведен акт наблюдения (так называемая редукция волнового пакета). Можно допол-

нить этот тезис леммой о том, что в скрытой форме могут находиться те наблюдаемые (например, заряд), которые не использовались при формировании экспериментальных условий (например, электрон, связанный гравитационным полем, действующим на его массу m , независимо от наличия или отсутствия заряда e).^{*)}

3. Итак, предыдущий анализ показывает, что нет физических запретов на реализацию «сверхсветового» (мгновенного) распространения сигналов в макроскопических условиях.

Наряду с квантовым потенциалом (широко изучаемым в США) как носителем подобного сверхсветового взаимодействия, представляется целесообразным в первую очередь рассмотреть перспективы использования магнитных (спиновых) явлений.

Поясним это утверждение следующими экспериментальными ситуациями (часть которых исследована в работах НИИРП).

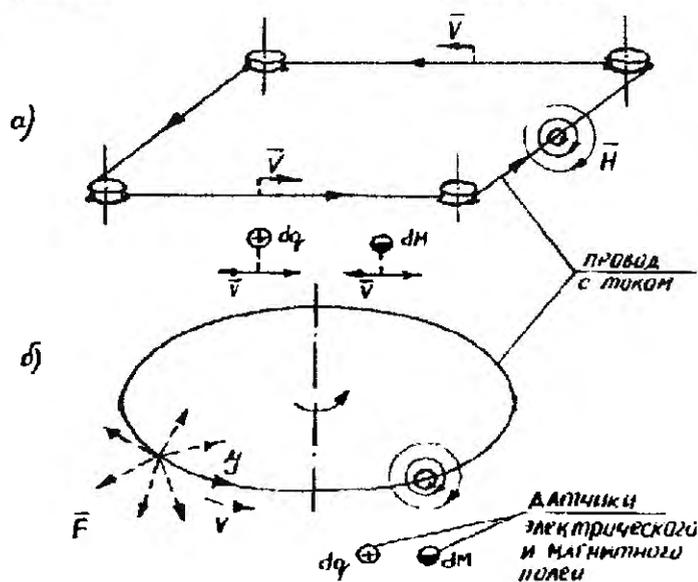


Рис. 1. Схема эксперимента с взаимным движением провода с током и датчиков поля (E, H).

Проводник с током I (рис.1) создает вокруг себя в лабораторной (неподвижной) системе координат магнитное поле $\bar{H} = \bar{H}(r)$. Вблизи проводника

$$H \approx I/r \quad (2)$$

Проводник, естественно, замкнут ($\nabla I = 0$), т.е. имеют физический смысл интегральные законы (полный заряд проводника Q равен 0 или заданной величине).

Поля \bar{E} и \bar{H} регистрируются пробными телами:

- локальным заряженным телом dq ($\bar{E} = \bar{F}/q$, q – заряд пробного тела, \bar{F} – сила, действующая на пробное тело);
- локальным датчиком магнитного поля dm (магнитным диполем).

Условиями эксперимента обеспечена возможность перемещения либо пробных тел вдоль провода (ситуация А1), либо провода (вдоль направления тока) мимо пробных тел (ситуация Б1) с относительной скоростью \bar{v} .

В ситуации А1 показания магнитного датчика (поле \bar{H}), очевидно, не зависят (с точностью до членов v^2/c^2) от относительной скорости \bar{v} . При

^{*)}Это обстоятельство полностью объясняет такие природные феномены, как шаровые и обычные молнии, электрофонные болиды, тунгусский взрыв и т.д. и т.п. – колоссальный скрытый электрический заряд может материализоваться в тех или иных экспериментальных условиях.

движении заряженного тела dq регистрируется сила Лоренца $\vec{F}_v = (q/c)\vec{v} \times \vec{H}$.

В ситуации Б1 имеем те же показания датчика dm , однако классическое (ошибочное, как видно из дальнейшего) описание поведения датчика dq следующее: в лабораторной системе возникает электрическое поле $\vec{E} = (1/c)\vec{v} \times \vec{H}$, или, что эквивалентно, плотность заряда ρ' на движущемся проводе [29, 21, 11] и др.:

$$\rho' = (\rho_0 + jv/c^2) / \sqrt{1 - v^2/c^2}, \quad (3)$$

где ρ_0 – исходная плотность (например, $\rho_0=0$); j – плотность тока.

У Фейнмана [29] относительно этой ситуации читаем: «Концы проводника уходят в бесконечность и вопрос о полном заряде не возникает». Это, конечно, наивное насилие над природой и логикой: реальный электрический ток замкнут (в рамках представлений классической электродинамики).

Итак, движущийся замкнутый проводник с током согласно классике должен приобрести избыточный заряд, поскольку направленное по радиусу от оси провода (однонаправленное!) электрическое поле в ситуации Б1 должно наблюдаться в любой точке пространства около замкнутого провода (кольца, провода, натянутого на ролики и т.д.). Интеграл от плотности ρ' избыточного заряда вдоль провода дает интегральный заряд Q' (тот же результат получим, проинтегрировав поток вектора \vec{E} через тороидальную поверхность, окружающую движущийся провод). С учетом квантовых представлений избыточный заряд может находиться в скрытой форме, однако он должен откуда-то перетечь в объем, занятый проводом, а по условиям эксперимента это исключено – кольцо провода изолировано.*)

Очевиден вывод: двигающийся провод с током не должен заряжаться избыточным зарядом. Цена такого вывода, однако, весьма значительна:

- несправедливо релятивистское преобразование плотности заряда (и, естественно, не имеет физического смысла мир Минковского);**)

- магнитное поле вокруг провода с током, не зависящее от скорости провода, логически непротиворечиво описывается только в случае мгновенности его распространения (что согласуется с тезисом об ошибочности релятивистского преобразования плотности заряда).

Для экспериментальной проверки правдивости этих положений в 80-х годах в НИИРП были созданы специализированные лабораторные установки и проведены прямые измерения наблюдаемых эффектов [10].

*) Напомним, что пока мы ведем рассмотрение в рамках общепринятых представлений без привлечения дополнительных факторов, отвечающих реальному положению дел.

**) Отметим, что этот вывод не противоречит экспериментальным данным о зависимости массы и интервала времени от скорости объекта. В новой теории соответствующий процесс изменения длин и интервалов времени имеет абсолютный характер.

Одна из установок, схема которой приведена на рис.2, предназначалась для прямого измерения избыточного заряда на вращающемся проводнике с током.

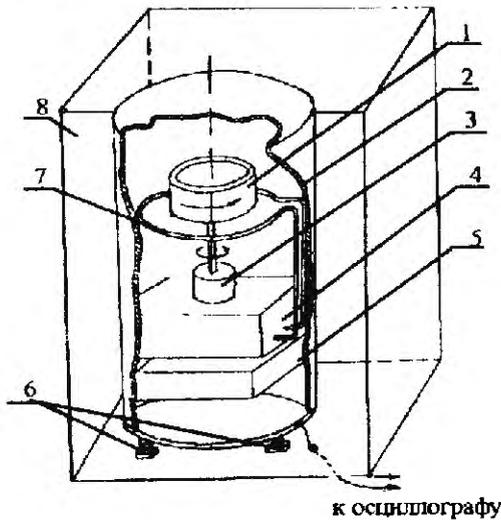


Рис.2. Схема устройства экспериментальной установки НИИРП для измерения заряда вращающегося проводника с током: 1-вращающийся кольцевой проводник; 2-внутренняя клетка Фарадея; 3 - двигатель; 4 - схема возбуждения тока в кольце; 5 - аккумулятор; 6 - изоляторы; 7 - индуктор для возбуждения тока; 8 - внешняя клетка Фарадея. Питание аппаратуры, размещенной внутри этой клетки – от аккумулятора.

Эксперимент показал отсутствие какого-либо изменения потенциала внутренней клетки относительно внешней с точностью до 0.5-1 мВ, т.е. менее 3% от расчетного значения.

4. Предварительные теоретические и экспериментальные результаты послужили основанием для разработки и создания в НИИРП ряда стендов прикладного характера, в том числе стенда индукционного поля высокого уровня мощности с магнитопроводом диаметром 3 м (сечение тороида 100 см²). Как попутный результат были получены данные об отсутствии запаздывания сигнала в длинном ферритовом магнитопроводе (частота 10 МГц).

5. Парадоксальность сложившейся в физике ситуации связана, по видимому, прежде всего с отсутствием широкого информационного обмена между группами исследователей, досконально владеющими частными вопросами – классической электродинамикой, квантовой теорией, электродинамикой сверхпроводимости, радиофизикой и т.д. Как разительный пример такого рода – использование до сих пор математически некорректного соотношения неопределенностей для процесса измерений – соотношений Гейзенберга в квантовой физике, установление факта этой некорректности в радиофизике и замена этого соотношения на соотношение Вудворда (1953 г.) и, наконец, практически массовое использование последнего соотношения при реализации измерений дальности-скорости в любом современном радиолокаторе [30, 31, 8, 4] и др.!!!

Возможности прикладного использования эффектов мгновенной передачи сигналов

В современной наземной и околоземной радиолокации скорость света является прямым ограничивающим фактором, не позволяющим реализовать требуемую производительность в условиях обслуживания многих целей (объектов), находящихся в зоне ответственности.

Особое значение мгновенность распространения имеет при решении задач связи и управления космическими объектами, дальнейшего освоения космического пространства.

Инженерная реализация аппаратуры, генерирующей (и принимающей) поля с мгновенным распространением, при современном уровне технологии не является фундаментальной проблемой.

Радикально должны измениться собственно «излучатели» и решетки излучателей (датчиков), например, с использованием ферромагнитных материалов определенной геометрии, с использованием динамических (вращающихся) излучателей и т.п.

Техника усиления сигналов и обработки информации, очевидно, инвариантна к виду антенн.

В числе первых реализаций мгновенного распространения сигналов в средах, обладающих магнитными спиновыми свойствами, является использование этого эффекта в средствах вычислительной техники. Это позволит значительно увеличить быстродействие вычислительных машин, и, следовательно, их функциональные возможности.

Литература

1. Шимони А. Реальность квантового мира//Scientific American, March, 1988.
2. Имри Дж., Узбб Р. Квантовая интерференция и эффект Ааронова-Бома// Scientific American, June, 1989.
3. Вижье Ж.-П. Доклад о парадоксе Эйнштейна-Подольского-Розена/ Проблемы физики: классика и современность. М.: Мир, 1982.
4. Авраменко Р.Ф., Грачев Л.П., Николаева В.И. Проблемы современной электродинамики и биоэнергетики/ Электропунктура и проблемы информационно-энергетической регуляции деятельности человека. М.: ЦНИИЭНТИ Минугольпрома СССР, 1976.
5. Авраменко Р.Ф., Николаева В.И. К волновой концепции биоэнергетики/ Методы рефлекторной диагностики, терапии, реабилитации для совершенствования оздоровительной работы в угольной промышленности. Вып.5. М.: НТО-горное Минугольпрома СССР, 1983.
6. Shiff L.I. A Question in General Relativity// Proc. N.A.S., Physics, v.25, 1939.
7. Хвольсон О.Д. Курс физики. Т.5. РСФСР: ГИ Берлин, 1925.
8. Авраменко Р.Ф., Николаева В.И., Пушкин В.Н. К вопросу об информационном взаимодействии систем без передачи энергии/ Вопросы психогигиены, психофизиологии, социологии труда в угольной промышленности и психоэнергетики. М.: НТО-горное Минугольпрома СССР, 1980.
9. Эйхенвальд А.А. О магнитных действиях движущихся тел в электростатическом поле. М.: Университетская типография, 1904.
10. Научно-технический отчет 7949. М.: НИИРП, 1978.
11. Меллер К. Теория относительности. М.: Атомиздат, 1975.
12. Гончаров И.Н. Установка для проверки эффекта возникновения зарядового эквивалента/ Препринт. Дубна: ОИЯИ, 1972.

13. *Edwards W.F., Kenyon C.S., Lemon D.K.* Continuing Investigation into Problem Electric Fields Arising from Steady Conduction Currents// *Phys. Rev.*, v.14, №4, 15 aug.. 1976.
14. *Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М.* Теория поля. М.: Наука, 1973.
15. *Тилли Д.Р., Тилли Дж.* Сверхтекучесть и сверхпроводимость. М.: Мир, 1977.
16. *Линтон Э.* Сверхпроводимость. М.: Мир, 1971.
17. *Солимар Л.* Туннельный эффект в сверхпроводниках и его применение. М.: Мир, 1974.
18. *Шмидт В.В.* Введение в физику сверхпроводников. М.: Наука, 1982.
19. *Давыдов А.С.* Квантовая механика. М.: Наука, 1973.
20. *Aspect A.* // *Phys.Rev.*, 1976, v.D14. P.1944.
21. *Толмен Р.* Относительность, термодинамика, космология. М.: Наука, 1974.
22. *Максвелл Дж.К.* Избранные сочинения по теории электромагнитного поля. М.: ГИТТЛ, 1954.
23. *Тамм И.Е.* Основы теории электричества. М.: ГИТТЛ, 1956.
24. *Вихман Э.* Квантовая физика/ Берклеевский курс физики. М.: Наука, 1974.
25. Аномалия/ Научно-информационный бюллетень ИТАР-ТАСС №2, 1991.
26. *Mie G.* // *Ann. d. Phys.*, v.37, 511 (19120); v.39, 1 (1912); v.40, 1 (1913).
27. *Born M.* // *Proc.Roy.Soc.*, A143, 410 (1934); *Ann.Inst. H.Poincare*, 1937; *Born M., Infeld L.* // *Proc.Roy.Soc.*, A144, 425 (1934).
28. *Тонелла М.-А.* Основы электромагнетизма и теории относительности. М.: ИЛ, 1962.
29. *Фейнман Р., Лейтон Р., Сендс М.* Фейнмановские лекции по физике/ Том 9: Квантовая механика. М.: Мир, 1967.
30. *Вудворд Ф.М.* Теория вероятности и теория информации с применением к радиолокации. М.: Сов.радио, 1955.
31. *Зиберт В.* Общие закономерности обнаружения целей при помощи радиолокации// Вопросы радиолокационной техники, №5, 1957.
32. *Уилер Дж.* Квант и Вселенная/ *Астрофизика, кванты и теория относительности.* М.: Мир, 1982.

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПОТЕНЦИАЛОВ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ ЭНЕРГИИ И ИНФОРМАЦИИ

Заметки, 1980.

1. Актуальность исследования перспектив использования потенциалов поля вытекает из экспериментально установленного факта воздействия на электронную ψ -волну (волну де Бройля) компоненты \vec{A} четырех-потенциала поля (\vec{A}, φ) в условиях, когда компоненты электрического \vec{E} и магнитного \vec{H} поля тождественно равны нулю [1]. В фундаментальной физике в то же время стали обращать внимание на несостоятельность трактовки векторов \vec{B} и \vec{E} как реальных, измеряемых напряженностей полей в электромагнитной волне (например, [2]), а величин $E^2/8\pi$, $B^2/8\pi$ - как плотностей энергии.

Новые концепции сущностей электромагнитного поля¹ открывают принципиальный путь к практическим приложениям в связи, локации и др. ранее не использовавшихся свойств электромагнетизма:

- возможность генерации волн потенциала (\vec{A}, φ) с $\vec{E} = \vec{B} \equiv 0$ позволяет предположить существование безэнергетического способа передачи информации (в том числе через преграды) с использованием «активных» приемников [3, 4];

- предполагаемое отсутствие электрического поля \vec{E} в электромагнитной волне ($\vec{E}_{\text{инд}} \equiv 0$) [5] и отсутствие до настоящего времени прямых измерений наличия и пространственного распределения поля, генерируемого переменным магнитным потоком, требовали проведения экспериментального изучения этих вопросов с использованием современной аппаратуры, имея в виду возможность использования полученной информации для проектирования систем связи, локации и энергетического воздействия без необратимых потерь энергии на излучение поперечной электромагнитной волной («реактивное поле»).

2. Исследования в период 1975-80 гг. по указанным вопросам проводились в организациях ЦНПО «Вымпел», в том числе с привлечением кооперации, а также за рубежом независимыми исследователями:

- в МРТИ (1978 г.) был создан экспериментальный стенд для обнаружения действия потенциала поля \vec{A} в условиях $\vec{E} = \vec{B} \equiv 0$ (отчет МРТИ по программе «Бриз», 1978 г.);

- в НИИРП создано 2 стенда для обнаружения действия потенциала \vec{A} в условиях экранированной вращающейся системы координат. Получены важнейшие экспериментальные результаты (отсутствие электрического поля вокруг вращающегося кольца с током), показывающие необходимость пере-

¹ Впрочем, соответствующие истинным представлениям самого Максвелла, оперировавшего именно понятиями потенциалов поля.

смотра традиционных общековариантных соотношений, связывающих измеряемые электрические параметры в неподвижной и вращающейся системах [3];

- в США теоретическое изучение электродинамических эффектов во вращающейся системе координат привело к аналогичным выводам о необходимости пересмотра традиционных соотношений;

- экспериментальные работы в Дубне [6], поставленные для проверки электродинамики Максвелла, показали появление электрического поля снаружи хорошо экранированного объема при изменении тока, протекающего по сверхпроводящему кольцу внутри этого объема. Это заставляет экспериментаторов сделать вывод о необходимости пересмотра базовых соотношений электродинамики и открывает практический путь к созданию систем передачи информации через любые экраны (металлическая оболочка, земля, толща воды и др.);

- группа проф. Штрихиха (ИЯИ АН СССР) по согласованию с нами провела изучение распределения действия индукционного поля на локальный оптоэлектронный датчик, помещаемый в различных точках вокруг магнитопровода с переменным магнитным потоком. Полученные результаты, по мнению авторов работы, не соответствуют традиционным представлениям, и говорят в пользу развиваемой авторами концепции генерации тока в датчике за счет пересечения его «тела» движущимися в пространстве силовыми линиями поля \vec{B} (вариант силы Лоренца);

- в НИИРП были проведены комплексные измерения показаний «емкостного» датчика вблизи магнитопроводов с переменным потоком, в том числе вокруг магнитопровода из феррита диаметром 3 м. Полученные результаты были опубликованы [3, 4] и обсуждались на 2-х семинарах в ИРЭАН и в МГУ. На магнитопроводе часть экспериментов проводилась с участием группы проф. Романова (ВНИИЭФ).

3. Результаты измерений индукционного поля вызвали оживленную дискуссию, поскольку, как мы уже отмечали, до последнего времени никем не было поставлено прямых опытов по выявлению наличия индукционного поля \vec{E} (наличия вектора \vec{E} в электромагнитной волне), а его присутствие принималось «на веру» (в соответствии с теорией Герца-Хевисайда).

Дискуссия выявила следующее:

- показания емкостного датчика, а также датчика проф. Штрихиха, вблизи магнитопровода количественно не соответствуют традиционным соотношениям;

- работа указанных датчиков объясняется протеканием через них токов, замыкающихся вокруг магнитопровода токами смещения через «внешнюю емкость» пластин и других элементов датчика. Т.е. такие датчики не пригодны для локальных измерений ожидаемого индукционного поля $\vec{E}_{\text{инд}}$ (внешняя емкость датчика неустранима, как неустранимы протекающие через нее токи смещения);

- для окончательного вывода о наличии или отсутствии поля \vec{E} в электромагнитной волне необходимы прямые опыты с малым заряженным пробным телом, которое, по определению поля \vec{E} как силы, действующей на заряд, должно совершать малые механические колебания в переменном поле \vec{E} .

4. В 1979-80 гг. в МГУ (по договору с НИИРП) проведены работы, направленные на прямое измерение $\vec{E}_{\text{инд}}$ с помощью дистанционной регистрации колебаний пробного тела датчиком, основанным на эффекте Мёссбауэра (точность измерений скорости ~ 0.1 мм/с). Однако точность современной аппаратуры оказалась недостаточной для обнаружения воздействия поля $\vec{E}_{\text{инд}}$ на пробное тело.

В 1980 г. начаты работы (МГУ, группа проф. Брагинского) по измерению колебаний пробного тела с использованием сверхчувствительных методов и аппаратуры, разработанных ранее для регистрации гравитационного излучения.

В то же время современные теоретические исследования подтверждают отсутствие в природе электрического поля $\vec{E}_{\text{инд}}$, генерируемого переменным магнитным потоком.

5. Работа над указанными проблемами позволит выявить две области практического применения нового подхода к электродинамике:

А. Передача информации через экраны (металл, земля, вода и т.п.). Успешные прямые эксперименты проведены в США и в СССР (Дубна). Эксперименты в рамках программы «Бриз» (НИИРП) опосредствованно подтверждают эту возможность.

Б. Использование для связи, локации и воздействия неизлучающихся компонент поля («реактивного поля»).

По этому направлению в рамках программы «Бриз» выпущен ряд отчетов, разработаны конкретные инженерные варианты технических решений в СВЧ диапазоне и создан (1980 г.) экспериментальный стенд (НИИРП, МРТИ) в диапазоне $\lambda=3\div 4$ см, подтверждающий ожидаемый закон распределения «реактивного поля».

Результаты исследований по данному направлению и его использованию для решения прикладных задач детально обсуждались на НТС НИИРП и получили одобрение научной общественности.

Литература

1. *Jaklevic K.C., Lambe Y., Silver A.H., Mercereau L.E.* Quantum interference from a static vector potential in a fieldfree region //Phys. Rev. Letters, v. 12, № 7, February, 1964.
2. *Вихман Э.* Квантовая физика. Берклеевский курс физики. М.: Наука, 1974.
3. *Авраменко Р.Ф., Грачев Л.П., Николаева В.И.* Проблемы современной электродинамики и биоэнергетика/Электропунктура и проблемы информационно-энергетической регуляции деятельности человека. М.: ЦНИИЭНТИ, 1976.
4. *Авраменко Р.Ф., Грачев Л.П., Николаева В.И.* Описание электромагнитного поля с помощью потенциалов и проблемы передачи информации/IV Международный симпозиум по теории информации. Ленинград - Ретинно, 1976.
5. Заявка на открытие. - № ОТ 9216, 1976.
6. *Гончаров И.Н.* Установка для проверки эффекта возникновения зарядового эквивалента/Препринт ОИЯИ. Дубна, 1972.

ИНФОРМАЦИОННАЯ ЭНЕРГЕТИКА И ГИПОТЕЗА ВОЛНОВОЙ ПСИХОФИЗИКИ

Электропунктура и проблемы информационно-энергетической регуляции деятельности человека/ Сборник статей. М.: ЦНИИЭНТИ угольной промышленности, 1976. С. 169-185.

1. Проблема физики образа. Результаты медицинского воздействия акупунктуры и электропунктуры говорят о том, что воздействие это носит информационно-энергетический характер. Универсальность этих методов свидетельствует в пользу того, что с их помощью восстанавливается нарушенная система регуляторных процессов организма. Есть основания думать, что мозг, обеспечивающий регуляцию поведения человека и животных в окружающей среде, подчиняется единым законам информационно-энергетического обеспечения организма. В этой связи решение проблемы материальной основы психики человека - его восприятия и мышления, его эмоций и волевой регуляции поведения - связано с анализом того, как влияет информационно-энергетическая система на осуществление психической деятельности.

Таким образом, информационная энергетика должна стать составной частью той науки, которая призвана раскрыть физические основы психики - должна стать частью психофизики. Вместе с тем, современный предмет психофизики ограничен сопоставлением двух рядов явлений: объектов внешнего мира и субъективных образов этих объектов во внутреннем, психологическом мире человека. Для современной психофизики не существует проблемы физического существования образа, поскольку в качестве материального субстрата, материальной основы образа исследователи в области психофизики полагают процессы, происходящие на клеточном или молекулярном уровне.

Та специфическая информационная энергетика, которая обнаруживается в акупунктурных и электропунктурных исследованиях, должна стать частью иной психофизики, как некоторой конкретной и возникающей на наших глазах отрасли естествознания. Одной из основных проблем этой новой психофизики является проблема физического существования образа, в котором отображается объект. Поэтому, прежде чем определить место информационной энергетике в структуре психофизики и для того, чтобы это сделать, необходимо рассмотреть некоторую гипотезу, которую с нашей точки зрения можно положить в основу новой нарождающейся психофизики.

Для решения основной проблемы этой отрасли естествознания - проблемы формы существования образа предмета внешнего мира - необходимо прежде всего указать тот уровень материи, на языке которого осуществляется кодирование этих предметов, отображаемых в восприятии. Проблема материи образа оказывается чрезвычайно сложной и фунда-

ментальной проблемой целого комплекса современных наук, включающего психологию, цитологию, генетику, биофизику и т. д.

Широко распространенное еще недавно представление о том, что образ объекта восприятия кодируется с помощью двоичного состояния нервных клеток (возбужденного и заторможенного), в настоящее время уже не может считаться удовлетворительным. Эта точка зрения не учитывает тот совершенно очевидный факт, что деятельность нервной клетки отнюдь не исчерпывается состоянием возбуждения или торможения. Помимо переходов в эти состояния, каждая клетка воспринимающих корковых полей способна к отображению определенных качеств предметов: одни клетки отражают свет, другие звук и т. д. Поэтому нервные клетки могут считаться слишком крупными единицами, чтобы с помощью динамики их целостных состояний можно было бы кодировать образы восприятия. Хотя именно внутри клеток осуществляются интересные нас компоненты процессов кодирования образа.

В качестве другого языка материального существования образа может быть рассмотрен язык информационных молекул, который сейчас широко признан как основа цитолого-генетического кодирования. Несомненно, что материальные процессы, являющиеся основой образа восприятия, осуществляются в этих информационных молекулах. Но сам язык комбинации химических элементов не может рассматриваться как средство конкретной формы существования образа. Этому противоречит то обстоятельство, что химический язык не может дать прямую адекватность отображения объекту.

Все это приводит к выводу о том, что существуют фундаментальные физические процессы, на языке которых осуществляется построение образа восприятия.

Все объекты мира с пространственной точки зрения могут быть рассмотрены как некоторые системы распределения амплитуд. В этой связи возникает гипотеза о том, что кодирование отображаемого объекта в мозге осуществляется на волновом языке. Эта гипотеза в настоящее время разрабатывается в связи с интенсивным развитием теории и практики голографии. Согласно такой гипотезе, построение пространственных свойств объекта при восприятии может быть рассмотрено как процесс возникновения некоторой стоячей волны, пространственные особенности распределения амплитуд которой соответствуют системе распределения амплитуд воспринимаемого объекта.

Такой голографический подход к физической форме существования образа, как к стоячей волне, в настоящее время находит все большее распространение среди физиков и психофизиологов, анализирующих работу мозга. Наиболее полно идея близости голографического воссоздания объекта и процессов восприятия выражена в исследовании Ф. Р. Вестлейка (1972).

В настоящее время можно предположить, что волновая структура образов отражает реально существующую волновую структуру объектов нашего мира - Вселенной. Анализ показывает, что во Вселенной с геометрией гиперсферы выполняется принцип «голографического сопряжения» пси-волн (см. статью Авраменко Р. Ф., Николаевой В. И. 1975 г.). Таким образом, основой голографической психофизики являются положения о волновой структуре Вселенной. Человек действует в определенном физическом мире и свойства этого мира, его глубинные структуры не могут не оказывать детерминирующего влияния на его отражательную, психическую деятельность, на процессы его восприятия.

Психическая деятельность человека есть звено, определенным образом вписывающееся в структуру Вселенной. Она не может быть чем-то внешним по отношению к фундаментальным свойствам мира.

Поэтому доказательство положения о волновой структуре Вселенной, об ее голографических особенностях является первым шагом в доказательстве гипотезы о том, что язык человеческой психики с физической точки зрения представляет собой язык стоячих волн, язык голограмм. Это понятно - мир образов по сути своей должен быть отражением, воссозданием мира объектов, образующего нашу Вселенную.

Проведенный физический анализ мира позволяет сделать вывод о том, что не только атомы, молекулы, частицы, но и вообще все макротела могут описываться как образования стоячих волн, которые в замкнутом мире могут выполнять функции «сам себе голограмма». В этом представлении объекты не локализованы в фиксированном пространстве, а занимают всю Вселенную, видимые же (регистрируемые) проявления этих объектов - это места максимальной концентрации стоячих Ψ -волн.

2. Квантово-механическая (волновая) психофизика. Волновая картина мира позволяет подойти к пониманию принципов, лежащих в основе информационной работы мозга, как регулятора поведения. Если последовательно реализовать эту физическую точку зрения, то можно прийти к выводу о том, что образы объекта внешнего мира, рождаемые мозгом человека и являющиеся основой построения его поведения в окружающей среде, представляют из себя волновые структуры.

Анализ работы мозга привел современных специалистов в области психофизики к использованию принципов как голографии, так и квантовой (волновой) механики при рассмотрении фундамента психической деятельности. Такой подход разделяют Ф. Р. Вестлейк, Т. У. Бэррет, К. Прибрам и др. Характерно, что в современной литературе деятельность мозга рассматривается либо только как системы, порождающей голограммы, либо только с позиции общей волновой теории. В первом случае (см. например Вестлейка) в качестве физического носителя образов рассматриваются импульсы, циркулирующие по нервным сетям. При этом игнорируется квантовомеханический (волновой) подход.

В тех случаях, когда эти исследователи пытаются дать конкретную физику психической деятельности (адекватную квантовомеханическим описаниям), они имеют в виду то, что «...геометрия логических структур сводится к электромагнетизму» (Бэррет), причем в этом случае игнорируется голографический принцип.

Таким образом, в современной литературе квантовый (волновой) подход к физической основе психики разрабатывается в отрыве от принципов голографии.

В настоящее время целесообразно поставить вопрос о необходимости объединения квантовомеханических и голографических принципов при рассмотрении фундамента психической деятельности, поскольку деятельность эта отражает ту Вселенную, волновая природа которой была отмечена выше.

В этом смысле нельзя не согласиться с Вестлейком, который писал: «С появлением голографии нейрофизиология и психология впервые за последние тридцать с лишним лет получили в свое распоряжение принцип, позволяющий установить математически строгую аналогию с хорошо известным в нейрофизиологии свойством распределенности» (Вестлейк, 1972).

Речь идет о двух основных законах, установленных Лешли и другими авторами:

1. Закон массового действия (ухудшение обучаемости находится в прямой связи с количеством (массой) разрушенной кортикальной ткани).

2. Закон эквипотенциальности (ухудшение не зависит от расположения места повреждения (абстрагируясь от специализированных функций коры и их значения в процессе обучения)).

Указанные законы полностью аналогичны известным свойствам голограмм.

Нейроголографическая концепция Вестлейка, являясь важным шагом в понимании процессов функционирования мозга, сталкивается все же с определенными трудностями, поскольку оперирует не с волновыми процессами, а с дискретными нейронными импульсами как при записи, так и при воспроизведении голограмм, распространяющимися в пределах определенных цепей (аксонов и др.).

Использование в процессе деятельности мозга (распространение в ткани мозга) таких волновых процессов, как электромагнитные и электромеханические колебания (свет, ультразвук и т.п.), по-видимому, исключается имеющейся совокупностью фактических данных.

В то же время, как уже указывалось, голографическая трактовка свойств Вселенной и заполняющих ее объектов логически приводит к признанию голографических принципов функционирования мозга.

Можно полагать, что мозг, как наиболее сложный и совершенный продукт эволюции жизни, располагает, благодаря своей активности, воз-

возможностями фиксации, воспроизведения и оперирования с голографическими моделями-образами элементов окружающей среды.

При этом волновым носителем, участвующим в голографических процессах, естественным образом выступает квантово-механическая Ψ -волна.

Отметим, что представление о мире, как о гигантской квантово-механической системе, уже упоминается среди возможных адекватных описаний при анализе процессов мышления и познания (Бэррет, 1972).

Сразу же отметим, что в развиваемой концепции граничные условия для Ψ -волны определяются в конечном счете свойствами Вселенной в целом, т.е. все материальные тела, в том числе и живой мозг, являются принципиально открытыми, неконсервативными системами, существующими благодаря «топографической фокусировке» Ψ -волн, заполняющих все пространство.

Волновые процессы, характерные для психической деятельности, таким образом, также принципиально не локализованы только в тканях мозга, а распространяются на всю Вселенную (в области физического расположения мозга, однако, имеется максимальная концентрация поля Ψ -волны).

В то же время Ψ -волна, как основной носитель информации, позволяет ввести в рассмотрение, в случае необходимости, определенный «коэффициент консервативности», описывающий связь резонатора (например, классического «потенциального ящика» для электронной Ψ -волны, образованного конденсированным веществом мозга) с окружающим пространством.

Для Ψ -волны, адекватной нейтральным квантовомеханическим токам, этот коэффициент будет близок к 0 (нейтринные и аналогичные им поля), в то время как для Ψ -волны заряженных частиц «консервативность» в этих терминах может быть весьма велика.

Не исключено, что в процессе жизнедеятельности организмами используются различные, необходимые в конкретных условиях, уровни (режимы) «консервативности» мышления.

Таким образом, один из основных принципов марксистско-ленинской диалектики о всеобщей взаимосвязи и взаимообусловленности явлений приобретает прямой физический смысл.

Отметим, что применительно к оптической голограмме также нельзя сказать, что наблюдаемое воспроизведенное изображение какого-либо объекта локализовано только в данном (видимом) месте - это изображение формируется световой волной, распространяющейся от источника (лазера) через различные оптические элементы и занимающей значительный объем в пространстве.

Развиваемая концепция предполагает, таким образом, что основой психической деятельности является оперирование с волновыми структу-

рами. Эти волновые структуры и реализуют, в частности, физическую основу познавательных структур, «соотнесенную со степенями свободы логических структур» (Бэррет, 1972).

В отличие от точки зрения Бэррета, основанной на материалах современной электрофизиологии («геометрия логических структур сводится к электромагнетизму»), следует полагать, что фундаментальными для деятельности мозга являются волновые структуры Ψ -полей.

Что же касается материалов электрофизиологии, оперирующей с биоэлектрическими импульсами нейронов, то ее данные должны быть включены в квантовомеханическое описание и проанализированы с точки зрения закономерностей динамики волновых процессов Ψ -полей^{*}.

В то же время остаются в силе соображения Бэррета о лоренцковариантности «информационных структур» (образов) и физическом соответствии симметрии логических структур симметричному характеру некоего обобщенного тензора, в нашей трактовке описывающего совокупность известных Ψ -полей вещества (но не тензора электромагнитного поля, как это предполагал Бэррет).

Наконец, нельзя не согласиться с Бэрретом в том, что рассматривая в совокупности квантовомеханическую систему «Природа» + «мозг» (или внешняя среда и эпистемолог, по Бэррету), мы должны считаться с требованиями дополненности (коммутативности или некоммутативности) для наблюдаемых величин. При этом, описывая природу величинами y , а мозг величинами x , так, что волновая функция системы $\Psi(x, y)$, при выделении (задании состояния) одной из подсистем (мозга) мы имеем вполне определенные ограничения на измеримые состояния другой подсистемы.

Бэррет справедливо отмечает, что «все построенные до сих пор вычислительные машины были типа «у». Только тогда, когда будет сконструирована машина типа $\Psi(x, y)$, будет впервые приблизительно имитирован биологический организм». Это суждение представляется в свете развиваемой концепции чрезвычайно важным для практических приложений.

Действительно, поле Ψ -волн, как материальный носитель образов внешнего мира, конструируемых мозгом, имеет ряд свойств, принципиально отличающих его от, скажем, электромагнитных полей.

Волновые образы, получаемые при восстановлении голограмм электромагнитного поля, можно подвергнуть только линейным операциям (сдвиг, изменение масштаба, поворот и т. п.), ряд образов при наложении подчиняется принципу суперпозиции (образы не взаимодействуют друг с другом).

^{*} Электромагнетизм, однако, неизбежно сопутствует всякому оперированию с волновыми Ψ -структурами, однако конденсированная среда (мозг) мало подходит для распространения электромагнитных волн, ввиду высоких потерь.

Волновые образы, получаемые с помощью Ψ -поля, могут, в отличие от электромагнитных образов, иметь определенные черты «вещественной реальности», являясь в определенном смысле более близкими по своим свойствам к реальным объектам внешней среды, также образованным стоячими волнами Ψ -поля.

Так, Ψ -волна может взаимодействовать с электромагнитным полем, в том числе с полем, порождаемым другой Ψ -волной (потенциалы электромагнитного поля, как известно, выступают в роли «коэффициентов преломления» для Ψ -волн).

Таким образом, Ψ -волновые образы могут произвольно деформироваться, если это необходимо в процессе психической деятельности, активно взаимодействовать с другими образами и т. п.

Уникальным свойством Ψ -образов является возможность реализации обратной связи «образ - логический аппарат мозга». Эта обратная связь может явиться тем звеном, которое, в частности, участвует в обеспечении обсуждаемой Бэрретом и другими авторами квантовомеханической дополнительности процесса познания внешнего мира.

3. О волновом характере психических процессов. Развиваемая в этой работе концепция пси-голографического механизма как физической основы информационного моделирования мозгом предметов внешней среды должна существенно изменить представления о работе коры больших полушарий. Если принять эту точку зрения, то информационные записи на соответствующих молекулах в нейронах целесообразно рассматривать как совокупность голограмм, каждая из которых, не будучи еще образом или моделью объекта, представляет собой основу для создания этого образа.

Образ или модель объекта возникает лишь в том случае, когда через записи такого рода проходят пси-волны. При этом оказывается возможным тот парадоксальный, но имеющий полное физическое основание эффект, что сами образы или модели объектов локализуются не в коре, а в пространстве - подобно образу оптической голограммы.

Такая концепция психофизики делает понятным, почему на уровне молекул и осуществленного с их помощью кодирования не может быть прямой адекватности записи и отражаемого объекта. Действительно, если сопоставить отображаемый объект с голографической записью, то также не будет обнаружено соответствие объекта и способа кодирования. Вместе с тем, само голографическое изображение, возникающее при просвечивании голограммы лазерным лучом, обнаруживает полное совпадение своих пространственных особенностей с отображенным объектом.

Таким образом, пси-голографическое представление о работе мозга позволяет преодолеть характерную для традиционной психофизики иероглифичность. Согласно традиции, идущей от Фехнера и Гельмгольца, образы и объекты представляют собой два ряда явлений, не имеющих

между собой ничего общего по своим конкретным пространственным особенностям. Образы представляют собой символы или иероглифы объектов, и между ними существует лишь изоморфная связь: изменение в ряду объектов влечет за собой изменение в ряду образов. Но для адекватности отображения здесь не остается места.

В. И. Ленин в «Материализме и эмпириокритицизме» подверг острой философской критике такую иероглифическую точку зрения. В. И. Ленин указал, что материалистическое понимание отражения мозгом объектов окружающего мира связано с признанием адекватности отражения, т. е. полного соответствия образа отражаемому объекту.

Несмотря на это указание В. И. Ленина, до сих пор в психофизике реализуется, по существу, та теоретическая позиция, которая может быть охарактеризована как позиция иероглифического изоморфизма. Нужно сказать, что для преодоления такого традиционного взгляда на процесс отражения мозгом окружающей действительности было необходимо преодолеть тот принципиальный изоморфизм и иероглифизм, который имеет место в современном естествознании.

Преодолеть же иероглифизм современных естественных наук не так просто. Если, например, сопоставить генетический код с конкретными пространственными особенностями организма, то между ними вообще нельзя найти никакого сходства. Между элементами пространственной структуры организма и элементами генетического кода можно найти только изоморфные отношения. Если рассматривать наиболее изученный молекулярный уровень кодирования информации в живых системах, то указанный изоморфизм информационных процессов пронизывает все живое.

Развиваемая здесь пси-голографическая точка зрения позволяет указать на тот фундаментальный уровень живой материи, на котором утвержденная в философском плане В. И. Лениным прямая адекватность образа объекту обретает совершенно конкретный естественнонаучный смысл. В настоящей работе не ставится задача распространить указанный принцип на все информационные процессы в живых организмах. Однако квантово-волновое понимание моделирования мозгом объектов окружающей среды позволяет преодолеть тот иероглифизм в психофизике, который является основой этой науки на протяжении более чем ста лет.

Реализация пси-голографического принципа предполагает, однако, разработку и анализ целого ряда сложнейших проблем, связанных с функционированием мозга, как органа, регулирующего поведение животных и человека.

Но прежде всего необходимо доказать волновой характер высших психических процессов человека и прежде всего таких специфических человеческих видов деятельности, как мышление и связанные с ним речевые процессы.

В этой связи большой интерес представляет идея резонансных явлений в центральной нервной системе (А. А. Ухтомский, 1962; Ю. Г. Крагин, 1967). Согласно точке зрения А. А. Ухтомского, резонансные взаимодействия между различными нервными центрами формируются в процессе отражения мозгом окружающей действительности.

Эта идея резонансных процессов в нервной системе, развиваемая замечательным русским физиологом, позволяет предположить, что между составными частями системы интеллектуальной саморегуляции осуществляются информационные взаимодействия, по типу своему близкие к резонансным. Для доказательства гипотезы резонансного управления в системе интеллектуальной саморегуляции целесообразно проанализировать временные параметры высших психических процессов. Среди этих процессов наиболее измеряемыми оказываются различные компоненты речевой деятельности. Есть основания полагать, что анализ времени осуществления высших проявлений речевых автоматизмов и сопоставление этого времени с временем реакций позволит выявить резонансный характер актуализации речевых единиц и, тем самым, приблизиться к пониманию волновой основы высших психических процессов.

С точки зрения методики, позволяющей выявить волновые (резонансные) взаимодействия, большой интерес представляет деятельность синхронного переводчика. Деятельность эта предполагает высшую форму речевого общения, высшее владение речевыми автоматизмами. Известно, что синхронный переводчик осуществляет перевод с одного языка на другой со скоростью, близкой к скорости того процесса громкой речи, которая осуществляется при нормальном разговоре.

Для того, чтобы такая скорость речевой деятельности была возможна, синхронному переводчику необходимо актуализировать слова и грамматические структуры того языка, на который он должен переводить, почти одновременно со словами и грамматическими структурами того языка, с которого этот перевод осуществляется.

С точки зрения организации психологического эксперимента, демонстрирующего волновую природу психологического кодирования, целесообразно вычленив некоторые существенные компоненты синхронного перевода и затем подвергнуть их лабораторному экспериментальному анализу.

Иначе говоря, интересно проследить, например, с какой скоростью актуализируются соответствующие русские слова, если произносятся слова иностранные. Для получения более четких экспериментальных результатов целесообразно организовать опыты таким образом, чтобы каждое подаваемое слово было бы случайным. В противном случае у испытуемого-переводчика может возникнуть установка на появление слова, относящегося к ограниченной лексической группе. Каждое подаваемое слово должно быть адресовано ко всему словарному запасу переводчика.

Именно в этом случае может возникнуть ситуация актуализации элемента опыта из практически бесконечного числа элементов.

Такой эксперимент по исследованию речевой деятельности может быть сопоставлен с классическими экспериментами по скорости реакции. Со времен Ф. Дондерса и В. Вундта известна реакция выбора, для измерения которой используются несколько лампочек и несколько ключей. В этой экспериментальной ситуации время реакции в определенных пределах возрастает при увеличении количества сигналов.

Ф. Дондерс связывал это увеличение времени с процессом представления различных возможных ответов и с выбором из них нужной реакции (см. Вудвортс, 1950). После возникновения теории информации возрастание времени реакции при увеличении числа альтернатив стало связываться с возрастанием информации, подсчитываемой по известной формуле Шеннона. Такое возрастание времени реакции при возрастании числа альтернатив было названо законом Хика.

Однако дальнейшие исследования показали ограниченность действия закона Хика. Было установлено, что уже после 10 сигналов времени реакция перестает возрастать (см. Н. И. Чуприкова, 1972). Это значит, что уже в условиях реакции выбора при определенном количестве сигналов процесс активного выбора реакций сменяется процессом, имеющим существенно иной механизм.

Переводчик в эксперименте со случайной подачей иностранных слов может быть уподоблен испытуемому в таком опыте с измерением времени реакций, в котором он должен быть готовым отреагировать одной из имеющихся у него нескольких сотен или тысяч реакций при возникновении одного из возможных нескольких сотен (тысяч) сигналов. Будет ли в данном случае время его речевой реакции перевода существенно, во много раз отличаться от времени двигательной реакции в условиях эксперимента с несколькими кнопками или сигналами?

В своей деятельности переводчик работает не только со словами, но и с речевыми структурами, например, грамматическими формами. Здесь возникает вопрос о временных параметрах актуализации грамматических форм в эксперименте, в котором требуется как можно быстрее опознать речевую структуру. Представляло интерес выяснить, какие существуют временные различия между актуализацией слов и актуализацией речевых структур.

Во многих исследованиях по педагогической психологии содержится идея свертывания и автоматизации операций при достижении человеком высшего уровня мастерства в том или ином виде деятельности. Согласно этой точки зрения, состав, язык операции, действий остается прежним. Речевая же деятельность синхронного переводчика позволяет предположить, что высший уровень овладения деятельностью предполагает качественно иной - волновой - язык процесса, который именно на этом высшем уровне обнаруживает себя в полной мере.

Временные параметры речевых реакций переводчиков определялись в условиях лабораторного эксперимента, в котором в качестве испытуемых участвовали студенты II-III курсов иностранного факультета университета. Количество английских слов, входящих в активный словарь этой категории испытуемых, превышало одну тысячу. Последовательности из тридцати английских слов, которые предъявлялись испытуемым для перевода, составлялись на основе случайной выборки. Инструкция первой серии опытов требовала, чтобы при предъявлении английского слова испытуемый как можно скорее отвечал адекватным русским словам. Слова в первой серии предъявлялись в двух вариантах—на слух и для зрительного восприятия. Оба варианта записывались на магнитофон. Время речевой реакции перевода определялось с помощью измерения длины магнитной ленты, прошедшей между предъявлением слова и началом ответа испытуемого.

Для каждого испытуемого подсчитывалось среднее время его реакции перевода по тридцати словам. Совокупность всех значений времени перевода было объектом анализа в первой серии.

Во второй серии экспериментов определялось время распознавания грамматических структур. В опытах этой серии испытуемым предлагались английские фразы, состоящие из шести или восьми слов. Инструкция требовала определить содержащуюся в этих фразах грамматическую структуру за минимально короткое время и назвать вид этой структуры. Всего структур было три. Фразы предлагались как для зрительного, так и для слухового восприятия. Фразы были составлены таким образом, что заканчивались на основном элементе грамматической структуры; это лишало испытуемого дополнительного времени обдумывания при зрительном или слуховом восприятии фразы.

В таблице I приведены полученные в двух сериях эксперимента материалы. Как видно из таблицы, между показателями реакции перевода на отдельные слова при зрительном и слуховом восприятии обнаруживается существенная разница: за исключением отдельных испытуемых, при слуховом восприятии слов у большинства время реакции короче, чем при восприятии зрительном. Это соответствует данным о времени зрительных и слуховых реакций (см. Р. Вудвортс, 1950).

Особенно резкие различия в скорости реакции между зрением и слухом были обнаружены во времени распознавания грамматических структур. Реакции на английские фразы при зрительном их восприятии оказались значительно длительнее, чем при слуховом восприятии. Поскольку эти различия связаны, по-видимому, с особенностями процесса чтения и физиологическими процессами, происходящими в зрительном анализаторе, а также в связи с тем, что нас интересует прежде всего центральное звено актуализации прошлого опыта, мы исключили время зрительных реакций на грамматические структуры и ограничились лишь рассмотрением реакций при слуховом восприятии.

Таблица I

Время (в сек.) актуализации английских слов и грамматических структур

Испытуемый	Отдельные слова		Узнавание граммати- ческих структур
	слух	зрение	при слуховом восприятии
С. О.	0,34	0,78	0,74
Ф. Н.	0,34	0,79	0,54
П. Н.	0,36	0,36	0,87
Н. Н.	0,38	0,81	0,96
Л. А.	0,38	0,82	0,42
В. Е.	0,49	0,82	0,39
Ш. О.	0,50	0,88	0,38
С. И.	0,54	0,49	0,77
Ш. М.	0,54	0,63	0,91
О. Т.	0,55	0,51	0,64
М. Т.	0,57	0,95	0,59
Я. С.	0,57	0,97	0,88
В. Н.	0,57	0,97	0,43
Ч. Л.	0,58	0,97	0,34
К. С.	0,61	0,99	0,64
В. О.	0,62	0,99	0,38
Б. Н.	0,32	0,64	0,70
Л. Т.	0,34	0,72	0,85
Ж. Н.	0,79	0,81	0,84
Т. И.	0,43	0,71	0,94
З. Е.	0,72	0,98	1,30
К. К.	0,83	0,84	0,81
С. Т.	0,42	0,61	0,66
Б. Р.	0,49	0,66	0,86
Л. Л.	0,64	0,73	0,61
Т. Н.	0,69	0,98	1,21
К. Е.	0,64	0,76	0,42
К. Л.	0,82	0,89	1,18
Б. Н.	0,58	0,74	0,77
Т. В.	0,48	0,74	0,42

Как уже говорилось, число распознаваемых грамматических структур в настоящем эксперименте равнялось трем. Поскольку первая структура могла длительнее анализироваться, в силу ориентировки, а третья структура распознавалась слишком быстро, было решено при рассмотрении материала второй серии подвергнуть анализу показатели времени реакции лишь второй грамматической структуры при слуховом восприятии английских фраз.

Рассматривая таблицу 1. мы видим, что основное количество значений времени перевода отдельных слов приходится на показатели времени реакции, меньшие 0,4 сек. Таких значений времени при слуховом восприятии слов оказалось 70%. 43% составили показатели, не превышающие 0,5 сек, 23% - показатели меньше 0,4 сек. Наименьший показатель был обнаружен у испытуемого Б. Н. - 0,32 сек. Что касается числа показателей, больших 0,7 сек, то их при слуховом восприятии слов оказалось всего три случая, т. е. 10% показателей.

Как уже говорилось, в соответствии с литературными данными о времени реакций, длительность реакций при зрительном восприятии слов в массе своей существенно превысила длительность реакций при слуховом восприятии. Однако ни у кого из наших испытуемых среднее время распознавания английских слов, предъявленных для зрительного восприятия, не достигло 1 сек.

Количество показателей времени реакции при зрительном восприятии слов меньшее, чем 0,7 сек, составило всего 23%. 50% показателей в этом варианте опыта составили значения, не достигшие 0,8 и 50% значений пришлось на величины времени в промежутке между 0,8 и 0,99 сек.

Что же касается показателей времени реакции при слуховом распознавании грамматических структур, то значения этих показателей также не превышало 1 сек. Распределение времени реакции при распознавании грамматических структур похоже на распределение времени реакции при переводе отдельных слов на основе их зрительного восприятия. Также оказалось, что число значений, меньших 0,8 составило 50%. 50% показателей составили те значения, которые были между 0,8 и 0,99 сек. Что же касается значений времени реакции, меньших 0,6 сек, то таких значений оказалось всего три случая - 10%.

Такова общая количественная характеристика времени реакций при переводе слов и грамматических структур, представленных в обобщающей таблице.

Полученные экспериментальные данные приобретают смысл при сопоставлении их с известной в психологии длительностью простых психических процессов. Так, время прочтения слова, согласно исследованиям Кателла, близко к 0,43 сек (см. Р. Вудвортс, 1950). Если сравнить полученное в наших опытах среднее время перевода отдельных слов, при слуховом их восприятии, с этой величиной, то можно сделать вывод о том, что время перевода отдельного слова практически совпадает со временем его прочтения на английском языке. Иначе говоря, сам процесс перевода происходит мгновенно.

Вторым моментом, выступившим в анализе полученных экспериментальных материалов, оказался факт неприменимости закона Хика к процессу актуализации лингвистических единиц. Уже говорилось выше, что этот закон перестает действовать при определенном количестве сигналов и реакций в эксперименте с реакцией выбора. Особенно разительна не-

применимость закона Хика к анализу сложной реактивной деятельности человека выступает в нашем эксперименте, в котором имеют место сотни и тысячи альтернатив. Если иметь в виду, что среднее время реакции при десяти сигналах составляет 0,62 сек, то окажется, что основная масса значений времени речевых реакций при огромном, практически бесконечном, количестве альтернатив лежит ниже этой величины.

Объем словаря и количество возможных сигналов в ситуации проведенного эксперимента таковы, что для объяснения полученных временных данных не может быть использована та модель последовательного представления реакций, их оценки и выбора из них оптимальной, которая берет свое начало от Ф. Дондерса.

Невозможность в этих условиях последовательной деятельности по представлению различных вариантов и выбору из них наилучшего следует из сопоставления времени адекватных реакций на одиночные слова и речевые структуры с временем простой двигательной реакции на звуковой сигнал (0,14 сек). Полученные в эксперименте длительности лишь в 3-6 раз превышают время простейшего психологического явления, в то время как количество хранимых в памяти реакций (адекватных русских слов) и число возможных сигналов (случайно подаваемых английских слов) более тысячи.

Экспериментальные данные позволяют, вместо последовательности перебора возможных реакций, предложить иную модель актуализации прошлого опыта. Эта модель предполагает, что каждый входящий сигнал воздействует на всю совокупность прошлого опыта: в результате - актуализируется та реакция (в нашем эксперименте - то слово), которая адекватна пришедшему сигналу. Здесь возможна следующая аналогия: при воздействии определенным звуком на все струны рояля, начинает вибрировать та струна, физические параметры которой соответствуют этому звуку.

Именно такое взаимодействие в физике носит название резонансного взаимодействия. Следовательно, материалы проведенного эксперимента свидетельствуют в пользу волнового способа кодирования в психической деятельности.

Полученные материалы могут быть рассмотрены как свидетельствующие в пользу той голографической гипотезы материального субстрата психики, которая развивалась в настоящей статье.

4. Информационная энергетика в структуре волновой психофизики. Проведенный анализ показывает, что волновая психофизика соответствует философским и общезначимым принципам, с одной стороны, а также - фактам конкретно-психологического исследования - с другой. Именно пси-голографический подход позволяет преодолеть тот глубокий иероглифизм и изоморфизм, который современная психофизика и современное естествознание получили в наследство от психофизики прошлого века. Предлагаемый подход позволяет ставить в качестве очередной на-

учной проблемы прямое обнаружение того уровня материи, той реальности, с помощью которой осуществляется адекватное объектам отражение внешнего мира в деятельности человека.

Если принять пси-голографический подход в качестве реальной гипотезы, то в дальнейшем оказывается возможным определить роль и функцию информационной энергетике в структуре волновой психофизики. Действительно, реализация голографического изображения связана, как известно, с прохождением через соответствующую пластинку когерентного излучения. В оптической голограмме эту функцию выполняет лазерный луч. Реализация принципов волновой психофизики приводит к тому, что для актуализации образа и для его воссоздания также необходима специфическая «подсветка» информации, закодированной в нервных клетках мозга.

Энергия этого излучения и есть, по-видимому, реализация информационной энергии в системе волновой психофизики. Есть основания полагать, что психологический образ в этом отношении представляет собой частный случай проявления тех информационных процессов, которые являются основой жизни.

На данном этапе анализа можно полагать, что основным центром информационной энергии мозга являются те мозговые структуры, которые связаны со стриопалидарной системой, зрительным бугром, гипоталамической областью и ретикулярной формацией мозгового ствола.

Именно информационно-энергетическими особенностями следует объяснить то обстоятельство, что в предыдущей статье настоящего сборника свойства биологически активных точек оказались связанными с фундаментальными свойствами нервных процессов человека.

Волновая психофизика - наука, которой еще предстоит возникнуть. Все, что здесь сказано, позволяет наметить лишь некоторые ее контуры и пути ее развития. Много нового предстоит обнаружить и во взаимоотношениях между волновым кодированием информации в мозгу и системой информационно-энергетической регуляции.

Литература

Ленин В.И. Собрание сочинений. Изд. 5, т. 18.

Бэррет Т.У. Энтропия и симметрия — их отношение к процессам мышления в биологических системах/Сб. Кибернетические проблемы бионики. М.: Мир, 1972.

Вестлейк Ф.Р. О возможности протекания нейроголографических процессов в мозге/Сб. Кибернетические проблемы бионики. М.: Мир, 1972.

Вудвортс Р. Экспериментальная психология. М.: ИЛ, 1950.

Кратин Ю.Г. Электрические реакции мозга на тормозные сигналы. Л.: Наука, 1967.

Прибрам К. Языки мозга. М.: Прогресс, 1976.

Ухтомский А.А. О резонансной теории нервного проведения/Собр.соч., т.6. Л.: ЛГУ, 1962.

Чуприкова Н.И. Включает ли реакция выбора сличение поступающего сигнала со многими эталонами?/Тезисы докладов к XX Международному психологическому конгрессу. М.: АПН СССР, 1972.

Авраменко Р.Ф., Николаева В.И. Голографические свойства гиперсферы/Сб. Проблемы голографии, вып. VI. М.: МИРЭА, 1975.

ВОПРОСЫ МИКРОВОЛНОВОДНОЙ ЛАЗЕРНОЙ БИОСТИМУ- ЛЯЦИИ

Голографические методы обработки информации/ Межвузовский сборник научных трудов. М.: МИРЭА, 1978. С.27-32.

Рассматриваются возможности приборной реализации методов фотопунктуры в микроволноводном исполнении для комплексного воздействия на биологически активные точки человека. Описывается конструкция и принцип работы прибора, предназначенного для лазерной стимуляции биологически активных точек, расположенных на кончиках пальцев рук человека.

Взаимосвязь между воздействием лазерного излучения малой интенсивности на биологически активные точки, расположенные на теле человека, и изменением состояния отдельных его органов и систем убедительно показаны многочисленными исследованиями, проведенными в Киевском НИИ психологии, Гос.университете г. Алма-Аты, Калининском политехническом институте и др. На 2-й Всесоюзной научно-технической конференции по медико-биологическим и физико-техническим аспектам рефлексотерапии, проведенной в г. Калинин с 11 по 15 сентября 1978г., были приведены данные о воздействии лазерного излучения малой интенсивности (получившем название фотопунктуры) на биологически активные точки. Во многих случаях она адекватна применению акупунктуры или электропунктуры (игло- и электроукалывания), а в ряде случаев обеспечивает эффекты, недостижимые указанными методами. В настоящее время фотопунктура начинает успешно применяться для лечения многих терапевтических, хирургических, неврологических, гинекологических и иных заболеваний [1-3].

Преимущества фотопунктуры перед хорошо разработанными в настоящее время методами аку- и электропунктуры обусловлено тем, что она не сопровождается необратимыми изменениями ткани, происходящими при электропунктуре, если использовать серийные приборы. Следует учитывать также, что с помощью оптических микроволноводов и волоконной оптики [4] можно одновременно воздействовать на большое число биологически активных точек, в то время как для современных аппаратов электропунктуры количество точек, подвергаемых одновременному воздействию, не превышает 5-6. Последнее существенно ограничивает возможные варианты комплексного воздействия на организм человека.

При разработке алгоритмов воздействия лазерным излучением имеется, кроме того, возможность модуляции излучения электрооптическими и электромеханическими устройствами, в современных приборах электропунктуры используются сложные схемы для выработки электрических

импульсов с заполнением той или иной промежуточной частотой. Это снижает надежность такой аппаратуры.

Перспективность стимулирующего воздействия фотопунктуры на оператора экспериментально показана в Киевском НИИ психологии, причем на первых опытных образцах лазерного биологического стимулятора, позволяющих решать ограниченный пока круг задач методом фотопунктуры. Один из образцов был экспонирован на Международной выставке «Наука-78» в г.Праге (ЧССР) в октябре - ноябре 1978 г.

Схема одного из вариантов устройства в микроволноводном исполнении, предназначенного для одновременной стимуляции десяти биологически активных точек, расположенных на кончиках пальцев рук человека, состоит из 4-х функциональных блоков и представлена на рис. 1.

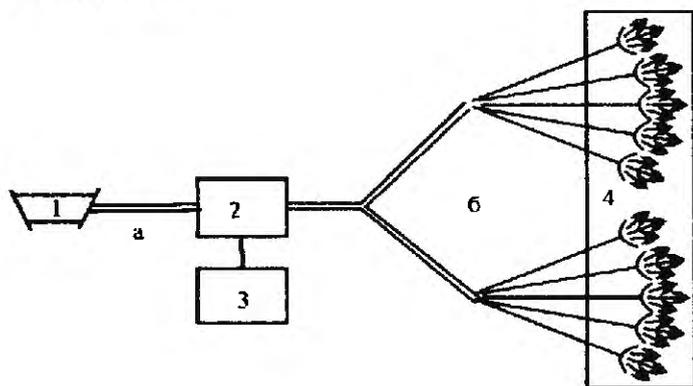


Рис 1. Схема микроволноводного лазерного биостимулятора.

1 - источник излучения ЛГ-52; 2 - амплитудный модулятор, 3 - реле времени, 4 - облучающее табло: а - рефракционный полимерный микроволноводный жгут, б - десятиканальный стекловолоконный оптический разветвитель.

Микроволноводное устройство состоит из источника когерентного излучения типа ЛГ-52 (1) мощностью 10 мВт, амплитудного модулятора (2) лазерного луча, реле времени (3), отсчитывающего необходимое время экспозиции кончиков пальцев, облучающего табло (4). Устройство дает возможность проводить стимуляции биологически активных точек на кончиках пальцев в заданном временном интервале импульсом требуемой формы с заданным уровнем мощности.

Как прибор устройство выполнено в виде двух конструктивно независимых узлов: источника когерентного света и стимулятора. Свет от лазера к стимулятору подается через осветительный микроволноводный полимерный жгут (а) рефракционного типа [5], заключенный в гибкую оплетку из силоксана. Оба конца жгута снабжены металлическими наконечниками (фитингами) для его крепления к обоим узлам. Стимулятор оформлен в прямоугольном корпусе с размерами 400x174x133 мм. Передняя панель имеет наклон около 10°. Вид сбоку фрагмента передней и лицевой панели показан на рис.2. С левой стороны корпуса имеется вход для осветительного микроволноводного жгута, далее следует амплитудный модулятор (2) и реле времени (3) с исполняющим механизмом-шторкой, которые совместно образуют дозатор лазерного излучения. Ручки управления дозатором лазерного излучения выведены на верхнюю панель прибора.

Десятиканальный волоконно-оптический разветвитель (б) представляет собой 10 стекловолоконных жгутов диаметром 1 мкм, объединенных на входе, и обеспечивает равномерное распределение излучения по всем каналам. Каждый жгут состоит из системы единичных волокон диаметром порядка 10 мкм. Концы каждого канала разветвителя снабжены сменными микроволноводными наконечниками.

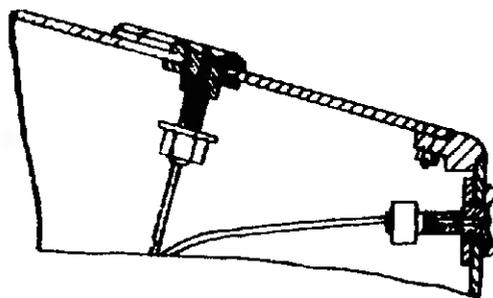


Рис.2.

Для надежного перекрытия зоны стимуляции биологически активной точки на кончике пальца руки человека, т.е. для обеспечения попадания излучения в нужную область, применены фоконы-расширители на выходе стекловолоконных жгутов, осуществляющие плавный переход от диаметра 1 мм до диаметра порядка 2 мм. В случае необходимости воздействия на биоточку остронаправленным излучением с целью уменьшения диаметра пятна облучения и увеличения глубины проникновения лазерного излучения применяются фоконы иного типа - фокусирующие (или рефракционные элементы градиентного типа) [6].

Десятиканальный разветвитель защищен гибкой оплеткой из силикона и также снабжен металлическими фитингами как на входе, так и на всех десяти выходах. Оконечный излучающий элемент каждого канала разветвителя закреплен в специальную цанговую оправку с дисковой лункообразной контактной шайбой - фиксатором, приспособленной для удобства наложения чувствительной точки пальца на излучающий элемент.

Оправки с микроволноводными излучателями устанавливаются на наклонной лицевой панели, имеющей веерообразные пазы, что позволяет изменять положение излучателей в зависимости от индивидуальной особенности рук испытуемого и размеров его пальцев.

Исполнение лазерного биостимулятора в микроволноводном варианте позволяет использовать его в качестве переносного прибора, что способствует повышению функционального состояния оператора путем облучения непосредственно на рабочем месте.

Дальнейшая модификация этого устройства с применением мощных миниатюрных ОКГ, предназначенных для медицинских целей и обладающих необходимыми параметрами, в значительной степени расширит зону действия биостимулятора и позволит в ближайшее время создать компактные, обладающие большой надежностью и простотой в обращении комплексы, отвечающие требованиям техники безопасности, предъявляемым к медицинским приборам.

Поскольку лазерное излучение оказывает одновременное влияние на

функциональное и эмоциональное состояние человека, то потенциальная область применения разрабатываемых комплексов, с учетом возможностей микроволноводной когерентной оптики [7], очень широка.

В настоящее время для воздействия на различные биологически активные точки, расположенные на теле человека, разрабатывается шестиканальное биостимулирующее устройство, каждый из волоконных каналов которого выполнен в виде механически подвижного щупальца, снабженного присоской по типу применяемых в электрокардиографии. Это позволяет фиксировать микроволноводный облучатель относительно любой требуемой чувствительной точки тела человека.

Уже сейчас очевидна перспектива использования микроволноводных лазерных биостимулирующих устройств в космических медико-биологических комплексах, в системах реабилитации функционального состояния производственных рабочих, занятых на работах с использованием тяжелого физического труда, в спорте, где эмоциональные и физические перегрузки возрастают с каждым годом, и в других областях.

Не вызывает сомнений необходимость дальнейшего научного исследования механизма воздействия фотопунктуры с точки зрения различных биологических аспектов, с применением уже ставших классическими методов контроля: измерением кислородопоглощения ткани, измерением капиллярного кровотока в БАТ, оценкой состояния объекта по показаниям ЭКГ, ЭЭГ и т.д., а также составление санитарных норм на воздействие нетеплового излучения.

Все сказанное позволяет выдвинуть ряд дополнительных требований к созданию и разработке новых медицинских комплексов, позволяющих одновременно снимать и обрабатывать большое количество параметров, поступающих в результате эксперимента. Целью применения этих комплексов будет как терапевтическое, так и профилактическое стимулирующее воздействие на человека.

Литература

1. *Инюшин В.М., Чекуров П.Р.* Биостимуляция лучом лазера и биоплазма. Алма-Ата: 1975.
2. *Дуринян Р.А., Зольников С.М., Поплавко А.П.* Вопросы медицинской электроники. Таганрог: 1978. Вып.1. С.3.
3. *Колесников Г.Ф., Полубелов А.А.* Вопросы медицинской электроники. Таганрог: 1978. Вып.1. С.166.
4. *Мировицкий Д.И., Будагян И.Ф., Дубровин В.Ф.* Проблемы голографии. М.: МИРЭА, 1973. Вып.2. С.101.
5. *Чагулов В.С., Будагян И.Ф., Мировицкий Д.И., Гоїхман И.Э. и др.* Полимерный волоконный рефракционный световод для микроголографии. Экспонат ВДНХ, 1978.
6. *Будагян И.Ф., Мировицкий Д.И., Назаров В.Л.* Проблемы голографии М.:МИРЭА, 1975. Вып.5. С.88.
7. *Мировицкий Д.И., Будагян И.Ф., Дубровин В.Ф.* Современное состояние и перспективы развития голографии. Л.: Наука, 1974. С.93.

ГОЛОГРАФИЧЕСКАЯ ЛИНИЯ СВЯЗИ ДЛЯ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ ПЕРЕДАЧИ ДВУМЕРНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Проблемы голографии/Межвузовский сборник научных трудов. М.: МИРЭА, 1980. С.139-148.

Рассматривается способ передачи двумерных изображений через линию связи, основанный на компенсации искажений, вносимых средой распространения, путем совместной обработки передаваемого двумерного изображения и двумерного опорного сигнала.

Большинство известных и широко применяемых в настоящее время способов передачи информации являются по существу одномерными в том смысле, что используют для передачи только временную модуляцию носителя (электромагнитной волны), а многоканальность обеспечивается усложнением вида модуляции и разделением частот на поддиапазоны [1-3]. Дополнительные возможности заложены в рассматриваемой ниже системе с передачей двумерного оптического сигнала, т.е. с применением пространственной модуляции.

Для этой цели представляется целесообразным по линии связи передавать двумерный опорный сигнал в виде пространственно-немодулированного когерентного светового импульса, после чего от того же источника передается двумерный полезный сигнал, т.е. световой когерентный импульс, промодулированный двумерным изображением. Передача двумерного полезного сигнала производится, таким образом, со сдвигом на временной интервал, не превышающий характерную временную нестабильность линии связи; за счет этого как опорный, так и полезный сигнал будут претерпевать одни и те же искажения.

На выходе линии связи оба сигнала, полезный и опорный, совмещаются во времени и пространстве, и осуществляется запись голограммы, при этом компенсируются искажения, вносимые линией связи. Следует отметить, что очередность передачи опорного и полезного сигнала несущественна.

Предлагаемый способ обеспечивает передачу на оптических несущих частотах двумерной информации от нескольких корреспондентов к нескольким адресатам по общей линии связи.

Каждому корреспонденту и соответствующим ему адресатам отводится определенный временной интервал, в течение которого может осуществляться передача.

Как указывалось раньше, корреспондент передает с небольшим сдвигом во времени 2 коротких световых импульса, соответствующих опорному и полезному сигналам. Эти сигналы от всех корреспондентов поступают в общую линию связи, представляющую либо лучевод большого диаметра, либо свободное пространство. На входе адресата осуществляется временная селекция световых сигналов из линии связи с целью выделения сигнала от соответствующего корреспондента путем клапаниро-

вания световых сигналов в соответствии с передаваемыми по линии связи специальными синхроимпульсами на несущих частотах, отличных от несущих частот передаваемых изображений. После селекции опорный и полезный сигналы у абонента-адресата разделяются на разные каналы, и опорный сигнал задерживается во времени с целью совмещения его во времени с полезным сигналом.

Способ базируется на аппроксимации передаточной функции лучевода интегральным представлением вида:

$$U(\xi, \eta) = \int \int_{\Omega} u(x, y) L(x, y, \xi, \eta) dx dy, \quad (1)$$

где $U(\xi, \eta)$ - отклик лучевода на входной сигнал; (ξ, η) и (x, y) - координаты в выходной и входной плоскостях соответственно; $L(x, y, \xi, \eta)$ - функция, характеризующая свойства конкретного лучевода («оператор лучевода»).

Интеграл берется по входной апертуре Ω . Без ущерба для общности можно считать масштабы по осям x, y, ξ, η одинаковыми, а также принять одинаковыми апертуры на входе лучевода и на его выходе (т. е. приравнять поперечники апертуротводов у абонентов).

Определяющее влияние на возможность компенсации искажений при распространении сигналов через лучевод оказывает вид функции $L(x, y, \xi, \eta)$.

На примере лучевода квадратного сечения легко показать, что оператор лучевода L может быть представлен как функция линейных комбинаций переменных вида $(\xi+x), (\eta+y)$.

Действительно, для трубы квадратного сечения многократные отражения от внутренних стенок создают засветку в выходном сечении, эквивалентную освещению этого сечения группой источников, размещенных во входной плоскости лучевода, причем расположение и фазировка этих источников определяется числом и характером отражений световой волны от стенок трубы («эффект калейдоскопа»). Такое рассмотрение лучевода хорошо известно в теории СВЧ волноводов, где волну, распространяющуюся в трубе, представляют в виде суммы волн от ряда дискретных источников (см., например, Фейнмановские лекции по физике, том 6) [4].

Нетрудно убедиться, что для прямоугольной трубы выражение (1) можно представить в виде:

$$U(\xi, \eta) = \int \int_{\Omega} u(x, y) \cdot A(\xi-x, \eta-y) dx dy + \int \int_{\Omega} u(x, y) \cdot B(\xi-x, \eta+y) dx dy + \\ + \int \int_{\Omega} u(x, y) \cdot C(\xi+x, \eta+y) dx dy + \int \int_{\Omega} u(x, y) \cdot D(\xi+x, \eta-y) dx dy, \quad (2)$$

где A, B, C, D - составляющие оператора лучевода, соответствующие виду трубы (4 компоненты для квадратной трубы).

Взяв Фурье-преобразование от выходной функции освещенности $U(\xi, \eta)$ и учтя, что слагаемые в (2) представляют собой свертки функций, получим:

$$F\{U(\xi,\eta)\}=F\{u(x,y)\}\cdot F\{A\}+F\{u(x,-y)\}\cdot F\{B\}+F\{u(-x,-y)\}\cdot F\{C\}+F\{u(-x,y)\}\cdot F\{D\} \quad (3)$$

Если в качестве опорного сигнала U_0 , передаваемого через лучевод, принять сигнал от точечного источника $U_0=\delta(x,y)=\delta(x=0,y=0)$, т.е. $F\{U_0\}=1$, то соответствующий выходной сигнал (его Фурье-преобразование) дает необходимую информацию о параметрах лучевода между данными абонентами:

$$F\{U_0\}=F\{A\}+F\{B\}+F\{C\}+F\{D\} \quad (4)$$

Для упрощения восстановления полезного сигнала может оказаться целесообразным передавать его в виде, инвариантном относительно преобразований отражения (смены направлений осей X, Y).

Так, для прямоугольного лучевода это означает передачу не одной картинке, а 4-х, расположенных рядом в 4-х квадратах и образующих фигуру U_4 , симметричную относительно осей X и Y . При этом:

$$F\{U_4(x,y)\}=F\{U_4(\pm x,\pm y)\}=F\{U\}; \quad (5)$$

Для восстановления принятого изображения, как это следует из (1-5), необходимо после Фурье-преобразования принятых полезного и опорного сигналов произвести деление Фурье-отклика полезного сигнала на Фурье-отклик от опорного сигнала, а затем произвести обратное Фурье-преобразование частного от этого деления.

Таким образом, блок-схема обработки при приеме опорного и полезного сигналов может соответствовать изображенной на рис. 1. На этой схеме передающая аппаратура абонента содержит источник когерентного света 1, коммутатор 2, модулятор-преобразователь передаваемого изображения 5, шифратор 4, формирователь опорного сигнала 3, систему совмещения 6, устройство ввода информации в лучевод 7. Многомодовый лучевод 8 может содержать хаотизаторы 9. Хронизатор 20 посылает через устройство ввода 21 синхросигналы для абонентов.

Приемная аппаратура абонента содержит устройство ввода сигналов 10, блок выбора временного канала 11 (управляемый селектором 12 по принятым устройством ввода 15 синхросигналам).

После выделения (стробирования) во времени импульсов опорного и полезного сигнала нужного канала производится Фурье-преобразование (общей линзовой системой), а затем опорный и полезный сигналы разделяются друг от друга в блоке 15, и производится запись полу-

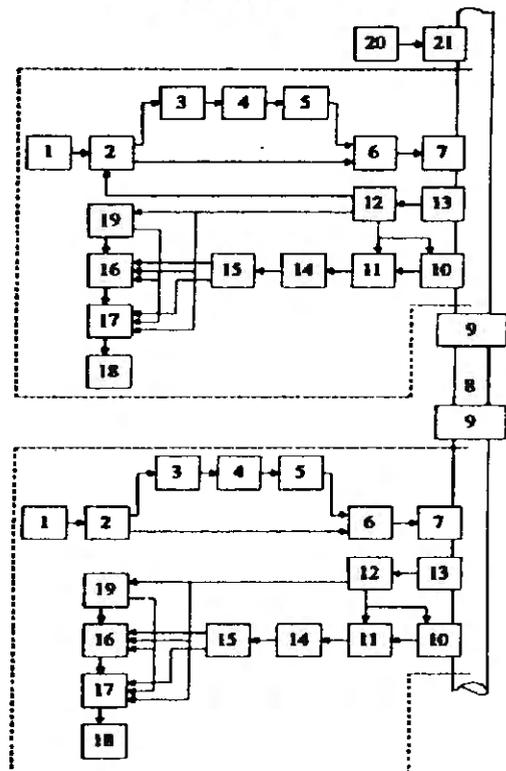


Рис. 1. Блок-схема голографической линии связи.

ченных спектров отклика на опорный сигнал (спектра оператора трубы) и на полезный (блоки оперативных носителей 16 и 17). Запись спектра опорного сигнала может производиться с одновременным осуществлением операции инверсии $1/F\{U_0\}$, что достигается выбором соответствующих характеристик применяемого оперативного носителя. Для записи полного комплексного спектра производится подсветка от местного лазера 19 обоих оперативных носителей. Записанные спектры модулируют когерентный пучок света от местного лазера 19, который затем проходит через линзовую систему для осуществления обратного Фурье-преобразования и создания условий наблюдения изображения (например, проецирования на экран).

Оперативные носители управляются во времени таким образом, чтобы запись спектров производилась в нужные моменты времени, а при прохождении света местного лазера не стиралась записанная информация.

Как уже отмечалось, у абонента, передающего информацию, в модуляторе 3 производится согласование спектра полезного сигнала с видом спектра оператора лучевода путем приведения входного сигнала к виду симметрии, характерному для заданной формы лучевода (например, учетверения картинка для прямоугольной трубы).

В случае необходимости может быть обеспечена секретность передачи путем установки у корреспондента шифратора, осуществляющего дополнительную пространственную фазовую модуляцию передаваемого изображения, а у абонента принимаемое изображение в этом случае пропускается через дешифратор в виде пластины с функцией пропускания, комплексно-сопряженной функции пропускания шифратора. Аналогично может осуществляться дополнительная фильтрация информации.

Для уменьшения влияния регулярных неоднородностей линии связи, а также для обеспечения вывода изображения с любой части апертуры линии связи, в процессе передачи информации по линии связи можно осуществлять пространственную хаотизацию передаваемых изображений, например, с помощью периодически размещенных по линии связи транспарантов с хаотической фазовой пространственной модуляцией (причем размер элементарных ячеек транспорта, естественно, должен быть не менее размера элемента передаваемого изображения).

Передача может осуществляться одновременно на 3-х и более поднесущих частотах, что обеспечивает передачу цветных изображений.

Наряду с передачей обычных двумерных изображений, при данном способе возможна передача двумерных голограмм объемных изображений с последующим восстановлением их у адресата.

Для передачи динамической информации, быстроменяющейся во времени, запись голограмм у адресата можно осуществлять на быстродействующий оперативный реверсивный оптический носитель с немед-

ленным восстановлением голограмм после их записи, что обеспечивает передачу в реальном масштабе времени.

При передаче на очень большие расстояния, когда сигналы претерпевают большое затухание, после суперпозиции полезного и опорного сигналов перед записью голограммы можно производить усиление световых сигналов.

Если интенсивность приходящих сигналов достаточна для записи голограммы, усиление изображения обеспечивается автоматически путем освещения голограммы от мощного источника, восстанавливающего изображение.

Оценка параметров. Если передаваемое изображение имеет, например, размер $24 \text{ мм} \times 36 \text{ мм}$ (стандартный размер, принятый в фототехнике), то трубу можно взять с диаметром 300 мм.

Пусть элемент разрешения передаваемого изображения составляет $2,4 \times 10^3 \text{ см}$. Расходимость пучка света с размерами, соответствующими элементу разрешения, приведет к тому, что часть лучей будет распространяться по лучеводу прямолинейно, а часть - путем переотражений от стенок лучевода, даже если последний не имеет изгибов.

Если взять коэффициент отражения от стенок, равным 0,999 (что реально для случая наклонного падения даже без специального покрытия стенок), то затухание в E раз произойдет после 1000 отражений.

Путь, проходимый излучением от первого отражения, можно найти по формуле: $\ell_{\text{отр}} = 2dD/\lambda$; где d - размер элемента разрешения, D - поперечный размер лучевода, λ - длина волны световой несущей.

Для $d = 2,4 \cdot 10^{-3} \text{ см}$, $D = 30 \text{ см}$ и $\lambda = 0,6 \cdot 10^{-4} \text{ см}$ получим $\ell_{\text{отр}} = 24 \text{ м}$. Таким образом, затухание сигнала в E раз произойдет на расстоянии в $\sim 24 \text{ км}$.

Минимальная длительность передаваемых сигналов определяется дальностью передачи, диаметром лучевода и числом переотражений в лучевode (включая переотражения, связанные с изгибами лучевода и неидеальностью его поверхности). Передаваемый световой импульс размывается во времени вследствие разной длины пути для лучей, испытывающих различное число отражений от стенок. Максимальное увеличение пути распространения (ΔL) между прямолинейно распространяющимся лучом и лучом, испытывающим переотражения от стенок, может быть определено по формуле: $\Delta L = L \lambda^2 / 8d^2$; где L - длина лучевода, λ - длина волны света, d - размер элемента.

Для $L = 24 \text{ км}$, $\lambda = 0,6 \cdot 10^{-4} \text{ см}$ и $d = 2,4 \cdot 10^{-3} \text{ см}$, максимальный набег пути распространения составляет около 2 м. Этот набег определяет минимальную длительность используемых сигналов, составляющую в данном случае $\sim 0,66 \cdot 10^{-8} \text{ сек}$ (исходя из времени прохождения светом 1 м - $0,33 \cdot 10^{-8} \text{ сек}$). Принимая временной интервал между опорным и рабочим сигналом равным 10^{-8} сек , получим, что суммарное время передачи кадра (включая опорный и рабочий сигналы) составит около $\tau_k = 2,3 \cdot 10^{-8} \text{ сек}$. Заметим, что если принять интервал между опорным и рабочим сигналом 10^{-8} сек , ли-

ния связи длиной 24 км, выполненная из материала с температурным коэффициентом более 1 град/сек (исходя из допустимого фазового набега 36°). Это намного превышает реальные температурные изменения окружающей среды.

Пропускная способность линии связи для принятого поперечного размера элемента разрешения $2,4 \cdot 10^{-3}$ см, соответствующего четкости в 1000 линий для кадра 24×36 мм², составит порядка $4 \cdot 10^{-7}$ кадров в секунду, что при частоте 25 кадров в секунду дает возможность передавать по одному лучеводу для черно-белого телевидения около $16 \cdot 10^5$ телевизионных программ с четкостью в 1000 строк (в каждом цвете).

Учитывая спектр передаваемых частот $\Delta f \approx 2/\tau_k = 10^8$ Гц, можно использовать, помимо временного, также и частотный способ разделения каналов передач. При этом пропускная способность линии связи, использующей диапазон видимого электромагнитного излучения, достигает величины 10^{22} бит/сек и более.

При передаче объемных (голографических) изображений использование трех дискретных цветовых несущих дает в рассматриваемом примере пропускную способность 600 каналов при четкости 1000 строк по всем 3 координатам.

Литература

1. Оптические кабельные системы//ЭИ зарубежная техника связи, 1976 № 8. С. 3-17.
2. Экспериментальная система оптической связи с широкой емкостью 6,3 Мбит/с//ЭИ радиолокация, телевидение, радиосвязь, 1976 г, №26. С. 16-17.
3. *Cremosnik G.* Передача информации при помощи лазерного луча//Informationsübertragung mit Laserstrahlen Tech. Rdseh., 1976, 68, №12. P.21.
4. *Фейнман Р., Лейтон Р., Сендс М.* Фейнмановские лекции по физике. М.: Мир. 1966.

ОПЕРАТИВНЫЙ НОСИТЕЛЬ ДЛЯ ЗАПИСИ, ЗАПОМИНАНИЯ И ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ ВИДИМЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Проблемы голографии/Межвузовский сборник научных трудов. М.: МИРЭА, 1980. С.149-156.

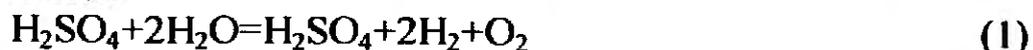
Рассматривается вопрос построения оперативного носителя с использованием фазовых зародышей, образующихся на фотопроводнике в электролите.

В настоящее время в телевидении, для записи голограмм, в оптических устройствах обработки информации различного назначения, в проекционной и копировальной технике ощущается потребность в разработке оперативного носителя, позволяющего осуществлять запись динамических изображений с последующим воспроизведением этих изображений.

Авраменко Р.Ф. и Аскарьяном Г.А. предложен способ получения видимого изображения [1], на основании этого способа было разработано устройство, принцип действия которого основан на получении «пузырькового» изображения на поверхности фотопроводника, граничащего с электролитом, под действием электрического тока, протекающего через фотопроводник и электролит при освещении фотопроводника изображением, предназначенным для записи (электролит выбирается так, чтобы в результате электролиза на фотопроводнике выделялся газ).

Как известно [2-5], свет и заряженные частицы создают в фотопроводниках носители зарядов. Чувствительность известных фотопроводников составляет $0,1 \div 10$ А/лм, т.е. $\sim 10^2 \div 10^4$ частиц/эВ. Если на фотопроводник направить свет, несущий изображение, то в фотопроводнике образуются носители зарядов, пространственное распределение которых будет соответствовать записываемому изображению, при этом по цепи - источник питания, электролит, фотопроводник, источник питания - потечет ток, распределение плотности которого также будет соответствовать записываемому изображению. Прохождение тока через электролит, представляющий собой, например, водный раствор серной кислоты, вызывает на поверхности фотопроводника появление пузырьков газа - водорода, воспроизводящих изображение.

Реакция выделения водорода, записанная в молекулярном виде, в этом случае имеет вид:



В качестве электролита в оперативном носителе, кроме H_2SO_4 , могут быть использованы и другие кислоты, а также щелочи и соли. При использовании в качестве электролита кислот, во всех случаях на границе фотопроводник - электролит выделяется водород. При использовании в качестве электролита водных растворов солей и щелочей, на границе фотопроводник - электролит также будет выделяться водород, если метал-

лы, входящие в состав солей и щелочей, стоят в ряду активности элементов левее водорода [6]. При этом будет происходить разложение воды, например, согласно реакции: $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{Na}^+ \pm 2\bar{e} = \text{H}_2 + 2\text{NaOH}$.

На втором электроде оперативного носителя, при использовании в качестве электролита водных растворов щелочей, азотной и серной кислот, а также их солей, выделяется кислород (1).

Размер и количество пузырьков водорода на поверхности фотопроводника будет определяться числом рожденных в фотопроводнике носителей тока. Так, например, образование пузырька радиусом r соответствует числу носителей: $N = 4/3 \cdot \pi r^3 N_L$, где N - число носителей тока; r - радиус пузырька; N_L - число Лошмидта, равное числу молекул в 1см^3 ($N_L = 2,678 \cdot 10^{10}\text{ см}^{-3}$).

Зная чувствительность фотопроводника η , получим оценку энергозатрат на образование пузырька: $W_0 = N/\eta = 4/3 \cdot \pi r^3 N_L/\eta$. Например, при $r = 1$ мкм и $\eta = 10^3\text{ эв}^{-1}$ энергозатраты равны $W_0 \approx 10^5$ эв или $W_0 \approx 10^{-14}$ Дж.

Принимая площадь энергопоступления $S_1 \approx \pi r^2$, получаем плотность энергии, необходимую для одного пузырька: $Q = W_0/S_1 = 4/3 \cdot \pi r N_L/\eta$. Подставляя численные значения, получаем $Q < 10^{-6}$ Дж/см².

Полученное «пузырьковое» изображение освещается дополнительным мощным источником света и, т.к. пузырьки газа в жидкости образуют поверхность раздела фаз с высоким коэффициентом рассеяния [6], на выходе устройства получается изображение, яркость которого на несколько порядков больше яркости первичного изображения, создавшего пузырьки.

Коэффициент усиления K устройства можно определить, если предположить, что свет дополнительного источника с плотностью энергии Q^* полностью рассеивается пузырьком, площадь рассеяния которого $S_2 \approx \pi r^2$, тогда: $K = Q^* \pi r^2 / W_0 = Q^* / Q = 3Q^* \eta / 4N_L r$;

Например, при освещении светом с плотностью энергии $Q^* = 1$ дж/см² получим $K = 10^6$.

Коэффициент усиления можно увеличить, сбросив давление в объеме с электролитом, тем самым увеличив объем пузырьков (после того, как получены пузырьки радиуса r) и, следовательно, рассеивающую способность. При этом: $K_1 = Q^* \pi R^2 / Q \pi r = K(R/r)^2 = K(V/V_0)^{3/2}$; где K_1 - коэффициент усиления после сброса давления; R - радиус пузырька после сброса давления; V - объем пузырька после сброса давления; V_0 - объем пузырька до сброса давления.

Для того, чтобы мощное считывающее излучение не вызывало рождения новых пузырьков, на время считывания цепь прохождения тока через электролит разрывается. Цепь прохождения тока можно не разрывать, если записывающее и считывающее излучения имеют различные неперекрывающиеся спектры, а фотопроводник реагирует только на записывающее излучение.

Для записи и воспроизведения изображений, меняющихся во времени, синхронно со сменой кадров необходимо стирать «пузырьковое» изображение. Этого можно достичь увеличением давления в объеме с элек-

тролитом до растворения пузырьков, например, с помощью мембраны, изменяющей внутренний объем устройства. В связи с тем, что электролит, представляющий собой жидкость, практически несжимаем, изменение объема определяется объемом пузырьков, образующих изображение. Линейное перемещение мембраны l определяется из выражения: $l = AV/S_M$; где A - количество разрешаемых положений; V - объем одного пузырька; S_M - площадь мембраны. Например, при разрешении 1000×1000 элементов, радиусе одного пузырька 1 мкм и площади мембраны 300 мм^2 перемещение мембраны $l \approx 10^{-5} \text{ мм}$.

Быстрота смены кадров изображения определяется быстродействием фотопроводника и временем выращивания и стирания пузырьков. Можно ожидать получение быстродействия $\sim 100 \text{ Гц}$.

Разрешающая способность оперативного носителя зависит от размера используемых пузырьков и может достигать значения 1000 линий/мм (что подтверждается и экспериментально).

Для удаления из оперативного носителя отработанных газов в устройстве могут быть различные приспособления. Так, для удаления кислорода или галогенов может использоваться клапан, открывающийся по мере накопления газов. Для удаления водорода может использоваться палладий, поглощающий водород в соотношении объемов $900:1$. Необходимый объем палладия V_{Pd} можно определить из выражения: $V_{Pd} = 4/3 \cdot \pi r^3 A f t K_1 K_2$; где r - радиус одного пузырька; A - количество разрешаемых положений; f - частота смены кадров; t - время работы оперативного носителя; K_1 - объемный коэффициент ($K_1 = 1/900$); K_2 - коэффициент полноты использования кадра ($K_2 \approx 0.5$).

Для обеспечения непрерывной работы оперативного носителя в течение, например, 1000 часов ($r = 1 \text{ мкм}$, $A = 1000 \times 1000$, $f = 50 \text{ Гц}$) объем палладия должен быть равен 360 мм^3 . Такой объем имеет кубик с размерами $\sim 7 \times 7 \times 7 \text{ мм}$.

Все элементы устройства должны быть стойкими к электролиту.

На рис. 1 изображена описанная выше базовая схема оперативного носителя. В этой конструкции запись можно производить через прозрачное окно 8 и слой электролита 4 (записывающий свет показан пунктиром), либо с внешней стороны фотопроводника 2 (записывающий свет показан штрих-пунктиром). Во втором случае электрод 1 должен быть прозрачным. Считывающий свет, показанный сплошными линиями, освещает «пузырьковое» изображение 9 через прозрачное окно 8.

Так как фотопроводник 2 непосредственно контактирует с электролитом, необходимо спе-

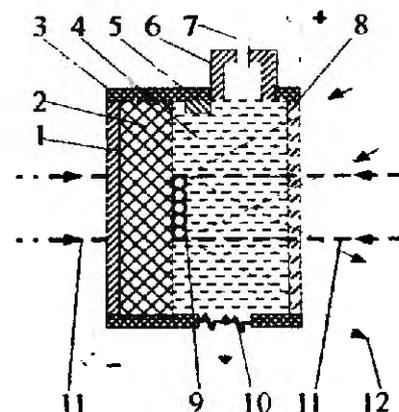


Рис. 1. Оперативный носитель:

- 1 - первый электрод; 2 - фотопроводник; 3 - корпус; 4 - электролит; 5 - палладиевый поглотитель водорода; 6 - второй электрод; 7 - клапан выпуска газов; 8 - прозрачное окно; 9 - «пузырьковое» изображение; 10 - мембрана; 11 - записывающий свет; 12 - считывающий свет.

циально подбирать пары фотопроводник - электролит, чтобы фотопроводник не растворялся в электролите. Практически, в оперативном носителе можно использовать фотопроводники на основе германия и кремния, т. к. германий растворяется в горячей концентрированной H_2SO_4 , концентрированной HNO_3 и в царской водке, а кремний растворяется только в смеси $HF+HNO_3$.

Для исключения рождения пузырьков газа при отсутствии записывающего излучения фотопроводник должен иметь возможно большее удельное (темновое) сопротивление.

Устройство, показанное на рис. 1, может иметь различные модификации. Так, например, если спектры записывающего и считывающего излучений совпадают или частично перекрываются, для того, чтобы не разрывать цепь прохождения тока через электролит (при этом запись и считывание производятся одновременно), между фотопроводником и электролитом может быть помещена пластина, обладающая анизотропной проводимостью (ток может протекать только в направлении, нормальном к поверхности фотопроводника) и непрозрачная для считывающего света. Пластина представляет собой набор микропроводников, спеченных в изоляторе. Толщина и шаг проводников выбирается из требуемого разрешения.

В случае использования в устройстве анизотропно-проводящей пластины, выбор материалов для изготовления фотопроводника значительно расширяется, т.к. исключается воздействие на фотопроводник электролита. В таком устройстве могут использоваться любые известные фотопроводники.

Устройство изменения объема для схлопывания пузырьков также может быть выполнено отлично от показанного на рис. 1, например, может быть использован пьезоэлемент.

Для удаления из объема с электролитом отработанных газов, вместо клапана 7 и палладиевого поглотителя водорода 5, можно использовать катализатор реакции соединения газов, образующихся в процессе работы устройства, в первоначальное вещество, продуктом разложения которого являются газы. Так, например, если в процессе работы устройства выделяются водород и кислород (в результате разложения воды), то внутрь устройства можно поместить пластину, на которой водород и кислород, соединяясь, образуют воду.

Описанное устройство может работать в режиме запоминания. Запоминание определяется временем свободного растворения пузырьков.

Оперативный носитель может применяться не только для записи и усиления видимого изображения, но также и для инфракрасного, ультрафиолетового и рентгеновского излучений, и может использоваться для визуализации, усиления и модуляции этих излучений (считывание также можно производить, например, ультрафиолетовым или инфракрасным светом).

Были проведены эксперименты по получению «пузырькового» изображения при воздействии на фотопроводник видимого излучения. В кювету наливался 20% водный раствор серной кислоты. Использовалась пластина фотопроводника на основе кремния. На поверхность фотопроводника, через слой электролита, с помощью оптического устройства проектировалось записываемое изображение. При подаче на кювету напряжения наблюдалось образование «пузырькового» изображения, состоящего из множества мелких пузырьков.

Построение описанного оперативного носителя позволит реализовать такие его достоинства, как простота конструкции, малые габариты, высокую разрешающую способность, большой коэффициент усиления, способность преобразовывать изображение из одного спектрального диапазона в другой.

Оперативный носитель можно будет использовать в различных оптоэлектронных устройствах обработки и отображения информации, в частности, для записи и усиления голограмм, в телевидении, в проекционной технике, для создания аппаратуры больших экранов, для визуализации невидимых процессов.

Литература

1. Авраменко Р.Ф., Аскаръян Г.А., Николаева В.И.//Письма в ЖТФ, т.11, №19, 1976. С.902.
2. Рывкин С.М. Фотоэлектрические явления в полупроводниках. М.: ГИФМЛ, 1963.
3. Соболева Н.А., Меламид А.Е. Фотоэлектронные приборы. М.: Высшая школа, 1974.
4. Свечников С.В. Элементы оптоэлектроники. М.: Сов.радио, 1971.
5. Александров Г.А. и др. Пузырьковые камеры. М.: Госатомиздат, 1963.
6. Перельман В.И. Краткий справочник химика. М-Л.: Химия. 1964.

ПУБЛИКАЦИИ В ПЕРИОДИЧЕСКИХ ИЗДАНИЯХ ПРЕССЫ

Александр Давидьянц

ШАРОВАЯ МОЛНИЯ В ПОРТФЕЛЕ

Гудок, 23 августа 1991 г.

«Сенсационное фундаментальное открытие, приоритет в развитии нового направления науки», - такую высокую оценку получила в прессе смелая мысль советских ученых, утверждающих, что Вселенная состоит в основном из электронных воли, обладающих огромными запасами энергии. Станет ли новое открытие революционным шагом вперед, открытием, претендующим на Нобелевскую премию, покажет время. А пока предлагаем нашим читателям беседу с одним из авторов концепции, известным советским ученым академиком Р.Авраменко. Интервью с ним представляет особый интерес еще и потому, что Авраменко и его коллеги всего несколько лет назад были людьми «засекреченными», и публикация об их работе свидетельствует о том, что народные средства, направляемые на оборонный комплекс, оказывается, не всегда расходуются напрасно и конверсия может принести обществу большую пользу.

Договариваясь о встрече с Р.Авраменко, руководителем исследований в Центральном научно-производственном объединении «Вымпел» Минрадиопрома СССР, я попросил академика, поскольку речь пойдет о вещах сложных, о крупном научном открытии, продемонстрировать какую-нибудь действующую техническую разработку, подтверждающую гипотезу ученых. И Римилей Федорович слово свое сдержал. Едва мы пожали руки, как он открыл портфель и вытащил оттуда небольшую пластмассовую коробочку. Щелкнул тумблер, и вскоре раздались чуть слышные взрывы. Из прибора вырывалась тонкая светящаяся струйка плазмы. А затем для большей убедительности Римилей Федорович положил на маленькое отверстие, из которого она вылетала, обыкновенную стальную безопасную бритву. Очередной взрыв - и ученый протягивает мне еще горячее лезвие с пробитой в нем дырочкой.

- В приборе, который я вам продемонстрировал, происходят процессы, имитирующие образование шаровой молнии, - пояснил мой собеседник. - Как это ни странно, но до последнего времени ни зарубежная, ни отечественная наука не имела четкого представления о том, что является основной причиной происхождения не только шаровых, но и обычных молний. Выдвигалось много различных версий, но ни одна из них не могла быть признана реальной, поскольку не объясняла самого главного -

откуда берется та колоссальная энергия, которая сопровождает эти процессы. Мы же показали, что молнии, смерчи и другие подобные природные явления происходят из-за скопления над поверхностью Земли огромной массы электронных волн, имеющих высокую концентрацию. Время от времени масса эта разряжается, сверкают молнии, звучит гром. Точно такие процессы проходят в нашем приборе. Нам удалось воссоздать в лабораторных условиях плазмopodobные образования, идентичные возникающим шаровым молниям, показать, что эти объекты обладают весьма необычными физическими свойствами. И в первую очередь здесь необходимо отметить высокое удельное энергосодержание и нелокальность - способность дистанционного взаимодействия с окружающей средой. Благодаря такому взаимодействию и появляется возможность извлекать дополнительную энергию.

Эти открытия, другие наблюдения помогли нам сделать вывод, что окружающий нас мир заполнен не только реликтовым фотонным излучением, но и электронными волнами, совокупность которых составляет большую часть массы Вселенной. И что самое главное - они представляют совершенно новый для нас и по существу неисчерпаемый - источник энергии. Кроме того, нам удалось обнаружить еще одно свойство электронных волн - их способность образовывать Бозе-конденсат (так ученые называют спаренные электронные волны). Это позволило нам впервые наблюдать высокотемпературную сверхпроводимость в диэлектриках.

- Так, значит, вы - первооткрыватели новой неведомой энергии? - поинтересовался я.

- Это так и не совсем так. Я бы сказал, что наше открытие (а исследованиями более 20 лет занималась большая группа ученых ЦНПО «Вымпел» и наших коллег из других институтов) - закономерный итог развития человеческой мысли.

А истоки гипотезы уходят далеко в глубь веков. Еще пять тысяч лет назад люди научились строить так называемые «хенджи» - круговые каменные сооружения диаметром в сотни метров. По их окружности устанавливались камни высотой до семи метров. Они зарывались глубоко в землю. Что же заставляло землян строить такие громадные сооружения, обтачивать камни, доставлять их издалека? Долгое время считалось, что это древние астрономические обсерватории. Но потом ученые пришли к выводу, что люди уже тогда знали о существовании неведомой энергии и пользовались ею. Дело в том, что достаточно было сесть на камни, расположенные в центре круга, образующего своеобразный резонатор, и человек начинал «заряжаться», обретал силу и даже вылечивался от многих болезней. Описание подобных сооружений можно встретить в Библии. «Хенджи» - эти каменные «лечебницы» - сохранились до наших дней. Только в Англии насчитывается около 900 таких, уже, конечно, полуразрушенных, сооружений.

То, что люди давно знали о мощном влиянии этой энергии на окружающую среду, подтверждает и другой общеизвестный факт - строительство пирамид в Египте. Эти сооружения сделаны так, что внутри них воздействие энергии, наоборот, уменьшается, то есть происходит понижение концентрации энергетического фона, что и позволяет хранить вечно мумии фараонов. С другой стороны, человеку находиться долго в лабиринтах пирамид просто опасно для жизни. Известно немало печальных случаев, когда смельчаки погибали после посещения древних сооружений.

- Пять тысяч лет - это, конечно, гигантский срок в истории развития человечества, и неужели за такое длительное время жителям Земли так и не удалось открыть эту энергию раньше и поставить ее на службу человеку?

- Почему же, попыток в этом направлении было много, но, пожалуй, самый весомый вклад в науку внес американский ученый Никола Тесла (1856-1943 г.г.). Он вошел в историю как изобретатель в области электро и радиотехники. Ему первому удалось создать многофазные электрические машины и схемы распределения многофазных токов. Так что трехфазный ток, которым мы сегодня пользуемся, - изобретение великого американца. Однако, к сожалению, в нашей стране мало кто знает, что Тесла добился поразительных результатов, работая над проблемой передачи энергии на расстояние без проводов. Еще в 1898 году ему удалось создать чудо-машину, которая передавала электроэнергию мощностью 10 кВт, и в доме, находившемся в 50 километрах от нее, горели лампочки.

В начале двадцатых годов Тесла даже обратился к советскому правительству с предложением применить в нашей стране именно этот способ получения и передачи энергии, поскольку считал, что на бескрайних просторах России, особенно в сельской местности, его машины могут найти широкое применение. Однако его обращение так и осталось без ответа. А позже - в тридцатые годы - Тесла разработал и создал экологически чистый автомобиль, который работал на электроэнергии. Он двигался со скоростью 90 миль в час. Однако в этом автомобиле не было каких-либо аккумуляторов - энергия черпалась прямо из окружающей среды с помощью плазменного преобразователя.

- Так почему же человечество не воспользовалось его гениальными изобретениями? Почему мы начали строить гидро-, тепло- и атомные электростанции, что в конечном итоге привело к разрушению природы и даже к чернойбыльской трагедии? Почему в мире производятся в огромном количестве автомобили, отравляющие окружающую среду, хотя была прекрасная альтернатива?

- Так это сегодня, оглядываясь в прошлое, мы можем делать выводы, что лучше, а что хуже. А тогда ученым казалось, что они на правильном пути. К тому же не надо забывать, что в любые времена существуют «светила науки», «корифеи», завоевавшие монопольное право на истину,

и бороться с ними очень трудно. Особенно, когда огромное количество специалистов, предприятий, организаций, фирм работает только в этом направлении и стремится получить максимум прибыли.

- Естественно, напрашивается вопрос, а понимал ли Тесла, что творил?

- Думаю, что частично понимал. Однако Тесла, как и некоторые наши современники за рубежом, пользующиеся сегодня самодельными бытовыми конверторами, вырабатывающими электроэнергию, делал это неосознанно, работал, что называется, на ощупь. Ведь, чтобы понять существо наблюдаемых процессов, нужно опираться на квантовую теорию, которая в те времена еще не была столь широко известна.

- Да, конечно, Тесле не повезло. Но сейчас, когда иссякают запасы многих видов природных ресурсов - нефти, угля, газа, срочно нужны новые, экологически чистые источники энергии. Даст ли такой шанс человечеству ваше открытие? Что вы конкретно предлагаете?

- Мы предлагаем, конечно, не сразу, а постепенно, отказаться от атомной энергетики, не строить больше гидро- и теплоэлектростанций, а перейти к электронной энергетике. Кстати, мир уже освоил электронные информационные технологии, пора перейти и на энергетическую электронную технологию. Так, практически уже сегодня можно приступить к разработке электростанции нового типа. Между прочим прибор, который я вам продемонстрировал, это и есть электростанция в миниатюре. Машины, действующие по такому принципу, смогут давать людям ток и при этом будут безвредны.

Ведутся исследования и в другом важном направлении. Эксперименты показали, что обработка радиоактивных веществ электронными волнами может в миллион раз ускорять процесс их распада. А это значит, что у нас появляется уникальная возможность уже сегодня, а не через тысячелетия, ликвидировать последствия чернобыльской катастрофы. Электронными волнами высокой концентрации можно будет обрабатывать загрязненные территории, в том числе и дома, и люди смогут вернуться туда и жить. Такой машины по дезактивации еще пока нет, но мы готовы ее создать. Недавно в Верховный Совет РСФСР направлено наше предложение на этот счет. Для разработки и создания этих технических средств мы просим у российского парламента чуть больше четырех миллионов рублей. Через три года планируем проведение полевых испытаний.

Как видите, открытие нового вида энергии совершенно меняет наше представление об окружающем мире и в этот критический для планеты момент дает возможность прекратить наконец-то варварское истребление природы и восстановить экологическое равновесие.

А когда Римилий Федорович намекнул, что электронная энергия позволит перевести на новое «топливо» не только наземные виды транспорта, но и космические корабли, я мгновенно сообразил, что передо мной

сидит человек, который уже, вероятно, разгадал тайну передвижения НЛО - непознанных летающих объектов.

- Так, может быть, «летающие тарелки» и используют энергию электронных волн? И вообще, интересно, верите ли вы в существование внеземных цивилизаций?

- Начну со второго вопроса, - сказал Р. Авраменко. - НЛО - это реальность. Сужу об этом не понаслышке. Сам недавно стал свидетелем необычного зрелища. Случилось это в очень красивом месте - в бухте Провидения, что в Беринговом проливе. Так вот, в течение пяти минут, я наблюдал, как над морем летали три тарелки. Причем одна из них стартовала прямо из-под воды. Я находился на берегу, на расстоянии восьми километров от объектов, но пользовался биноклем и видел все это очень хорошо. Тарелки полетали, полетали, а потом скрылись. А что касается топлива, на котором работают НЛО, то не исключено, что инопланетяне используют энергию электронных волн. Именно она позволяет развивать такие огромные скорости, извлекая энергию прямо из окружающей среды.

- И последнее. Можно ли рассчитывать, что в нынешней сложной ситуации ваши интересные идеи будут воплощены в нашей стране?

- Что ж, будет очень жаль, если этого не произойдет. Во всяком случае силы для их воплощения у нас есть - научный потенциал у Советского Союза огромен. К тому же наша страна получает уникальную возможность не только поправить свои дела, но и выйти благодаря использованию электронной энергии на самые передовые позиции в научно-техническом прогрессе.

ПЛАЗМЕННЫЙ ЩИТ СМОЖЕТ УБЕРЕЧЬ ВСЮ ПЛАНЕТУ ОТ ЯДЕРНОЙ УГРОЗЫ

ОГОНЁК, №16, апрель 1995.

Сообщения прессы о встрече в апреле 1993 года президентов США и России в Ванкувере были очень подробны. Однако так и осталось не совсем понятным: предложил ли Борис Ельцин своему американскому другу провести в районе атолла Кваджалейн совместный широкомасштабный эксперимент «Доверие» («Trust»), который положил бы начало общей работе по созданию глобальной системы противоракетной защиты. Только летом того же года информированный журнал американского ВПК «21-st CENTURY Science and Technology» поведал наконец, что разговор на эту тему между президентами был. О чем же беседовали политики? Что это за эксперимент?

Плазменное оружие практически уже создано в России. Его действие основано на фокусировании в верхних слоях атмосферы пучков электромагнитной энергии лазерного или сверхвысокочастотного (СВЧ) излучения, которые способны будут в скором будущем поражать любые цели, летящие на сверхзвуковых или околозвуковых скоростях. В фокусе лазерных или СВЧ-лучей, на высоте до пятидесяти километров возникает облако высокоионизированного воздуха. Попадая в него, любой предмет - ракета, самолет, метеорит - сходит с траектории полета и разрушается под воздействием чудовищных перегрузок, возникающих от резкого перепада давления на поверхности и внутри летящего тела. Причем - и это принципиально - энергия, направляемая наземными компонентами плазменного оружия - оптическими генераторами, антеннами, концентрируется не на самой цели, а чуть впереди нее. Это не «сжигает» ракету или самолет, а «сбивает» с пути.

Академик Римилий Авраменко, главный конструктор НИИ радиоприборостроения и научный руководитель работ по созданию плазменного оружия в России, считает свое детище - плазмоид - неуязвимым. Кроме того, плазменное оружие противоракетной обороны ПВО, по его мнению, будет не только стоить на несколько порядков дешевле СОИ, но и многократно проще в создании и управлении.

Плазмоид, кстати, имеет двойное назначение. С помощью такого аппарата можно «штопать» озоновые дыры в атмосфере и уводить с орбит космический мусор.

По достоверным сведениям, на нашем научном полигоне уже проводились испытания, при которых снаряд, пролетая через плазменные ряды, отклонялся от своей обычной траектории и саморазрушался.

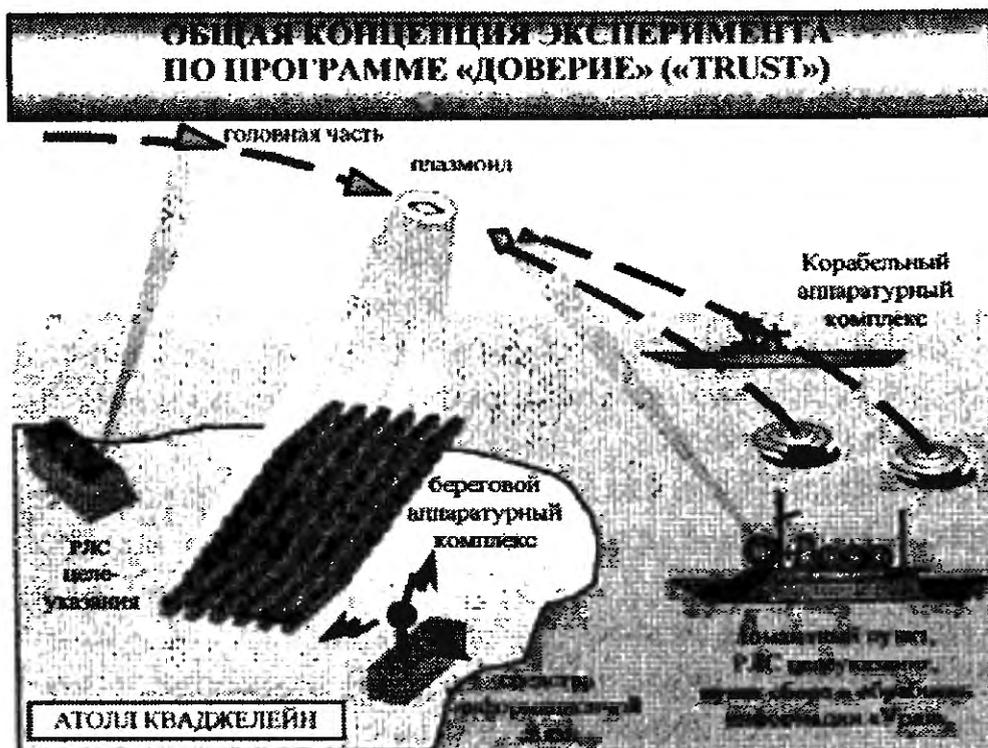
Крупнейшие ученые России - лауреат Нобелевской премии, создатель лазеров академик Александр Прохоров, президент РАН Юрий Осипов,

исследователь плазмы академик Андрей Гапонов-Грехов стали инициаторами испытания российского плазменного оружия совместно с США на реальных целях - баллистических ракетах и сверхзвуковых самолетах. Это и есть эксперимент «Доверие». В его разработке участвовали ученые из ВНИИ экспериментальной физики Арзамаса-16, ЦАГИ, ЦНИИ машиностроения из подмосковного Калининграда, НИИ радиоприборостроения.

Россия могла бы доставить на противоракетный полигон США в Тихом океане компоненты плазменного оружия: СВЧ-генераторы и несколько десятков тысяч фазированных антенн. Соединенные Штаты предоставили бы свою электронику и вычислительную технику, где приоритет за ними. Ракеты можно было бы запускать как с территории нашей страны, так и с ракетных полигонов США.

Эксперимент, по мнению наших ученых, может стоить около 300 млн. долларов. Это, кстати, на два порядка меньше, чем запланировано в американском бюджете на создание собственного плазменного оружия. У России таких средств сейчас нет. Поэтому и предложила наша страна еще в 1993 г. Соединенным Штатам объединить усилия в создании глобальной системы противоракетной обороны. Эксперты также считают, что если США и дальше продолжат работать над этой проблемой самостоятельно, то расходы составят 30 млрд. долларов без твердой уверенности в успехе.

Насколько известно, Билл Клинтон до сих пор ничего не сообщил Борису Ельцину по поводу эксперимента «Доверие». Возможно, потому что



российское плазменное оружие опирается на открытия сразу в нескольких областях науки, которые глубоко разработаны в России, но пока недостаточно изучены в США. А любые политики и ученые не любят показывать свое невежество.

ВО ВЛАДИМИРЕ-30 ИСПЫТАНО ПЛАЗМЕННОЕ ОРУЖИЕ

Реализация программы «Планета» может привести к краху «Боинга», «Локхида», и «Макдоннел-Дугласа»

«Неделя», №25, 14-20 июля 1997.

В апрельском номере (24) «Недели» мы предоставили слово академику Анатолию Басистову, генеральному конструктору ПРО, который утверждал, что США обязательно выйдут из договора по ПРО 1972 года. Тогда, две недели спустя после мартовского саммита в Хельсинки президентов России и США, этому прогнозу не хотел верить никто. И вот неизбежное произошло - 22 июня на противоракетном полигоне Кваджалейн на Маршалловых островах проведено успешное испытание разработанной концерном «Боинг» противоракеты принципиально нового типа, оснащенной бортовой аппаратурой оптической селекции ложных целей в заатмосферной зоне. Сразу после этих испытаний министр обороны США Уильям Козн заявил, что США готовы развернуть национальную систему ПРО. Конгресс открыл щедрое финансирование проекта - 17 миллиардов долларов должны быть освоены за пять лет, и к 2002 году территория США станет недоступна для баллистических ракет любого потенциально-агрессора.

А что же Россия? На первый взгляд кажется очевидным, что «догнать и перегнать» США в области ПРО, любое, даже самое робкое движение в направлении нового витка гонки вооружений будет губительным для нашей ослабленной экономики. Финансовые проблемы армии и ВПК стали притчей во языцех - эти структуры пребывают почти что в состоянии клинической смерти, где уж тягаться с американцами, какие там 17 миллиардов долларов - и десятой части этой суммы невозможно сейчас наскрести. При этом большинство специалистов по геополитике вполне отдают себе отчет, что, защитив свою территорию от ракетного удара, США выходят на качественно новые позиции и по отношению к своим противникам, и по отношению к своим союзникам. Старая как мир конкуренция явственно просматривается за убедительными декларациями и трогательными лобзаниями высших должностных лиц в Денвере. Национальная система ПРО - аргумент не менее весомый, чем атомное оружие полвека назад, и те государства, которые ее не имеют, неизбежно ощутят сильнейшее давление со стороны монопольного обладателя. Для России это означает серьезную угрозу и без того шатким позициям в тех секторах мирового рынка, где еще держатся отечественный капитал и технологии - прежде всего в области сырьевых ресурсов и вооружений. На пороге но-

вого столетия мир может превратиться в однополюсную систему и последствия такого превращения оптимизма не вызывают.

На этом печальном фоне особое внимание привлекает программа создания принципиально новых оборонных систем (шифр программы «Планета»), международную известность эта программа получила как проект «Trust»), возглавляемая одним из ведущих российских специалистов в области СПРН, ПРО и лучевого оружия академиком Р.Ф.Авраменко.

- Римилий Федорович, каковы основные принципы технологии плазменного оружия?

- Любые атакующие объекты, будь то самолет, крылатая ракета или боеголовка, рассчитаны на движение в атмосфере. Идея плазменного оружия состоит в том, чтобы потоком мощного излучения СВЧ диапазона создать управляемый, движущийся вблизи цели плазмодид в атмосфере. Представьте себе летящий самолет, под одним крылом которого вдруг исчезает воздух. Что произойдет? Появляется чудовищный вращающийся момент - самолет начинает крутить с бешеной скоростью и он разрушается. То же самое происходит и с боеголовкой. Даже на высоте около 50 километров воздуха вполне достаточно, чтобы боеголовка от такого несимметричного воздействия превратилась в турбинку, раскрутилась и была разорвана собственными центробежными силами, причем никакого



противодействия с борта атакующей цели оказать этому процессу невозможно. Таким образом, плазменное оружие представляет собой универсальный механизм, позволяющий уничтожать любые объекты, движущиеся в атмосфере - грубо говоря, этот принцип позволяет как бы ставить подножку, использовать для уничтожения цели ее собственную кинетическую энергию.

И не нужно никаких противоракет?

Противоракеты - это каменный век по сравнению с лучевым оружием. Скорость противоракеты около пяти километров в секунду, а плазменное оружие - это скорость света. Выигрыш во времени настолько велик, что плазменное оружие становится оружием гарантированной защиты. Гарантированной! А противоракетные системы вроде А-135 - это скорее политический аргумент, чем действенное оружие. Их невозможно испытывать как систему - на полигоне испытываются фрагменты, а про систему в целом, на месте монтажа, никогда нельзя сказать, в каком состоянии она находится в настоящий момент. Это то же самое, что продавать билеты на самолет, который никогда не летал, но тем не менее слеплен из испытанных отдельно друг от друга крыльев, фюзеляжа и двигателя. Вы полетите на таком самолете?

А предлагаемый вами вариант можно будет испытывать в боевом режиме, развернув его, например, вокруг Москвы ?

Конечно. Не только можно, но и необходимо. Хоть каждую неделю.

Противоракеты несут ядерный заряд - уже по этой причине испытания систем ПРО, развернутых вокруг городов, мягко говоря, проблематичны. А какие экологические последствия могут быть при испытаниях систем типа «Планета» ?

Главным экологическим последствием будет восстановление озонового слоя.

Звучит просто фантастично: оружие гарантированной защиты, да еще и экологически чистое. Но это теория, а существуют ли образцы, реализованные в «металле» ?

Во Владимире-30 с помощью, установок, создающих плазмоиды, нами были успешно поражены артиллерийские снаряды, летящие со скоростью примерно километр в секунду.

То есть на сегодняшний день «Планета» реализована до уровня опытно-конструкторской разработки ?

Давно уже готов эскизный проект. Готова кооперация разработчиков. К созданию рабочих образцов мы готовы приступить хоть завтра.

Так в чем же дело ? Почему страна еще не под гарантированной защитой ?

История «Планеты» слишком сложна и многообразна, чтобы останавливаться на ней подробно. Так или иначе, а результатом битвы на полях приватизации собственности ВПК стала остановка проекта.

Кто же из власть имущих приложил руку к этому процессу ?

В значительной степени постарался заместитель секретаря Совета Безопасности Николай Михайлов, а также господин Кокошин. Благодаря «правоохранительной инициативе» одного из вице-премьеров мой коллега - главный конструктор важного направления по элементной базе «Планеты» Петр Иванович Петров - три месяца отсидел в Бутырках. К нему не подпускали адвоката и вышибали компромат на научного руководителя «Планеты» Авраменко, вашего покорного слугу.

А первые лица государства ?

В октябре 1993 года я лично докладывал Виктору Степановичу Черномырдину состояние работ по «Планете». Мы проговорили полтора часа. Он с пониманием отнесся к проблеме и подписал распоряжение о выделении средств. Плазменное оружие - это ведь только одна составляющая программы «Планета», есть еще задача снижения аэродинамического сопротивления в гражданской авиации - ее решение приводит к громадной экономии топлива, плюс создание нового поколения безъядерных экологически чистых источников электроэнергии. Несмотря на то, что Черномырдин - газовщик, он занял мудрую позицию в этом вопросе.

Деньги были выделены через гражданскую организацию - Госкомоборонпром. Но в позу встало Минобороны, вмешался Сосковец, с его помощью тогда пытались дискредитировать решения Черномырдина и парализовать проведение этих работ. Последствия этих событий и определяют сегодняшнее состояние дел.

А на ваш взгляд, российская экономика в сегодняшнем состоянии способна выдержать расходы по такому масштабному проекту, как «Планета» ?

В том-то и дело, что в «Планете» мы впервые преодолеваем принципиальный экономический рубеж - оружие защиты становится существенно, на порядок дешевле оружия нападения. Стоимость создания баллистических ракет или такого монстра, как А-135, превышает стоимость систем, построенных на принципах плазменного оружия, в десятки раз.

Так почему же происходит торможение ?

Принципы, заложенные в «Планете», - это своего рода революция в оборонной тематике, это признано в многочисленных публикациях в зарубежных средствах массовой информации. Реализация этих принципов в боевых образцах оставит без работы ведущие военно-промышленные концерны, как зарубежные, так и отечественные. «Боинг», «Локхид», «Макдоннел-Дуглас», фирма Сухого и многие другие останутся без заказов. Боевые самолеты не нужны - они в принципе не могут прорваться через «Планету», крылатые ракеты, ну что вы, это семечки для такой системы, баллистические ракеты - бессмыслица, деньги, которые тратятся на их создание, в тысячи раз превышают деньги, которые нужны будут для построения защиты на основе плазменного оружия. Поэтому я перебегаю дорогу многим коллегам. И создается угроза существованию сложившихся огромных коопераций фирм - производителей вооружения.

Подошел ли кто-нибудь в мире к созданию лучевого оружия так же близко, как вы ?

Американцы сейчас приступили к развертыванию боевых лазерных систем на границе Израиля. Эти установки предназначены для борьбы с артиллерийскими системами залпового огня типа «Град». Но об экспериментах с плазменным оружием, аналогичных проведенных нами во Владимире-30, пока никаких сообщений не поступало. Правда, несколько российских установок, испытывавшихся в свое время на полигоне Сары-Шаган в Казахстане, в связи с известными политическими обстоятельствами стали собственностью этого государства, и об их дальнейшей судьбе мне ничего не известно.

Вы с надеждой смотрите в будущее?

Я буду бороться, пока Бог здоровье дает. Сейчас мои надежды - на Президента России.

ПЛАЗМЕННАЯ АЭРОДИНАМИКА: УДИВИТЕЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

SAMOLET, №1(5), 1995. С.15-20.

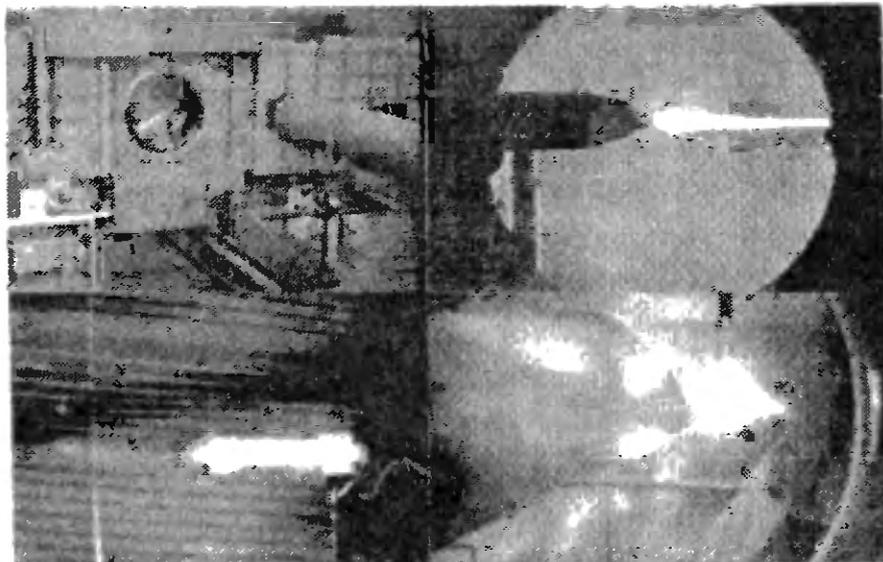
Человечество с древних времен мечтало о больших скоростях передвижения. С развитием науки и техники эти мечты стали осуществляться - появились реактивные самолеты, ракеты, космические корабли. Мы расскажем о первых опытах использования плазменного состояния вещества для достижения больших скоростей полета.

Снижение сопротивления потока - ключевая проблема улучшения аэродинамических характеристик летательного аппарата, от решения которой коренным образом зависят все другие характеристики, включая технико-экономические. Исследователи и конструкторы всегда стремились к поиску оптимальных форм и других способов снижения такого сопротивления. Одним из способов является управление свойствами пограничного слоя, например, посредством вдувания или отсоса газов. Аналогичные эффекты в гидродинамике достигаются за счет формирования кавитационного обтекания.

Еще в 60-е годы в нашем институте проводились аэробаллистические испытания моделей летательных аппаратов, снабженных пороховыми аккумуляторами давления. Было убедительно показано, что симметричный выдув пороховых газов в носовой части модели приводит к значительному снижению аэродинамического сопротивления. Несимметричный же выдув позволяет управлять траекторией полета.

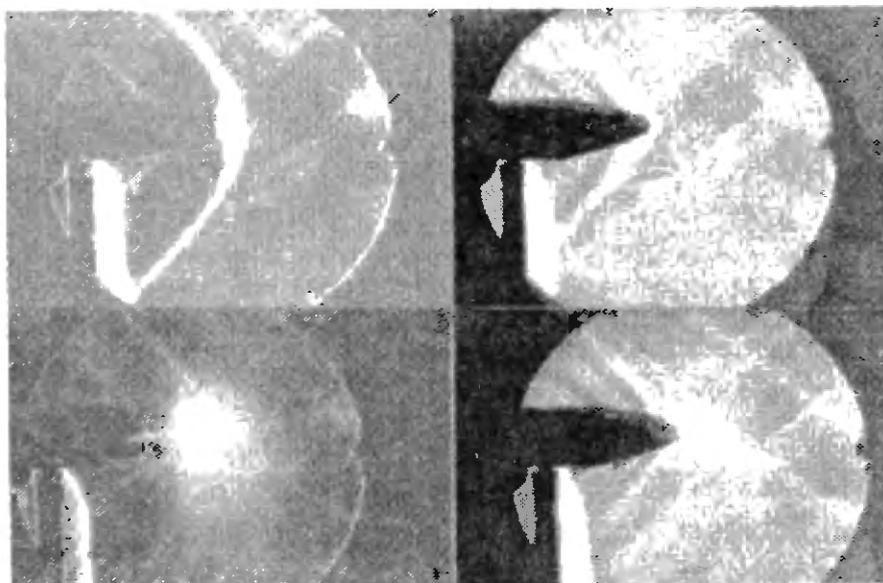
Открытие в начале 80-х годов явления аномального обтекания тел в плазме положило начало систематическим исследованиям в этой области. Результаты физических и аэродинамических экспериментов, проведенных научными коллективами НИИ радиоприборостроения, физико-технического института им. Иоффе Российской академии наук и Государственного НИИ авиационных систем под руководством авторов открытия - академика Российской академии естественных наук Р. Авраменко и члена-корреспондента этой академии В. Николаевой, стали первым камнем в фундаменте новой области авиационной науки - плазменной аэродинамики. Различные аспекты этого явления активно исследуются в разных научных организациях страны. Существенным элементом этих исследований является создание плазменных генераторов, образующих плазму с заданными характеристиками, изучение свойств плазмы и способов управления ими. Объединение плазменного генератора и аэродинамической трубы со всеми сопутствующими ее системами позволило получить уникальный научный инструмент для изучения процессов образования плазмы, поведения ее в потоке и влияние ее на традиционные аэродинамические характеристики тел различной формы.

Общий вид рабочей зоны аэродинамического стэнда, на котором проводились эксперименты с плазменным генератором



Плазменное образование в неподвижной среде с использованием твердотельного генератора

Результаты экспериментов с простейшими телами



Изменения волновых картин обтекания тел без плазмы и при наличии плазменного образования

процессу обтекания новые свойства - наличие между потоком и телом горячего газа с пониженной плотностью, возможность ламинизации течения, изменение характера волнового сопротивления. Ведутся работы по созданию плазменного генератора непрерывного действия, использующего в качестве рабочего тела жидкий органический состав на основе авиационного топлива. Эта технология может существенно ускорить внедрение на самолетах плазменных систем снижения аэродинамического сопротивления.

Для аэродинамических исследований в институте используется аэродинамическая труба замкнутого типа. Поток создается от работы авиационных двигателей. Регулируемое с помощью электропривода сопло обеспечивает плавное изменение скорости потока в диапазоне от 0,2 до 3,5 М. Такая конст-

В ГосНИИ авиационных систем разработан твердотельный эрозионный плазменный генератор с рабочим телом из полиметилметакрилата. Создаваемая им плазма представляет собой высокоэнтальпийную среду с высоким, на отдельных режимах близким к единице, коэффициентом преобразования подводимой электрической энергии в энергию плазмы. Генератор

обеспечивает создание и непрерывное поддержание плазмы в течение 5-6 сек. Плазма обладает уникальными электрофизическими и газодинамическими свойствами с компактной конфигурацией в пространстве.

Важной особенностью плазменного образования является полимерный, в основном углеводородный, состав. Это придает

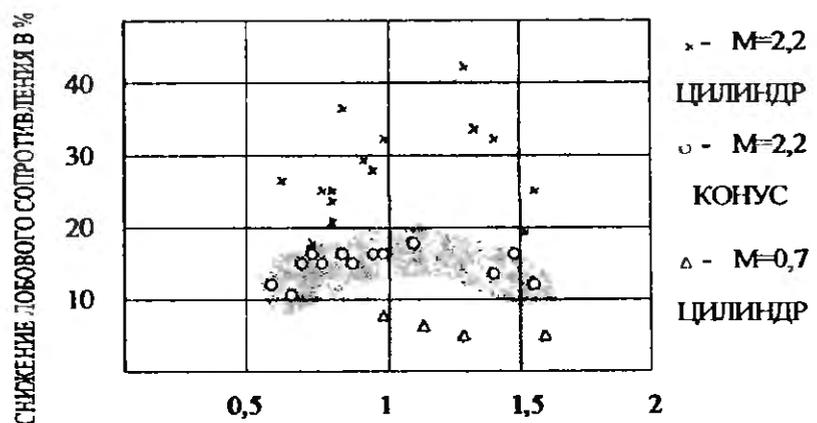
рукция позволяет получать в рабочей зоне трубы размером 400x400 мм дозвуковые и сверхзвуковые течения с очень низкой неравномерностью поля скоростей $<0,05 M$, что обеспечивает необходимую чистоту экспериментов. Для измерения аэродинамических характеристик используются шестикомпонентные тензометрические весы.

Уже закончена первая серия экспериментов с продувками моделей, имитирующих фрагменты планера самолета (носовая часть, элементы крыла, воздухозаборники). Эти эксперименты практически подтвердили выдвинутую авторами открытия гипотезу о том, что образованная на обтекаемом теле плазма воспринимается как новый объект, на котором формируется самостоятельный скачок уплотнения. За этим скачком меняется характер течения - оно становится дозвуковым, что приводит к уменьшению лобового сопротивления.

Установлено, что при выдуве плазмы навстречу потоку с $M=2,13$ снижение лобового сопротивления достигает 40% по отношению к продувкам без плазмы и слабо зависит от соотношения электрической мощности и мощности потока при дозвуковых и сверхзвуковых режимах обтекания. Если этот эффект сохранится и при меньших энергозатратах на образование плазмы, то применение плазменных систем снижения аэродинамического сопротивления на перспективных самолетах может быть экономически оправданным уже в недалеком будущем.

В нашем институте начата новая серия экспериментов по исследованию изменения коэффициента подъемной силы на масштабной модели самолета с крылом изменяемой геометрии. Намечаются другие эксперименты, уже сформировались рекомендации по направлениям исследований, которые будут проводиться под руководством Р. Авраменко и В. Николаевой. Продолжаются аэродинамические исследования и работы по оценке технической реализации плазменных образований с необходимыми свойствами в реальных конструкциях самолетов. Создаются методики расчета эффективности их использования на самолетах будущего. Кроме того, планируется проведение технических, технологических и конструкторских проработок вариантов бортовых плазменных генераторов.

Впереди работы по созданию систем управления такими генераторами и интегрирование их с системами управления полетом. Необходимы также исследования с использованием больших аэродинамических труб ЦАГИ, ракетного скоростного трека на полигоне авиационных систем и летающих моделей. Они позволят полнее оценить влияние масштабных факторов на изменение аэродинамического качества летательных аппаратов с плазменными генераторами.



ВМЕСТО ПОСЛЕСЛОВИЯ^{*)}

Попытки выявить «сигнал» из потока зашумленной первичной информации об аномальных, малопонятных и вовсе непонятных, с позиций современной науки, явлениях во многом обречены на провал априори. Обречены в связи с подразумеваемой само собой для любого современного ученого справедливостью базовых, аксиоматических положений физики. По-видимому, в этой ситуации также малоперспективны различные, в том числе и весьма квалифицированные научные построения, базирующиеся на фундаменте первичной аксиоматики. К концу XX века почти все забыли, что исходная научная (физическая) аксиоматика - это лишь продукт группового соглашения ученых, выработанные ими «правила игры», имеющие смысл и действующие только в пределах определенного круга изучаемых явлений (на конкретном научном «стадионе»). За пределами этого круга - реальная жизнь, реальная Природа со своими законами, которые еще предстоит узнать, понять и использовать (надемся, только во благо человечества). Вкладывать в эти соглашения физический смысл так же абсурдно, как, например, придавать физический смысл правилам игры в футбол при отсутствии самого футбола - ворот, мяча, площадки, игроков...

В связи с публикацией гипотезы о кванте пространства-времени нельзя не указать, что понятия «пространство» и «время» также не имеют какого-либо другого смысла, отличного от понятия «удобное аксиоматическое соглашение ученых о способе упорядоченного описания окружающего мира и событий в нем». Свойствами же может обладать только физический объект (явление), описываемый в терминах «пространство» и «время».

В качестве еще одного примера можно привести понятие «поле». В США (см. Берклеевский курс физики, т.4) справедливо учат студентов, что фактически никаких полей, как самостоятельных сущностей, никто никогда экспериментально не наблюдал. В нашей стране на это обстоятельство указывал до войны И.Е.Тамм: «Поле есть лишь удобный (для

^{*)} Рецензия Р.Ф.Авраменко и В.И.Николаевой на публикацию О.Спиридонова «Вселенные рождаются непрерывно (гипотеза о кванте пространства-времени)». АНОМАЛИЯ/Научно-информационный вестник ИТАР-ТАСС и Ассоциации «Экология Непознаемого». № 3-91(4), 1991 г.

рассматриваемого круга явлений - Р.А., В.Н.) способ описания реально наблюдаемого дистантного взаимодействия тел (объектов)».

Аксиомы, как известно, не подлежат дальнейшему анализу. Для более полного и простого описания действительности их можно только заменить на более адекватные. Поэтому, в свете сказанного, можно понять неэффективность современной науки для прорыва в новые области знания. Для радикального продвижения вперед необходимо вернуться на ряд шагов назад, выявить ошибочные аксиоматические положения (или их ошибочную современную трактовку), выработать новые, более адекватные «правила игры».

БИБЛИОГРАФИЯ ТРУДОВ Р.Ф.АВРАМЕНКО

1. О некоторых особенностях разряда при атмосферном давлении в пучке электромагнитных волн. - Направлена в ЖТФ, 1967. Совместно: Батанов Г.М., Николаева В.И.

2. Нарушение симметрии закона электромагнитной индукции относительно направления магнитного векторного потенциала электромагнитного поля. - Заявка на открытие ОТ-8896 от 16.10.1974 г. Совместно: Грачев Л.П., Николаева В.И.

3. Дополнение к разделу «Теоретические основания» заявки на предполагаемое открытие № ОТ-8896, 1975 г. Совместно: Грачев Л.П., Николаева В.И.

4. Голографические свойства гиперсферы. - Проблемы голографии/Межвузовский сборник научных трудов. Вып.6, стр. 64-75, М.: МИРЭА, 1975. С.64-75. Совместно: Николаева В.И.

5. Проблемы современной электродинамики и биоэнергетика. - Электропунктура и проблемы информационно-энергетической регуляции деятельности человека. М.: ЦНИИЭНТИ Министерства угольной промышленности СССР, 1976. С.186-213. Совместно: Грачев Л.П., Николаева В.И.

6. Информационная энергетика и гипотеза волновой психофизики. - Электропунктура и проблемы информационно-энергетической регуляции деятельности человека. М.: ЦНИИЭНТИ Министерства угольной промышленности СССР, 1976. С.169-185. Совместно: Балубова Д.В., Николаева В.И., Пушкин В.Н.

7. Описание электромагнитного поля с помощью потенциалов и проблемы передачи информации - 4-й Международный симпозиум по теории информации/Тезисы докладов. Ч.1. М.-Л., 1976. С.11-16. Совместно: Грачев Л.П., Николаева В.И.

8. Оперативный носитель для обработки информации. - ЖТФ, т. 46, №12, 1976. Совместно: Аскарьян Г.А., Николаева В.И.

9. Экспериментальная проверка дифференциальных законов электромагнитного поля. - Научно-технический отчет. М.: НИИРП, 1976. Совместно: Грачев Л.П., Николаева В.И.

10. Заявка на открытие. - № ОТ 9216, 1976.

11. Вопросы микроволноводной лазерной биостимуляции. - Голографические методы обработки информации/Межвузовский сборник научных трудов. М.: МИРЭА, 1978. С.27-32. Совместно: Андреев А.А, Будагян И.Ф., Завитневич Ю.В., Мировицкий Д.И., Николаева В.И.

12. Лазерная биостимуляция и пути аппаратурной реализации с использованием микроволноводной техники. - Научная конференция «Психофизическое состояние человека и информативность БАТ»/Тезисы докладов. Киев, 1979. Совместно: Будагян И.Ф., Андреев А.А., Щипанов В.А.

13. Информационный принцип неопределенности Вудворда и принцип неопределенности Гейзенберга. - Тезисы доклада, 1975. Совместно: Николаева В.И.

14. Некоторые аспекты реализации голографического процесса с использованием волновых свойств вещества. - Средства миниатюризации голографической аппаратуры/Межвузовский сборник научных трудов. М.: МИРЭА, 1980. С.162-175. Совместно: Мировицкий Д.И., Николаева В.И.

15. К вопросу об информационном взаимодействии изолированных систем без передачи энергии. - Вопросы психогигиены, психофизиологии, социологии труда в угольной промышленности и психоэнергетики. М., ЦНИИ Экономики и науч.-тех. информации угольной промышленности, 1980. С.341-357. Совместно: Николаева В.И., Пушкин В.Н.

16. Голографическая линия связи для параллельной передачи двумерных изображений. - Средства миниатюризации голографической аппаратуры/Межвузовский сборник научных трудов. М.: МИРЭА, 1980. С.139-148. Совместно: Есаков В.Н., Николаева В.И.

17. Оперативный носитель для записи, запоминания и воспроизведения видимых динамических изображений. - Средства миниатюризации голографической аппаратуры/Межвузовский сборник научных трудов. М.: МИРЭА, 1980. С.149-156. Совместно: Аскарьян Г.А., Есаков В.Н., Николаева В.И., Щипанов В.А.

18. О структуре ударной волны в слабоионизированной неизотермической плазме. - Письма в ЖЭТФ, 1981, т. 34, вып. 9. С. 485. Совместно: Рухадзе А.А., Теселкин С.Р.

19. Генерация тока быстрыми частицами и болидами. - Письма в ЖТФ, 1982, т. 8, вып.20. Совместно: Аскарьян Г.А.

20. К волновой концепции биоэнергетики. - Методы рефлекторной диагностики, терапии и реабилитации для совершенствования оздоровительной работы в угольной промышленности. Вып. 5. М.: НТО-горное Минугольпрома СССР, 1983. С.135-138. Совместно: Николаева В.И.

21. Учет квантово-механических эффектов при оценке энергосодержания ионизированных динамических сред – М., 1983. Совместно: Николаева В.И.

22. О существовании квантово-механической энергии фона. Экспериментальные данные. – Научно-технический отчет. М.: НИИРП, 1984.

23. Возможные аспекты биофизического назначения мегалитических сооружений древних. - Лечебно-профилактическая работа на предприятиях угольной промышленности. Вып.7. М.: ЦНИИЭНТИ Министерства угольной промышленности СССР, 1989. С.95-108. Совместно: Николаева В.И., Симачева О.Г.

24. Экспериментальное исследование долгоживущих плазменных образований. - Сб. научных трудов ЯрГУ. Деп. ВИНТИ №3658-86, 1989. Совместно: Бахтин Б.И., Николаева В.И., Поскачеева Л.П.

25. Исследование лабораторного аналога шаровой молнии. - Шаровая молния/Тезисы докладов. Вып. 1. М.: ИВТАН, 1990, С.17. Совместно: Бахтин Б.И., Николаева В.И., Поскачеева Л.П., Широков Н.Н.

26. Исследование плазменных образований, инициируемых эрозионным разрядом. - ЖТФ, 1990, т.60, вып.12. С.57-64. Совместно: Бахтин Б.И., Николаева В.И., Поскачеева Л.П., Широков Н.Н.

27. Квантовая энергия электронного Бозе-конденсата в окружающей среде. - М.: Химия, 1991. 32 с. Совместно: Николаева В.И.

28. Будущее открывается квантовым ключом. - Наука в СССР. М., 1991. Совместно: Николаева В.И.

29. Рецензия на публикацию О.Спиридонова «Вселенные рождаются непрерывно (гипотеза о кванте пространства-времени)». Аномалия/Научно-информационный вестник ИТАР-ТАСС и Ассоциации «Экология непознанного». №3-91 (4). М., 1991.

30. Квантовая модель шаровой молнии. - Шаровая молния/Тезисы докладов. Вып.2. М.: ИВТАН, 1991. С.124-128. Совместно: Николаева В.И.

31. Экспериментальное исследование долгоживущих образований из неидеальной плазмы. - Научный Совет АН СССР по проблеме: физика низкотемпературной плазмы/Труды выездной секции газового разряда. УДК 551.594.2. М.: ЯРГУ, 1991. Совместно: Бахтин Б.И., Николаева В.И., Поскачеева Л.П., Широков Н.Н.

32. Экспериментальное исследование структуры, динамики формирования и спектров излучения энергоемких плазменных образований. - Исследование электрических разрядов в атмосфере/Сборник. Ярославль: ЯрГУ, 1991. Совместно: Бахтин Б.И., Николаева В.И., Поскачеева Л.П. и др.

33. Прохождение энергоемких плазменных образований через круглые отверстия, плоские щели и трубки. Шаровая молния/Тезисы докладов.

Вып.2. М.: ИВТАН, 1991. С.53-64. Совместно: Николаева В.И., Поскачеева Л.П. и др.

34. Квантовые явления при микроплазменных разрядах вблизи заряженного острия. - Научно-техническая конференция Сухумского Физико-технического института/Тезисы докладов. Сухуми, 1991. Совместно: Николаева В.И.

35. О возможности квантовой интерпретации некоторых метеорных явлений. – Аномалия/Научно-информационный вестник ИТАР-ТАСС и Ассоциации «Экология непознанного». №3-92 (16), М., 1992. Совместно: Николаева В.И.

36. Спонтанная генерация магнитного поля за ударной волной в газоразрядной плазме. - ЖТФ, 1993, т. 63. вып. 5. Совместно: Климов А.И., Николаева В.И.

37. Экспериментальное исследование взаимодействия энергоемкого плазменного образования с ударной волной и мощным лазерным лучом. – Теплофизика высоких температур, 1993, т. 31. №1. Совместно: Гридин А.Ю., Климов А.И., Николаева В.И.

38. Экспериментальное исследование энергоемких компактных плазменных образований. - Теплофизика высоких температур, 1993, т.30. №12. С.1057. Совместно: Гридин А.Ю., Климов А.И., Николаева В.И.

39. Experimental Investigation of Compact High-Energy Plasmoids. ICBL, Article Series Nr. 1993/2.

40. Экспериментальные исследования прохождения радиосигналов по ферритовому кольцу - Научно-технический отчет. М.: НИИРП, 1993.

41. Энергоемкие плазменные образования, инициируемые эрозионным разрядом - лабораторный аналог шаровой молнии - Шаровая молния в лаборатории. М.: Химия, 1994. С.15-56. Совместно: Николаева В.И., Поскачеева Л.П.

42. Экспериментальное изучение энергоемких компактных плазменных образований. - Шаровая молния в лаборатории, М.: Химия, 1994. С.56-66. Совместно: Николаева В.И., Поскачеева Л.П.

43. Энергетика будущего - альтернативный подход. – Аномалия/Научно-информационный вестник ИТАР-ТАСС и Ассоциации «Экология Непознанного». №1-94 (23). М., 1994. Совместно: Кременцов В.И., Николаева В.И., Пащина А.С.

44. Энергодвигательные проблемы космического транспорта - X Московский Международный Симпозиум по истории авиации и космонавтики/Материалы Симпозиума. М.: РАН-РКА, 1995. С.48.

45. Взаимодействие электромагнитных волн с искусственными протяженными плазменными образованиями. - Научно-технический отчет. М.: НИИРП, 1996.

46. Путь «небесного огня» - Альманах «Логос Вселенной». Вып.1. М.: Белые Альвы, 1999. С.45-49.

47. Эффекты пирамид с позиций квантовой физики. – Тезисы.

48. О возможной роли коллективных процессов в слабоионизированной неравновесной плазме и природа шаровой молнии. - Тезисы доклада. Совместно: Климов А.И., Николаева В.И., Федотов А.Б.

49. Использование окружающей среды для направленной канализации электромагнитного излучения. - Научно-технический отчет. М.: НИИРП, 1998.

50. Problems of Energy and Motor Installatjions for Spacecraft. Summary of the Report. - Acta Astronautika, 1998, v. 43, №1-2. Pp 63-64. Совместно: Николаева В.И. Пашина А.С., Лебедев П.Д. и др.

51. Experimental Research of Energy Balance During the Formation of EPO. - Proc. 6th Symp. on Ball Lightning (ISBL 99). Belgium, Antwerp, August 1999. Совместно: Николаева В.И., Поскачеева Л.П.

52. Experimental and Theoretical Researhes of the Energy Exchange Between the Electrical Circuits, Containing Plasma Active Elements and Environment. - Proc. 6th Symp. on Ball Lighting (ISBL 99), Belgium, Antverp, aug. 1999. Совместно: Гришин В.А., Николаева В.И., Пашина А.С., Поскачеева Л.П.

53. Некоторые особенности формирования плазмоедов применительно к проблемам аэродинамики. Перспективы МГД и плазменных технологий в аэрокосмических приложениях/Сборник докладов. М.: ИВТАН, 1999. С.134-138. Совместно: Гришин В.А., Николаева В.И., Пашина А.С.

54. Изменение обтекания тел в слабоионизированной плазме. – Материалы отытия. Диплом №007, 1987. Совместно: Николаева В.И., Климов А.И., Мишин Г.И. и др.

АВТОРСКИЕ СВИДЕТЕЛЬСТВА НА ИЗОБРЕТЕНИЯ

55. Авторское Свидетельство №17715, 30.11.1957, приоритет от 18.02.1957. Совместно: Вейсбейн М.М., Орлова Н.Г., Кельзон В.С.

56. Авторское Свидетельство №19848, 18.06.1959, приоритет от 27.11.1958. Совместно: Иванцов В.М.

57. Авторское Свидетельство №21340, 11.07.1960, приоритет от 22.02.1960.

58. Авторское Свидетельство №22094, 16.01.1961, приоритет от 29.07.1960. Совместно: Савельев Г.И., Пантелеев В.Ф., Скосырев А.М.

59. Авторское свидетельство №22247, 18.02.1961, приоритет от 27.07.1960. Совместно: Каринский С.С.

60. Авторское Свидетельство №24684, 11.08.1962, приоритет от 10.05.1961. Совместно: Слока В.К., Муравьев В.И.

61. Авторское Свидетельство №22752, 08.07.1960, приоритет от 08.07.1961г.
62. Авторское Свидетельство №27490, 16.03.1964, приоритет от 03.12.1962. Совместно: Вейсбейн М.М., Кельзон В.С., Тарковский И.В. и др.
63. Авторское Свидетельство №25282, 17.12.1962, приоритет от 01.06.1962. Совместно: Пономарев А.Г.
64. Авторское Свидетельство №21340, 01.06.1962, приоритет от 17.12.1962. Совместно: Пономарев А.Г.
65. Авторское Свидетельство №28409, 19.08.1964, приоритет от 14.06.1963. Совместно: Слока В.К.
66. Авторское Свидетельство №31131, приоритет от 17.06.1963. Совместно: Вузман П.М. Каринский С.С. и др.
67. Авторское Свидетельство №28778, 12.10.1964, приоритет от 22.10.1963. Совместно: Шумаков В.А.
68. Авторское Свидетельство №166380, 26.09.1964, приоритет от 22.02.1964. Совместно: Вагин А.И., Уточкин Б.А.
69. Авторское Свидетельство №34078, 15.06.1966, приоритет от 16.06.1964. Совместно: Васильев А.А, Ляхов Ю.А., Муравьев В.И.
70. Авторское Свидетельство №39487, 02.11.1967, приоритет от 04.02.1965. Совместно: Каринский С.С., Вузман П.М., Скосырев А.М.
71. Многоканальный ультразвуковой преобразователь - Авторское Свидетельство №294232, 13.10.1970, приоритет от 07.07.1969. Совместно: Николаева В.И. и др.
72. Способ голографирования объекта в условиях искажающего влияния среды. - Авторское Свидетельство №392781, 07.05.1973, приоритет от 28.09.1970. Совместно: Николаева В.И. и др.
73. Авторское Свидетельство №79838, 10.06.1974, приоритет от 27.09.1971. Совместно: Аскаръян Г. А., Николаева В.И.
74. Искровой генератор импульсных высокочастотных колебаний - Авторское Свидетельство №586773, 07.09.1977, приоритет от 25.08.1972. Совместно: Николаева В.И. и др.
75. Авторское Свидетельство №81204, 08.08.1974, приоритет от 23.10.1972. Совместно: Бородин Н.Д., Долженков А.А. и др.
76. Голографический способ мультиплексной параллельной передачи двумерной информации - Авторское Свидетельство №453977, 21.08.1974, приоритет от 17.09.1973. Совместно: Николаева В.И. и др.
77. Голографическое устройство мультиплексной параллельной передачи двумерной информации - Авторское Свидетельство №454855, 28.08.1974, приоритет от 24.09.1973. Совместно: Николаева В.И. и др.
78. Авторское Свидетельство №91836, 02.12.1975, приоритет от 12.12.1973. Совместно: Николаева В.И., Симон Ю.Ю.

79. Устройство записи, усиления и преобразования изображений, создаваемых излучением в фотопроводнике - Авторское Свидетельство №679046, 16.04.1979, приоритет от 18.04.1974. Совместно: Аскаръян Г.А., Владимирский Р.А., Курбаков В.Г., Николаева В.И.

80. Голографический способ параллельной передачи двумерной информации на оптических частотах - Авторское Свидетельство №535843, 22.07.1976, приоритет от 21.06.1974. Совместно: Николаева В.И.

81. Авторское Свидетельство №129187, 04.04.1979, приоритет от 05.06.1978. Совместно: Бакут П.А., Демин А.А., Жуков Д.С., Троицкий И.Н.

82. Способ регуляции психофизиологического состояния человека - Авторское Свидетельство №1003413, 09.10.1982, приоритет от 29.12.1979. Совместно: Николаева В.И. и др.

83. Устройство синхронизации излучения вибраторов искрового генератора и импульсных высокочастотных колебаний - Авторское Сидетельство №905996, 14.10.1981, приоритет от 04.04.1980. Совместно: Будагян И.Ф., Климов А.И., Николаева В.И. и др.

84. Авторское Свидетельство №162348, 03.08.1981, приоритет от 11.06.1980. Совместно Аскаръян Г.А., Николаева В.И.

85. Авторское Свидетельство №174153, 02.06.1982, приоритет от 23.03.1981. Совместно: Климов А.И., Николаева В.И. и др.

86. Авторское Свидетельство №197719, 01.02.1984, приоритет от 08.04.1981. Совместно: Бахрах Л.Д., Курочкин А.П., Николаева В.И.

87. Авторское Свидетельство №203338, 28.05.1984, приоритет от 06.08.1981. Совместно: Климов А.И. Николаева В.И. и др.

88. Авторское Свидетельство №298285, 01.08.1989, приоритет от 27.02.1984. Совместно: Николаева В.И., Петров П.И.

89. Авторское Свидетельство №269176, 01.02.1988, приоритет от 03.03.1987. Совместно: Николаева В.И. и др.

90. Авторское Свидетельство №301252, 02.10.1989, приоритет от 20.07.1987. Совместно: Шостко С.Н., Николаева В.И. и др.

91. Способ получения энергоемкой плазмы - Авторское Свидетельство №1679947, 22.05.1991, приоритет от 13.02.1989. Совместно: Бахтин Б.И., Николаева В.И, и др.

ПАТЕНТЫ НА ИЗОБРЕТЕНИЯ

92. Патент на изобретение: Способ получения видимого изображения
Совместно: Аскаръян А.Г.

- Швейцария - №594196, 31.07.1973.
- Англия - №1481632, 31.07.1973.
- Австралия - №487273, 31.07.1973.
- Нидерланды - №163335, 31.07.1973.

- ГДР - №116515, 31.07.1973.
- Канада - №1025985, 31.07.1973.
- ФРГ - №2436940, 31.08.1973.
- Чехословакия - №213604, 31.07.1973.
- США - №3957511, 31.07.1973.
- Франция - №2239714, 31.07.1973.

93. Патент на изобретение: Способ передачи двумерной информации и установка для осуществления этого способа. Совместно: Николаева В.И., Орлов Б. М.

- Болгария - №23188, 21.06.1974.
- Австралия - №484426, 21.06.1974.
- Англия - №1493709, 21.06.1974.
- ГДР - №119685, 21.06.1974.
- Италия - №1034081, 21.06.1974.
- Франция - №7434125, 21.06.1974.
- Голландия - №169537, 21.06.1974.
- США - №4142773, 21.06.1974.

94. Патент на изобретение: Способ определения электрофизических параметров окружающей среды и устройство для его осуществления. Совместно: Николаева В.И.

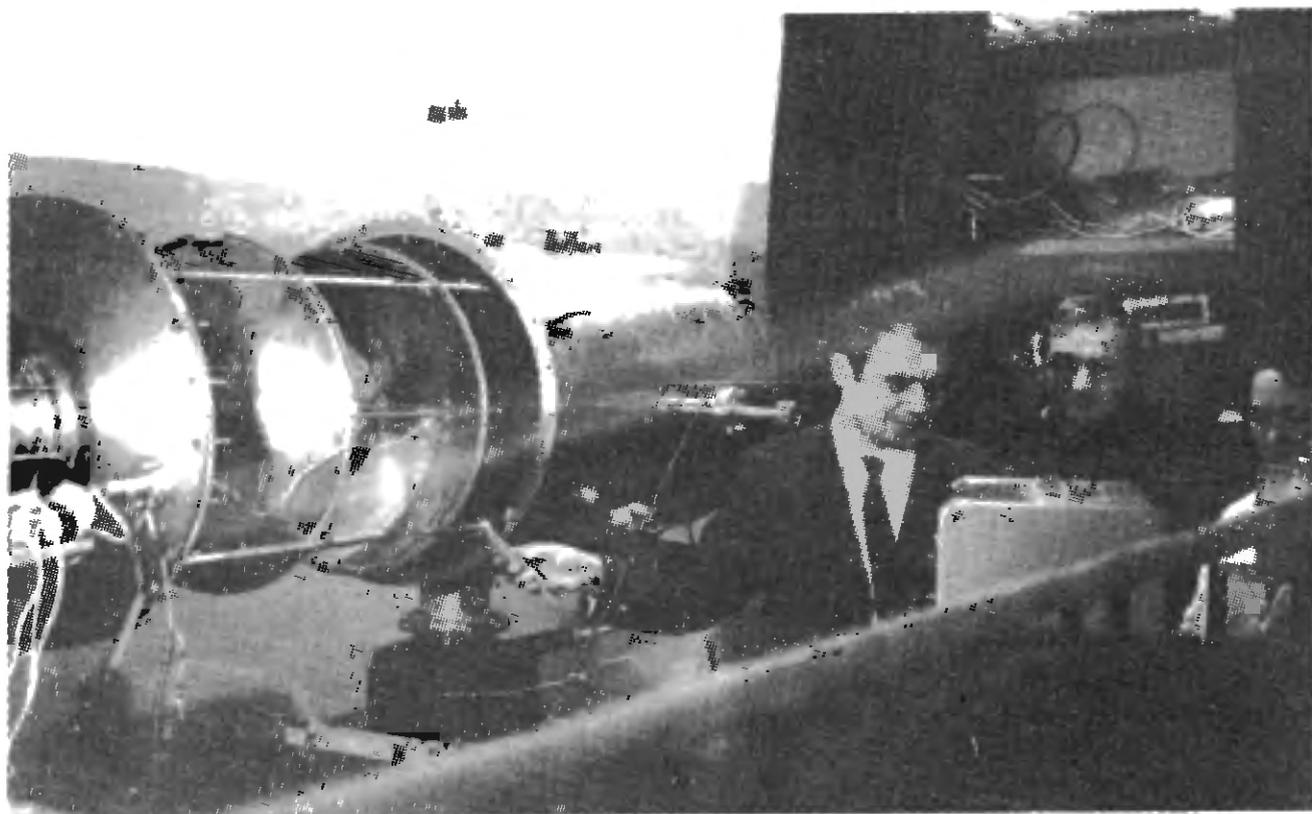
- Россия - №2069869, 14.02.1992.



Талантливый человек талантлив во всем.



В начале трудовой деятельности в Радиотехническом институте.



В ходе эксперимента в научной лаборатории Физического института Академии наук. 1967 г.



С коллегами на отдыхе в подмосковье.



Р. Ф. Авраменко среди сотрудников и слушателей ВИРТА г. Харьков.



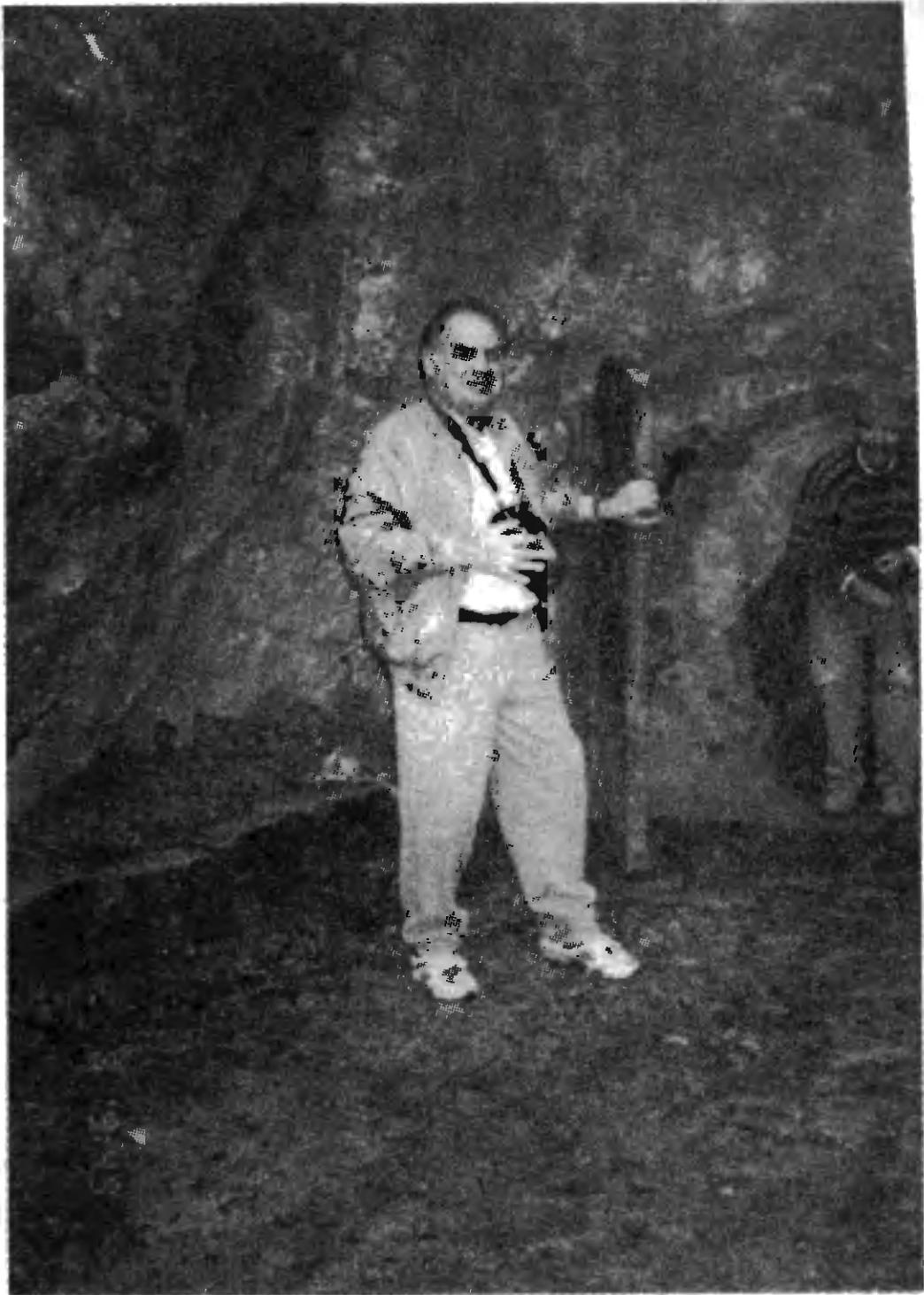
На переговорах с иностранными партнерами. Сингапур. 1993 г.



Римилий Федорович среди единомышленников



Привет ученым 21 века.



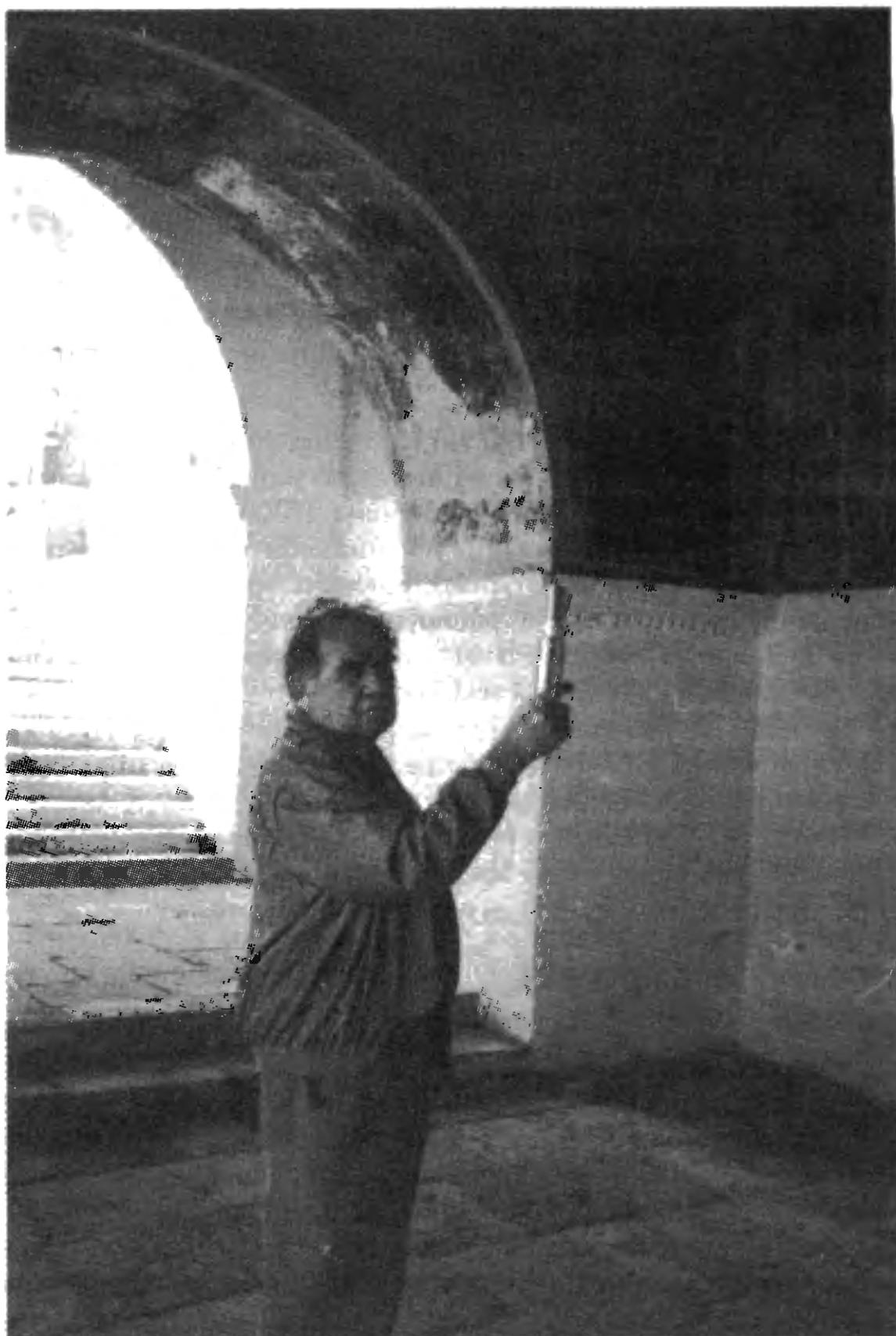
Исследование геопатогенной зоны.



На съемках передачи «Очевидное – невероятное» в Московском авиационном институте. 1997 г.



Р.Ф. Авраменко за установкой для исследования новых способов получения энергии. НИИРП. 1998 г.



Новейший прибор позволяет изучать особенности древних построек.

**ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
НАУЧНО - ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
РАДИОПРИБОРОСТРОЕНИЯ
(Государственное предприятие)**

ГП НИИРП образован согласно постановлению Совета Министров СССР в 1961г. как головное предприятие по разработке, созданию и испытаниям систем противоракетной обороны (ПРО).

За 40 лет своего существования коллективом предприятия разработаны, созданы и испытаны в натуральных условиях три системы ПРО и, в их составе, радиолокационные и радиотехнические компоненты, а также средства командно-вычислительных пунктов, включая их функционально-программное обеспечение, в том числе:

- создана и испытана экспериментальная система ПРО системы “А”, которая 4 марта 1961 года осуществила впервые в мире перехват и уничтожение баллистической ракеты.
- создана в 1977 году и принята на вооружение система ПРО I-ого поколения А-35М, развернутая вокруг г. Москвы;
- создана и принята в эксплуатацию в 1995 году система II-ого поколения - система А-135;
- проведен большой объем НИР и ОКР в интересах повышения обороноспособности страны. Помимо этого, создан ряд специальных информационных средств и комплексов.

В настоящее время предприятие, являясь одним из мировых лидеров в области высоких технологий по разработке систем и комплексов ПРО, выполняет работы по решению следующих научно-технических проблем:

- развитие и совершенствование системы ПРО г. Москвы;
- разработка систем и комплексов ПРО от нестратегических ракет;
- поиск новых решений и технологий по поражению баллистических ракет.

ПРОДУКЦИЯ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ МОЩНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

ПО ОСНОВНОЙ ТЕМАТИКЕ институт выполнит по техническому заданию Заказчика следующие работы:

- разработка и создание систем и комплексов нестратегической противоракетной обороны;
- разработка и создание измерительно-моделирующих радиолокационных комплексов для получения радиолокационных характеристик объектов и отработки методов и алгоритмов построения радиоизображений малоразмерных и распределённых объектов, а также методов и алгоритмов распознавания и обнаружения объектов по их радиоизображениям;
- разработка средств ближней радиолокации миллиметрового диапазона для обнаружения, распознавания и измерения скорости подвижных объектов;
- разработка и создание командно-вычислительных пунктов и их программно - алгоритмического обеспечения для комплексов и систем ПРО, систем наблюдения и контроля, систем связи;
- разработка и создание измерительных радиотехнических и оптико-электронных комплексов воздушного, корабельного и наземного базирования для обнаружения, определения параметров движения и характеристик наблюдаемых объектов в атмосфере и за ее пределами, экологического контроля атмосферы, гидросферы и литосферы;
- разработка и создание бортовой радиоэлектронной аппаратуры воздушного и космического базирования оборонного и гражданского назначения;
- разработка и создание аппаратуры военного и гражданского назначения с использованием сверхмощного СВЧ излучения и плазменных технологий;
- разработка систем управления войсками.

На основе использования имеющихся высоких технологий оборонного комплекса предприятие производит следующие **ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ПРОДУКЦИИ ДЛЯ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА:**

1) Разработка и производство систем контроля береговой граничной зоны на аэростатных носителях для таможенных постов на базе радиолокационных и оптических средств.

2) Производство аппаратуры и приборов высокоточной геодезической привязки объектов с использованием спутниковых радионавигационных систем.

3) Разработка и изготовление электронного оборудования для аэродромов, в том числе:

радиолокационных станций для автоматизированной системы управления воздушным движением;

регуляторов яркости аэродромного светосигнального оборудования.

4) Разработка и создание для летательных аппаратов различного назначения бортовых плазменных устройств, обеспечивающих снижение аэродинамического сопротивления и существенное сокращение расхода топлива.

5) Разработка и создание современных систем связи, в том числе:

региональных и глобальных систем передачи данных и связи, и их компонентов, национальных систем телевидения и радиовещания;

аппаратуры местной стационарной беспроводной цифровой АТС с радиусом действия 30-70км от центра обслуживаемого района, программируемой для любых потребных конфигурации и условий применения;

систем персональной радиоудлинённой цифровой телефонной связи.

6) Разработка (изготовление) средств контроля и управления для транспортных средств, в том числе:

устройств контроля давления в шинах автомобиля во время движения;

систем предотвращения столкновения транспортных средств;

комплексной автоматизированной системы для повышения комфортности управления автомобилем.

7) Разработка (изготовление) радиолокационных измерителей скорости движения транспортных средств.

8) Изготовление вертикально-осевых ветроэлектростанций.

9) Разработка опорно-поворотных устройств для крупногабаритных конструкций.

10) Разработка (изготовление) аппаратуры и приборов в интересах решения медико-биологических проблем, в том числе:

аппаратов для локального охлаждения (локальной гипотермии);

аппаратов для лечебного прогрева локальных областей тела ДМВ - излучением;

лечебно – диагностических аппаратов для диагностики заболевания и рефлексотерапии путём воздействия на биологически активные точки;

аппаратов для разрушения камней в почках;

аппаратов для разрушения желчных камней;

аппаратов для высокочастотной рефлексотерапии и терапии;

технологического комплекса для производства косточкового сорбента;

слухового аппарата для реабилитации инвалидов;

аппарата для оценки функционального состояния мышц тазового дна и степени подвижности малого таза.

Предприятие имеет и использует **ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ МОЩНОСТИ И ОБОРУДОВАНИЕ** для следующих направлений:

механообрабатывающее и инструментальное;
каркасноборочное, сварочное и слесарно-медницкое;
кузнечно-прессовое;
лакокрасочных покрытий;
печатных (ДПП, МПП) микрополосковых плат и микросборок;
моточно-пропиточное;
сборочно-монтажное элементов и изделий;
переработка пластмасс и изготовление резинотехнических изделий;
производство полиэтиленовых шлангов и плёнки.

СВЯЗЬ с предприятием:

Тел.: 158-2712, 158-5750

Факс: 1581961, 158-5750

E-mail: niirp@online.ru