

ПРОБЛЕМЫ НЕОДНОРОДНОГО ФИЗИЧЕСКОГО ВАКУУМА

530.5
M 523

В. П. Меркулов

**ЭЛЕКТРОГРАВИДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ
НЛО, ТОРНАДО И ТРОПИЧЕСКОГО УРАГАНА**

ЭК

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
Институт математики им. С. Л. Соболева

Серия
«ПРОБЛЕМЫ НЕОДНОРОДНОГО
ФИЗИЧЕСКОГО ВАКУУМА»

В. И. Меркулов

**ЭЛЕКТРОГРАВИДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ
НЛО, ТОРНАДО И ТРОПИЧЕСКОГО УРАГАНА**

Новосибирск
Издательство Института математики
1998

M523 ✓

УДК 538.3+551.515
ББК 22.313
M523

Меркулов В. И.

Электрогравитационная модель НЛО, торнадо и тропического урагана. – Новосибирск: Изд-во Ин-та математики, 1998. – 69 с. (Серия «Проблемы неоднородного физического вакуума»).

ISBN 5-86134-056-0.

В работе кратко излагается современная модель электрогравитационной, представляющая собой обобщение модели Максвелла и Хевисайда, предложенная В. Л. Дятловым. При этом предполагается, что вакуум, как поляризационная среда, может иметь дефекты, на которых перекрестные связи между электромагнитными и гравитационными полями, очень слабые в однородном вакууме, оказываются сильными. Области вакуума, порождаемые дефектами, В. Л. Дятлов назвал вакуумными доменами. Использование модели вакуумного домена позволяет объяснить все основные свойства торнадо, тропического урагана и НЛО, которое мы понимаем как разновидности шаровых молний.

Рецензент: O.D. Jefimenko, Ph.D., professor Emeritus (US).

Издается в авторской редакции.

M 1704020000-13
Я 82(03) – 98



ISBN 5-86134-056-0

© Меркулов В. И., 1998

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	4
I. Объединённая электрогравитационная динамика	7
Введение	7
I.1. Электрогравитационная динамика вакуумного домена	8
I.2. Неопознанные летающие объекты	10
I.3. Феноменология торнадо	17
I.4. Аномалии торнадо	23
I.5. Механизм торнадо	24
I.6. Тропические ураганы	29
Заключение	33
II. Взаимодействие электромагнитных, гравитационных и акустических волн	35
Введение	35
II.1. Уравнения электрогравитационной динамики и механики сплошных сред	36
II.2. Сокращение количества неизвестных	40
II.3. Электромагнитные и гравитационные волны	43
II.4. Закон сохранения и преобразования энергии	45
II.5. Акустические волны	50
Заключение	55
III. Упругость спиральных вихревых нитей	57
Введение	57
III.1. Законы сохранения для движущейся среды	58
III.2. Уравнение моментов для спиральной вихревой нити	59
III.3. "Закон Гука"	63
III.4. Уравнение равновесия	65
Заключение	67
ЛИТЕРАТУРА	68

ПРЕДИСЛОВИЕ

Осталось немного времени до момента, когда все человечество вступит в XXI век. Судя по темам международных конференций, физики серьёзно готовятся к этому событию, которое они хотят использовать для определения путей развития физики в следующем столетии.

Среди возможных научных направлений, как это было до последнего момента, остаётся невостробованной объединённая электрогравитодинамика, в том виде, какой был предложен более ста лет назад английским физиком Оливером Хевисайдом.

За прошедшее с тех пор время в физике произошло много открытий, которые позволяют обратиться к модели Хевисайда с новых позиций.

На смену модели эфира, послужившая Максвеллу основой для написания уравнений электродинамики, в 30 годах появилась модель физического вакуума, как поляризационной среды. Именно эта модель принесла физический смысл току смещения, без которого не возможно распространение электромагнитных волн.

Позже, уже в наше время, макроскопическая модель дополнялась и уточнялась российскими учеными.

Чтобы согласовать наблюдаемые свойства вакуума с некоторой моделью поляризационной среды, необходимо принять нулю ее массу, электрический заряд, магнитный и спиновый моменты. Это возможно только в том случае, если элементарные частицы вакуума, по терминологии А. Е. Акимова - фитоны, состоят из гравитационных и электрических диполей, а магнитные и спиновые моменты разных знаков образуют квадруполь. Такую структуру вакуумных

частиц, получившую название квадрик, предложил Я. П. Терлецкий.

Как видим, свойство невесомости и гравитационной поляризуемости вакуума возможно только при наличии отрицательной массы, которая в сочетании с положительной массой может образовать гравитационный диполь. В свою очередь, только гравитационные диполи способны передавать гравитационный ток смещения и, как следствие, гравитационные волны.

Теоретическая физика нередко вынуждена описывать принципиально ненаблюдаемые процессы. К таким процессам относятся и грависпиновые волны, предсказанные Хевисайдом.

Гипотеза В. Л. Дятлова о существовании неоднородностей физического вакуума переводит электрогравитодинамику в область наблюдаемых процессов. Это обстоятельство коренным образом меняет судьбу электрогравитодинамики и поляризационной модели физического вакуума.

Теперь, вместо бесплодных споров о преимуществах той или иной модели, можно перейти к их непосредственной проверке путём сравнения наблюдаемых в природе явлений с процессами, предсказанными этой моделью.

То обстоятельство, что модель электрогравитодинамики применима для объяснения не только коротко живущих НЛО и торнадо, но и тропического урагана, облегчает инструментальную проверку модели.

Заметим, что в уравнения гравитодинамики в качестве независимых переменных входят плотность вещества и скорость его движения. По этой причине их замыкание возможно только с привлечением механики сплошных сред.

Традиционная механика сплошных сред, постулирующая симметрию тензора напряжения, применима только для

процессов без внутренних распределенных моментов, когда уравнение моментов выполняется тождественно. В то же время в поляризованной среде, в том числе в физическом вакууме, под действием магнитного поля могут возникнуть внутренние моменты, которые создадут касательные напряжения с несимметричным тензором.

Таким образом, будущая теория должна носить название объединённой электрогравитодинамики и несимметричной механики сплошной среды (континуум Коссера).

Именно такая теория может выступать одной из вех физики предстоящего столетия.

Назначение предлагаемой публикации, далёкой от полноты и законченности, состоит в том, чтобы помочь читателю определить направление и составить программу теоретических или экспериментальных исследований в этой области.

Автор.

I. Объединенная электрогравитодинамика

Введение

На обложку апрельского (1998 г.) номера журнала РАН "Наука в России" вынесен ключевой для последующего изложения тезис: **вакуум - не пустота.**

То обстоятельство, что журнал является российским, не означает, что сформулированное утверждение относится только к российским пределам. Достаточно вспомнить модель эфира, которая имела хождение в прошлом веке и послужила физической основой для составления уравнений электродинамики - уравнений Максвелла. Позже, уже в 30-х годах, когда модель эфира была отвергнута, ведущие европейские физики, по словам одного из них В. Вайскопфа, интересовались поляризацией вакуума под действием электрического поля, рождением из вакуума частиц и античастиц [3]. О современном представлении физического вакуума, как некоторой материальной среды, можно узнать из статьи Ю. А. Симонова и В. И. Шевченко, помещенной в упомянутом выше журнале.

Нас будут интересовать только макроскопические процессы, для которых достаточно феноменологическое описание вакуума через его коэффициенты проницаемости различных полей и поэтому мы не будем останавливаться на интересных исследованиях в этой области.

Эволюция модели физического вакуума подводит нас к интересной закономерности: физические модели приходят и уходят, а макроскопические уравнения, полученные на их основе, остаются. Так было не только с уравнениями Максвелла, но и с уравнениями теплопроводности, полученными на основе модели теплорода, уравнений теории горения, полученными на основе модели флогистона.

Из этого можно сделать полезный вывод: уравнения имеют большую прогностическую силу, чем физические модели, лежащие в их основе.

1.1. Электрогравитодинамика вакуумного домена

Итак, вакуум - это некоторая поляризационная физическая среда, которая характеризуется определенными значениями магнитной и электрической проницаемости и связанной с этим конечной скоростью света. Электромагнитные процессы в этой среде описываются уравнениями Максвелла. А как обстоит дело с гравитационными процессами?

В конце прошлого века, другой английский физик, Оливер Хевисайд, опубликовал небольшую работу с характерным названием "Об электромагнитной и гравитационной аналогии" [4]. Это была первая работа, которая положила основу общей теории электрогравитодинамики. По аналогии с электрическим зарядом и электрическим полем в гравитодинамике массу рассматривают как гравитационный заряд, который создает гравитационное поле. В электродинамических процессах кроме электрического поля участвует магнитное поле, без которого не возможны колебания. Аналогия потребовала введения некоторого нового поля в гравитодинамику. Любая частица характеризуется четырьмя основными свойствами: электрический заряд, масса, магнитный момент и спин. Трём первым характеристикам частиц соответствуют три хорошо известных поля, которые этими частицами и возбуждаются. Естественно принять, что четвертое поле должно порождаться спином и носить название спинового. В этом случае аналогия электромагнитным полям будет состоять в существовании грависпиновых волн. Уравнения гравитодинамики,

будучи подобными уравнениям электродинамики, описывают такие колебания.

То обстоятельство, что электрические заряды одного знака отталкиваются, в то время как их гравитационный аналог - масса - притягивается, меняет знак в уравнениях и придает грависпиновым волнам новые качества.

В работе, теперь уже российского учёного, В. Л. Дятлова [5] показано, что тепловая энергия, по привычной терминологии - низкопотенциальная энергия, способна преобразовываться в грависпиновую, а та, в свою очередь, в механическую и электромагнитную, то есть, в высокопотенциальную энергию. Таким образом, в отличие от электромагнитных процессов, грависпиновые волны способны понижать энтропию.

Перечисленные свойства грависпиновых волн заслуживали бы большого внимания, если бы они несли в себе сколько-нибудь значительную энергию. Американский физик О. Д. Ефименко, внесший большой вклад в электрогравитодинамику, в своей монографии [6] приводит такой пример. Кольцо массой 1 кг радиусом 1 м. колеблющееся с амплитудой 1 рад и частотой 1 гц создает гравитационную волну с амплитудой $1,2 \cdot 10^{-36}$ м/с² и спиновую волну с амплитудой $4 \cdot 10^{-45}$ 1/с, мощность которой равняется $2,3 \cdot 10^{-45}$ ватт.

Во всякой поляризационной среде, в том числе и такой как физический вакуум, под действием какого-либо поля возникает поле индукции. В электродинамике, как и в гравитодинамике всегда считалось, что индукция определяется только соответствующим полем. В.Л. Дятлов выдвинул гипотезу, согласно которой электрическая и магнитная индукция во всякой среде обуславливается не только соответствующими электрическим и магнитным полем, но и гравитационным и спиновым полем со своими коэффи-

циентами проницаемости [1]. По условию взаимности, гравитационная и спиновая индукция определяется не только гравитационным и спиновым полем, но и электрическим и магнитным полем. В результате между грависпиновыми и электромагнитными волнами возникают перекрестные связи.

Как показывает вся экспериментальная физика, коэффициенты перекрёстных связей для процессов в привычном нам однородном вакууме, если они существуют, столь малы, что мы не наблюдаем связи между электромагнитными и грависпиновыми процессами. Однако существуют процессы, в которых эти связи проявляются сильно. К объяснению таких процессов мы и приступим.

1.2. Неопознанные летающие объекты

В данном контексте мы будем понимать слово неопознанное как необъяснённое. Вопросы распознавания различных наблюдаемых объектов не является предметом данной работы. В число необъяснённых входит и шаровая молния, различные модификации которой, по нашей концепции, и представляют НЛО. Чтобы объяснить, что такое НЛО необходимо остановиться на феноменологической модели физического вакуума.

Согласно модели А. Е. Акимова и В. Я. Тарасенко [7] вакуум - это некоторая структурированная среда, состоящая из элементарных частиц, названных ими фитонами. Фитоны, в свою очередь, состоят из пар частица-античастица, которые обладают электрическими зарядами, массами, магнитными массами и моментами количества движения - спинами.

По их модели частицы физического вакуума содержат только положительную массу, что приводит к нарушению закона Ньютона для бесконечной вселенной.

Модель всякой материальной среды по Я. П. Терлецкому [8] предполагает присутствие не только положительной, но и отрицательной массы. Элементарные частицы среды по Терлецкому - квадриги - состоят из пар частица-античастица с положительной массой и пары частица-античастица с отрицательной массой. Естественно, что такие частицы обладают суммарной нулевой массой. Именно из таких частиц - квадрил Терлецкого - по модели Дятлова состоит вакуум.

Пытаясь объяснить такие, необъяснимые с позиций современной науки явления, как шаровая молния и другие подобные ей явления, объединяемые термином НЛО, В. Л. Дятлов выдвинул еще одну гипотезу, согласно которой в вакууме, в целом однородном, могут существовать локальные области неоднородности, названные им вакуумными доменами, в пределах которых перекрёстные связи имеют порядок единицы [1]. Как можно узнать из последней публикации В. Л. Дятлова [11], к этому его подтолкнули исследования А. Н. Дмитриева, который в течение длительного времени изучал особую группу аномальных явлений, названных им "природными самосветящимися образованиями", не только по свидетельствам некоторых очевидцев и отчётам штаба противовоздушной обороны, но и по результатам собственных многочисленных наблюдений. Эти явления и исследования, частично изложены в публикациях [9], [10].

Свойство вакуумного домена поляризоваться в электрическом поле позволяет ему присоединять некоторое количество газа, так же обладающего поляризационными свойствами. И хотя эти связи слабые и легко нарушаются, однако именно они во многих случаях материализуют вакуумный домен.

Наличие положительных и отрицательных гравитационных зарядов наделяет вакуум свойством поляризации в

гравитационном поле, что, помимо всего, позволяет объяснить природу гравитационного тока смещения, возникающего в грависпиновых волнах.

В своей работе [11] В. Л. Дятлов даёт верхнюю оценку гравитационной поляризации физического вакуума в гравитационном поле Земли. По этим расчётам на верхней грани кубического объёма размером один дециметр под действием силы гравитации сосредотачивается 10^8 кг отрицательной массы, а на нижней грани такое же количество положительной массы.

Чтобы согласовать наблюдаемые свойства той же шаровой молнии с расчётными, нужно предположить, что только некоторые элементарные вакуумные частицы могут иметь дефекты, которые обеспечивают им свойство гравитационной поляризуемости. В остальном объёме вакуум остается нейтральным. Эти дефекты, будучи встроены в структуру однородного физического вакуума, обеспечивают ему некоторую поляризационную отзывчивость, величина которой зависит от концентрации дефектов.

Используя наблюдения над шаровой молнией (полтергейст), отрицательной массы которой достаточно для переворачивания посуды, но недостаточно для переворачивания мебели, мы должны принять величину её гравитационной поляризации равной 1 кг . Такой поляризацией будет обладать физический вакуум при концентрации дефектов равной 10^{-8} .

Модель локальных дефектов предполагает, что сами дефекты равномерно располагаются в некотором ограниченном объёме, вакуумном домене, и то, что мы воспринимаем как движение домена, представляет собой миграцию дефектов в структуре однородного вакуума. Судя по поведению шаровой молнии, следует полагать, что в малых объёмах дефекты образуют сравнительно устойчивую структуру, которая перемещается под дей-

ствием градиентов полей по однородному вакууму как целое. При больших размерах и под действием сильных полей вакуумный домен может менять свою форму, например, вытягиваться, а концентрация дефектов при этом может возрастать.

Дефекты и структура, возникающие в вакуумном домене, делают оправданным привлечение для их описания аналогии с кристаллом. Однако при этом следует иметь в виду то, что в кристалле дефекты - это вакансии, а структура сохраняется за счет бездефектной части кристалла. В вакуумном домене дефекты, порождающие неоднородности, по модели Дятлова, представляют собой продукты расщепления элементарных частиц - квадрик Терлецкого. Вот эти материальные дефекты способны образовать устойчивую структуру, которая и представляет собой тело вакуумного домена. Во внутреннем объёме поляризационной среды при любой степени поляризации заряды одного знака оказываются скомпенсированными зарядами другого знака и только на поверхности объёма появляются нескомпенсированные заряды, которые и определяют многие свойства вакуумного домена.

Гипотеза о перекрёстных связях и о дефектах в вакууме, как и всякая гипотеза, содержит в себе и способ её проверки. Она позволяет построить физическую и математическую модель процесса, сравнение которой с наблюдениями позволяет судить об адекватности гипотезы реальному явлению.

Вакуумные домены приходят к нам из космоса. Решение задачи электростатики показывает, как по мере приближения к Земле домен электрически поляризуется [11]. На высоте 15 тысяч км разность потенциалов достигает пробойного значения. Следующий за этим разряд приводит к тепловому взрыву. Самому вакуумному домену

это не причиняет никакого ущерба, а вот газ, захваченный доменом, частично или полностью разлетается.

После взрыва домен под действием градиента гравитационного поля приблизится к Земле и вызовет сигналы на локахторах ПВО всех стран и получит имя "ангел" или "спрайт" в зависимости от языка, которым пользуются операторы. Описанную картину вполне можно привлечь для понимания сущности так называемого "космического льда" [12]. В объёме вакуумного домена уравнения Максвелла и уравнения Хевисайда образуют связанную систему. Непосредственное решение этой системы, приведённое в следующей главе, обнаруживает взаимное преобразование грависпиновых и электромагнитных волн. Применительно к цилиндрическому волноводу картина схематически выглядит так, как на рис. 1

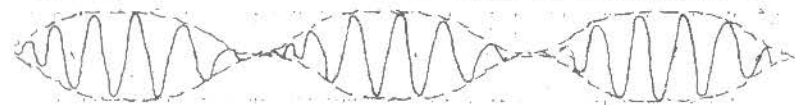


Рис. 1.

Модулированная по амплитуде синусоида соответствует бегущей электрической волне, которая может вызывать свечение присутствующего газа. Ортогональная к ней магнитная волна для простоты не приводится. Специфика этой электромагнитной волны состоит в том, что её амплитуда и, следовательно, энергия периодически по пространственной координате обращается в нуль. Электромагнитная волна преобразуется в грависпиновую волну, которая имеет такой же вид, но сдвинута по фазе так, что их полная энергия сохраняется постоянной. В отличие от интерференции двух близких волн одной природы в данном случае пучность волны не перемещается. Поперечные плоскости, проходящие через узлы, могут выступать границами неподвижного вакуумного домена.

Сопоставим эту расчетную модель с наблюдениями. Среди многочисленных моделей шаровой молнии наибольший интерес представляет модель нобелевского лауреата П. Л. Капицы [13]. Согласно его модели шаровая молния представляет собой резонатор электромагнитных волн. Этой модели не доставало определённых свойств объёма, занятого шаровой молнией, и источника энергии, который возбуждает и поддерживает колебания.

Как видим, вакуумный домен в сочетании с падающей грависпиновой волной делает модель Капицы замкнутой. При этом сама модель свидетельствует в пользу принятой гипотезы о существовании дефектов вакуума.

Имеющиеся фотографии чёткой молнии [14] удивительным образом совпадают с картиной, изображенной на рис. 1.

Вакуумный домен в гравитационном поле Земли подвергается гравитационной поляризации, что создает сильное локальное изменение гравитационного поля, достаточное, чтобы перевернуть посуду или переместить мебель. В сочетании с его способностью проникать через стенку или закрытое окно, с его способностью нести электрический заряд, вакуумный домен вполне может объяснить все явления приписываемые полтергейсту.

В некоторых описаниях лучей, выпускаемых "летающими тарелками" упоминается их способность проникать через непрозрачные предметы. На рис. 4 показана схема, объясняющая это явление. На предмет приходится грависпиновая фаза колебаний, для которых все предметы прозрачны. Затем грависпиновые волны превращаются в видимые электромагнитные волны.

Применительно к эллипсоидальному объёму картина расположения пучностей и узлов стоячей электромагнитной волны имеет вид изображенной на рис. 2 для осесимметричного случая и на рис. 3 для общего случая.

Эти картинки очень напоминают фотографии и описания “летающих тарелок”. Трудно представить, что такое образование может иметь естественное происхождение.

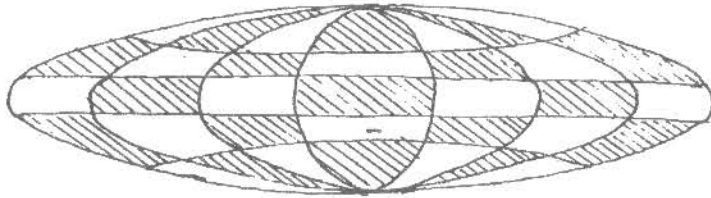


Рис. 2. Пучности и узлы стоячих электромагнитных волн в эллипсоидальных объёмах.

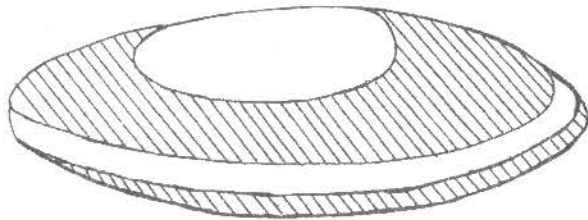


Рис. 3. То же самое в частном случае $n=0$ (осесимметричные волны).

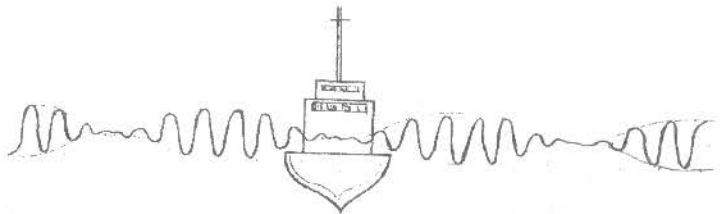


Рис. 4. Корабль на пути грависпиновых и электромагнитных волн прозрачен для них.

1.3. Феноменология торнадо

Ещё одним примером явления, которое допускает объяснение с помощью модели вакуумного домена, может служить торнадо.

Не следует путать торнадо со смерчем, который на западе называют “пыльный дьявол”. “Пыльный дьявол” возникает над перегретой поверхностью земли за счёт энергии восходящих токов воздуха и никаких секретов ни в физическом, ни в математическом смысле не имеет.

Другое дело торнадо.

Для России это довольно редкое явление, хотя в последние два года жители Владивостока и Москвы смогли увидеть собственными глазами то, на что способно торнадо.

По некоторым, как можно считать, геофизическим, причинам большинство торнадо образуется над территорией Соединенных штатов. В среднем 900 торнадо в год. В годы активного Солнца эта цифра увеличивается до 1200.

Торнадо - это быстро вращающаяся воздушная воронка, свисающая из кучевого облака. Брукс (Brooks) выдвинул предположение, получившее общее признание, что воронка является частью материнского облака, которое по структуре и по динамике представляет собой маленький тропический ураган, с типичным для урагана “глазом бури”, имеет спиральное строение [15]. Материнское облако здесь является энергетическим и материальным источником воронки, хотя облако может существовать и без воронки, но воронка без такого облака появиться не может.

В связи с этой концепцией, основные работы по физическому и математическому описанию торнадо относятся к материнскому облаку. Такой подход кажется пол-

ностью оправданным, если учесть, что линейные размеры материнского облака на три порядка больше размеров воронки. С этим можно и нужно согласиться, но тем не менее, не будем сбрасывать со счетов следующее наблюдение Уобуса (Wobus) [16]. Воронка оторвалась от облака и выдвинулась вперед. Немедленно, над ней образовалось новое облако, поднявшееся на высоту 10 км. В новом облаке в течение нескольких часов были видны интенсивные электрические разряды.

А вот ещё одно наблюдение, проведенное вблизи Шанхая. В непосредственной близости от корабля на поверхности моря появились брызги и вдруг из них образовался крутящийся столб шириной около 10 и высотой 6 метров. Столб быстро рос. Сначала над столбом не было облаков, но через некоторое время появилось облако, которое приняло черный цвет. Водяной столб соединял его с морем. Как видим, эти наблюдения сохраняют связь воронки и материнского облака, однако меняет местами их роль.

Многочисленные наблюдения за материнским облаком показали наличие в них длинных горизонтальных вихрей, продолжением которых являются вертикальные столбы - воронки (Вегенер) (Wegener) [17]. Этот бесспорный факт ждет своего объяснения. Какого происхождения тот внутренний момент, который поворачивает кинетический вектор горизонтального вращения в направлении вектора вертикального вращения?

Материнское облако имеет трёхэтажную структуру с вращением в горизонтальной плоскости. Причем нижний слой имеют встречную скорость по отношению к скорости вращения среднего слоя [16], [18] (Wobus, Fujita).

Как правило, воронка касается земли только на отдельных участках, следы разрушений образуют пунктирную линию [19] (Kirk, Dean). Внутренняя полость воронки

резко ограничена воздушными стенками, между которыми проскакивают молнии. Когда воронка касается поверхности земли или воды, то отчётливо проявляется действие большой вертикальной силы. В тоже время, когда воронка земли не касается, вертикальное течение отсутствует.

В Техасе (1951 г.) воронка, проходя над наблюдателем, поднялась, и её край находился на высоте 6 метров при диаметре внутренней полости 130 метров. Толщина стенки имела размер 3 метра. В середине полости находилось яркое голубое облако. Вакуума в полости не было, так как дышать во время прохождения её было легко. Стенки чрезвычайно быстро вращались. Вращение на них было видно до самого верха. Немного позже воронка коснулась дома соседа и в одно мгновение унесла его [20] (Hall).

Это описание и многие другие аналогичные [21], [22], [23] (Flora, Justice, Hoescker) нуждаются в объяснении того очевидного факта, что вращение воздуха обязательно приводит к снижению давления. Почему конец воронки на высоте 6 метров не вызывает ни разрушений, ни быстрого движения воздуха, а коснувшись земли, уносит и разрушает дом? В другом случае непосредственные измерения показывают, что внутри полости имеется область пониженного давления равного 0,951 атм.

Почему воронка обнажает дно реки, высасывает из неё воду, а многочисленные наблюдатели не почувствовали даже ветра, когда воронка проходила над ними?

Движение воздуха во внутренней полости направлено вниз и достигает большой скорости, а в стенках воронки оно направлено по спирали вверх со скоростью 100-200 метров в секунду.

В монографии Флора (Flora) [21] пишется "разграничение между сильнейшими ветрами в теле воронки и неподвижным воздухом по его периферии бывает настолько резким, что вызывает ряд поражающих явлений". И

дальше приводятся такие примеры. Воронка вырвала с корнем большую яблоню, разодрало её в клочья. В одном метре от яблони стоял пчелиный улей - он остался невредим (Hayes) [24].

В штате Оклахома четырёхкомнатный двухэтажный деревянный дом был унесен воронкой вместе с семьей фермера. Дом был разломан на мелкие кусочки. В дом вела невысокая трёхступенчатая лестница. Рядом с ней к дому была прислонена скамейка. И лестница, и скамейка остались на месте. Недалеко от лестницы стоял старенький фордик и под деревом на столе горевшая керосиновая лампа. У автомобиля воронка вырвала два задних колеса, но кузов остался. Керосиновая лампа продолжала гореть (Finley) [25].

Непосредственные измерения скорости ветра в воронке отсутствуют главным образом из-за поломки приборов. Косвенные оценки дают разные величины от 200 до 1300 км в час. Поскольку измерения относятся к разным воронкам, в разные этапы их существования, то такой разброс вполне объясним.

Со скоростью вращения связывают способность одних предметов пробивать другие. Так мелкая галька как револьверная пуля пробила стекло без образования трещин. Одна толстая доска протыкает другую такую же толстую доску, не раскалывая первую. Стена деревянного дома оказалась проткнутой насквозь старой обуглившейся доской. При этом обугленный рыхлый передний конец на острие доски оказался не повреждённым. Лист клевера оказался вдавлен в твёрдую штукатурку. После прохождения воронки 1896 года в Сент-Луисе нашли лист железа толщиной 10 мм, пробитый насквозь сосновой палкой (Lane) [26].

Все эти факты, по мнению экспертов, свидетельствуют о большой скорости вращения воздуха в воронке.

Когда воронка касается земли или воды, у её подножия возникает столб пыли или воды, который поднимается вверх, а затем падает вниз, образуя каскад. По наблюдениям Вегенера (Wegener) [17], вокруг подножия воронки возникает кольцевой вихрь, который и создает каскад из воды или пыли. Иногда каскад поднимается на большую высоту, достигающую 2/3 высоты самой воронки, иногда ширина каскада может превосходить высоту воронки. И высокий и широкий каскад нельзя объяснить ударом воронки о поверхность земли или воды. В некоторых случаях кроме основной воронки наблюдается вторая внешняя стенка, образующая футляр или ножны, состоящая также из быстро вращающегося воздуха. В одних случаях футляр прижимается к воронке, в других располагается далеко от неё.

Хотя и редко, но регистрируется форма воронки с большими круглыми утолщениями, которые придают воронке вид четок (Hurd) [27]. Почти всегда, особенно в начальной стадии существования воронки, она касается земли только в отдельных точках и двигается скачками. Воронка, пересекая реку, поднимает такое количество воды, что обнажает дно и образует траншею в воде. Подобное явление наблюдалось на реке Миссисипи, Москва-реке. На Рейне, где глубина достигала 25 м, траншея имела глубину 7 м. (Наливкин) [28].

По снижению уровня воды в озере и по его площади в одном случае была подсчитана масса всосанной воды равная 500 тыс. тонн (Lowe, McKay) [29].

Подъём и перенос различных предметов - характерное свойство торнадо.

Человека и животных торнадо может перенести на 4-10 км, иногда оставляет живыми. Моллюски размером 2-3 см. были перенесены на расстояние 160 км. (Lane) [26].

Интересно, что раковины падали на землю за 2 часа до того, как пришло главное смерчевое облако. Смерч 17 июня 1940 года в деревне Мещеры Горьковской обл. (Россия) высыпал около тысячи мелких серебряных монет XIV века. Монеты падали не из смерча, а из облака. Поднятый клад транспортировался на расстояние нескольких километров и выпал компактным дождем (Наливкин) [28].

Воронки, не касающиеся земли, издают шипящий звук. Воронки, касающиеся земли, создают ужасный грохот, как сотни поездов, но никогда не создают раскатов грома. На некотором расстоянии от воронки шум сильно ослабевает.

Фай (Faye) описывает несколько случаев, когда торнадо сопровождалось шаровыми молниями. Иногда короткие и широкие листовые молнии окружают воронку. Иногда вся поверхность светится странным желтоватым сиянием. Иногда в смерчевом облаке наблюдаются шаровидные синеватые образования типа шаровых молний, но гораздо больших размеров. Иногда образуются огненные столбы [30].

В работе Джонса (Jones) [31] описывается пульсовой генератор - центр электрической активности, видимый в смерчевом облаке в виде округлённого пятна светлого-голубого цвета, которое появляется за 30-90 минут до появления воронки. В работе Воннегута и Майера (Vonnegut, Meyer) приводится ночная фотография светящихся колонн, сопровождавших воронки [32].

Ирвингский смерч, 1879 г., пересекал новый металлический мост длиной 75 метров и массой 108 тонн. Воронка подняла мост и в воздухе свернула его в плотный сверток. Когда этот смерч надвинулся на большую каменную школу, обломки школы крутились с огромной скоростью, но не выбрасывались наружу. Большая деревянная церковь вместе с 50-ю прихожанами была

поднята в воздух и перенесена на 4 метра и по земле протянута на 2 метра. Все прихожане остались живы. В 1963 году воронка перенесла на 400 метров дом с 10-ю жителями, оставшимися живыми (Наливкин) [28].

1.4. Аномалии торнадо

Аномальное явление это такое явление, которое не допускает объяснения в рамках общепринятых концепций, ставит вопросы, но не дает ответы. Приведенная выше феноменология торнадо показывает аномальность всех его проявлений. Коротко перечислим поставленные ей вопросы.

- Что является источником: смерчевое облако для воронки или воронка для смерчевого облака?
- Каким образом медленно вращающееся материнское облако может поддерживать быстрое вращение в воронке?
- Каков источник энергии формирования воронки из моря?
- Какого происхождения тот внутренний момент, который обеспечивает поворот горизонтального вихря в материнском облаке в вертикальном направлении?
- Какого происхождения тот внутренний момент, который поддерживает встречное вращение различных частей смерчевого облака?
- Почему воронка двигается скачками?
- Какого происхождения силы и моменты, которые вызывают быстрое вращение стенок воронки и встречное вертикальное течение воздуха в центре и на периферии?
- Чем объяснить устойчивость тонких и быстрых струй, образующих стенки воронки?
- Почему разрушительное действие воронки появляются только в моменты касания воронкой поверхности земли?

- Как объяснить вдавливание кленового листа в твердую штукатурку стенки?
- Как объяснить, что рыхлый конец доски остался не поврежденным, когда протыкал стену дома?
- Почему сосновая палка не поломалась, когда протыкала толстый стальной лист?
- Какие моменты формируют нижний кольцевой вихрь, каскад и футляр?
- Каков механизм чёточных воронок?
- Почему воронки прыгают по земле?
- Какими силами можно создать траншею в воде?
- Как можно объяснить левитацию торнадо?
- Почему предметы не теряются по дороге?
- Чем уравнивается центробежная сила, препятствующая разбросу поднятых воронкой предметов?
- Почему меняется динамика воронки после касания земли или воды?
- Какова роль шаровых молний в динамике торнадо?
- Каково происхождение светящихся облаков и столбов, возникающих в торнадо?
- Что такое пульсовый генератор в виде светящегося облака?
- Какая сила удерживала машину на месте, когда воронка вырывала колёса?
- Какой момент свернул стальной мост в плотный свёрток?

Изучение торнадо - это поиск ответов на поставленные вопросы.

1.5. Механизм торнадо

Отсутствие ответов в рамках традиционной концепции заставляет обратиться к новой концепции торнадо.

Многочисленные свидетельства связи торнадо с шаровой молнией, которая, по нашим представлениям, является

ни чем иным как дефектом физического вакуума, позволяют привлечь эту же модель поляризационной среды для объяснения торнадо. В данном случае из всех возможных поляризационных свойств физического вакуума наибольшую роль будет играть его спиновая поляризация.

В связи с этим напомним читателю об опыте Эйнштейна - де-Гааза, в котором демонстрировалось вращение ферромагнетика, помещенного в постоянное магнитное поле. Объясняется этот эффект тем, что спины ферромагнетика, первоначально ориентированные произвольным образом, под действием магнитного поля приобретали преимущественную ориентацию в направлении поля. И если в начальном состоянии суммарный момент количества движения всех спинов равнялся нулю, то в магнитном поле он приобретал какое-то отличное от нуля значение. По теореме о моменте количества движения это приводит к вращению кристаллической решетки в противоположном спином направлении. Помимо этого, внутренние моменты спинов вызывают касательные напряжения, вызывающие крутильную деформацию ферро-магнетика.

Интересно, что в этом опыте микроскопические процессы, изучаемые только квантовой механикой, проявили себя в макроскопическом процессе.

Этот хорошо известный эффект не привлекал к себе внимания ни физиков ни техников по той причине, что касательные напряжения очень малы. Совсем иначе обстоит дело, когда средой является вакуумный домен. Согласно нашей модели материнское облако торнадо, кроме наблюдаемой части, имеет ненаблюдаемую часть в виде вакуумного домена. Под совместным действием гравитационного и электрического поля, которое в грозовом облаке достигает значения в сотни миллионов вольт, из домена вытягиваются тонкие длинные вакуумные домены с боль-

шой концентрацией дефектов. Спиновая поляризация этого домена вызывает вращение столба торнадо. Вычисления, проведенные В. Л. Дятловым, применительно к вакууму со стопроцентной концентрацией дефектов, показывают, что касательные напряжения в нём могут достигать сотни килограмм на квадратный сантиметр [11].

В воздухе, когда воронка не касается твёрдых предметов, неуравновешенный момент количества движения компенсируется вращением воронки и связанного с ней воздуха, а в твёрдом теле эти моменты вызывают большие касательные напряжения, достаточные для того, чтобы срезать колеса автомобиля или повернуть кирпичную церковь с запада на восток.

Положительная масса, сосредоточенная на нижнем конце воронки, объясняет быстрое удлинение воронки и последующий удар о поверхность земли или воды.

Вакуумный домен, как и вакуум, не обладает проводимостью собственного гравитационного тока, он не обладает свободными гравитационными зарядами. Поэтому при касании с поверхностью в Землю уходят только поверхностные гравитационные заряды. При этом воронка отрывается от Земли. После чего процесс поляризации вновь удлиняет воронку, и она вновь касается Земли. Так можно объяснить наблюдаемый пунктирный контакт воронки с Землей.

Источником энергии, как и в опыте Эйнштейна – де Гааза, является энергия магнитного поля, в данном случае поля Земли. Поэтому важную роль играет изменение напряженности этого поля при меридиональном движении торнадо. Однако кратковременное изменение спиновой поляризации может происходить и при изменении формы домена. Вакуумный домен под действием гравитационных сил удлиняется. Это приводит к увеличению спиновой

поляризации. Таким образом, гравитационная энергия превращается в спиновую энергию.

Над воронкой торнадо всегда поднимается на высоту более 20 км облако. Так как верхняя граница тропосферы, проходящая в средних широтах на высоте 10-11 км, ограничивает все термобарические процессы в атмосфере, проявление торнадо на такой высоте не может иметь метеорологического объяснения, но может иметь гравидинамическое объяснение. Вытянутый и сильно поляризованный вакуумный домен содержит на своем верхнем конце большую отрицательную массу и положительный электрический заряд. И тот, и другой заряд отталкивается от Земли и устремляется вместе с воздухом за пределы тропосферы. Увлекаемая при этом влага делает домен видимым.

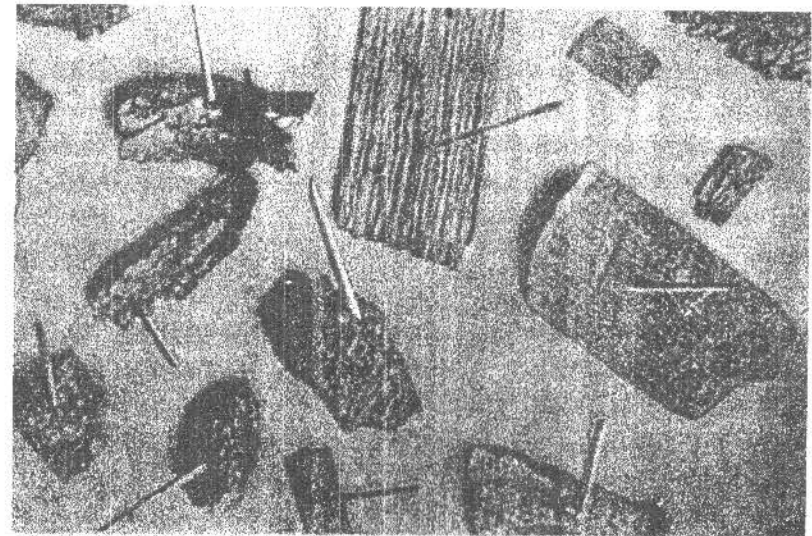


Рис. 5.

Самое распространённое и самое необъяснимое проявление торнадо - протыкание мягкими предметами твёрдых (соломинки протыкают доски, шепка протыкает ствол дерева, доска проходит сквозь стену дома, сквозь толстый стальной лист) тоже получает объяснение в рамках принятой модели, рис. 5.

Под действием гравитационного поля Земли на тонких концах различных предметов с большой плотностью собирается гравитационный заряд, который устремляется к гравитационному заряду, создаваемому Землей на поверхности дома или дерева. Плотность заряда, при некоторой концентрации дефектов, может оказаться достаточной для протыкания прочных предметов. В проделанное отверстие увлекается и носитель зарядов, прочность которого не играет никакой роли.

Этим же механизмом можно объяснить, почему лист клевера оказался вдавленным в твердую штукатурку стены. Если бы можно было поставить лабораторный эксперимент для демонстрации гравитационных зарядов, то лучшего способа проявления их действия в этом эксперименте трудно было бы придумать.

Вероятность попадания доски своим концом в ствол пальмы очень мала, но всё-таки отлична от нуля, а вероятность того что, все доски протыкают пальму таким образом, что пальма всегда оказывается посередине доски, равняется практически нулю. Но если принять, что эквипотенциаль гравитационного поля проходит вдоль пальмы, то и попадание доски в пальму, и остановка доски как раз на своей середине, всё это перестает быть случайным.

Положительные гравитационные заряды, возникающие на нижней поверхности материнского облака, позволяют удерживать и транспортировать не только серебряные

монеты и земноводных, но и огромные массы воды, извлеченные из водоёмов.

Гравитационная поляризация столба торнадо позволяет объяснить, почему быстро вращающиеся кирпичи от разрушенной школы оказались сложенными высоким холмиком в центре площадки, образованной фундаментом школы.

Положительные гравитационные заряды, возникшие на нижнем конце столба, вызывают такую же поляризацию на поверхности Земли, в данном случае в фундаменте школы. Притяжение этих зарядов уравнивало центробежную силу и собрало все кирпичи в центре столба.

1.6. Тропические ураганы

Обратиться к тропическим ураганам при описании торнадо нас заставляет то неоднократно повторяемое описание материнского облака торнадо, в которых авторы подчёркивают его полное сходство с тропическим ураганом. Та же тороидальная форма с винтовым движением воздушных масс по поверхности тора, то же око в самом центре урагана, в котором царит абсолютная тишина. По единодушному мнению исследователей материнское облако - это маленький тропический ураган.

Вот ещё свидетельства связи тропического урагана с шаровыми молниями.

Во время урагана 18 августа 1891 года на острове Мартиника жители деревень рассказывали о многочисленных огненных шарах, пролетавших по воздуху и с треском взрывающихся на высоте приблизительно 50 см. от земли (Тирон) [33].

“...на это время казалось, что масса огненных шаров соприкасается с домами и извергает на землю горящее пламя, которое поднималось вверх “. (Дове) [34].

Поскольку вакуумный домен содержится в материнском облаке, то естественно предполагать его присутствие и в тропическом урагане.

Разрушительное действие урагана, кажется, можно объяснить движением воздуха. Но вот чем объяснить специфическое движение воздуха?

Итак, большой вакуумный домен в виде "космического льда" или в другом виде опускается на Землю.

Астрономические наблюдения показали, что образования, получившие название "космический лёд", могут иметь размеры до 50 км. В.Л. Дятлов подробно изучил движение вакуумного домена в электрическом, магнитном и гравитационном поле Земли [10]. При некоторой концентрации свободных электрических зарядов, захваченных доменом вместе с газом, домен зависает над поверхностью Земли. Под действием гравитационного поля Земли домен поляризуется. Это приводит, во-первых, к вращению домена и связанного с ним воздуха вокруг вертикальной оси и, во-вторых, к появлению дополнительной положительной массы на нижней поверхности домена и отрицательной массы на верхней поверхности домена. Положительная масса домена притягивает из окрестности воздух, который замещает пространство внутри домена, освобождаясь благодаря действию центробежной силы.

Вот одно из многочисленных наблюдений, которое свидетельствует в пользу присутствия положительной массы вблизи земной поверхности, сделанное профессиональным наблюдателем на метеостанции во время урагана 2 сентября 1935 г., который прошёл над Флоридой.

"Во время затишья небо было ясное. Звёзды сверкали ярко, и продолжался тихий ветерок. Приблизительно в середине затишья, которое продолжалось 55 минут, я увидел, что море начало подниматься и подниматься очень

быстро". (Duane) [35]. Другой наблюдатель этого урагана находился на дюне высотой 12 м. Вода затопила дюну полностью (Douglas) [36].

Подъём воды во время урагана можно объяснить, и обычно так и делается, действием ветра, который способен вызвать нагонную волну. Однако в описываемом случае подъёму воды предшествовало затишье. В других случаях направление ветра и перемещение урагана, как правило, не совпадают. Кроме того, нагонная волна никак не может достигать величины 12 м. А вот положительная масса вблизи поверхности Земли способна поднять линию эквипотенциала гравитационного поля и привести к наблюдаемому эффекту.

Ураган Газель 1954 года перенес за три дня кокосовые орехи, куски бамбука, тяжелые раковины весом 3-4 кг и некоторую утварь с острова Гаити в американский штат Северная Каролина, отстоящей от Гаити на 1500 км (Gentry) [37]. Приписать такую транспортирующую способность ветру никак не возможно.

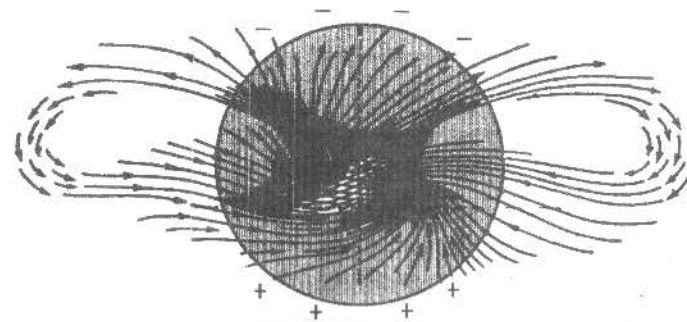


Рис. 6.

На рис. 6 изображена картина течения, возникающего под совместным действием гравитационных и центробежных сил. В данном случае знаками плюс и минус обозначены поверхностные положительные и отрицательные гравитационные заряды, возникающие в вакуумном домене под действием гравитационного поля. Положительные гравитационные заряды притягивают массу воздуха, отрицательные гравитационные заряды отталкивают воздух. Построенное течение можно сложить с течением, вызываемым термобарическими процессами и кориолисовыми силами, рассматриваемыми в метеорологии. При этом вакуумный домен может выступать структурообразующим элементом и энергетическим источником.

Следует отметить, что гравитационные силы являются потенциальными силами и никакой работы над потоком воздуха совершить не могут. Их роль состоит в контроле за кинематикой течения. На схеме показана картина допустимого течения в присутствии гравитационных сил, созданных гравитационными зарядами. Подвод энергии с помощью вращательного момента, особенно необходимый в период формирования урагана, как и в случае с торнадо, происходит за счет изменения спиновой поляризации вакуумного домена. В свою очередь, изменение спиновой поляризации происходит благодаря вертикальному вытягиванию домена, при этом энергия гравитационного поля переходит в энергию вращения, и благодаря движению домена из области с малой вертикальной компонентой магнитного поля в область с большим значением поля. Так как градиент вертикальной компоненты магнитного поля максимален вблизи экватора, то становится понятно, почему ураганы появляются именно там.

Заключение.

Разрушения, причиняемые торнадо, слишком очевидны, чтобы подвергаться сомнению. Сложнее обстоит дело с дефектами физического вакуума, образующими домен. По своим свойствам они легко могут проникнуть внутрь самолета, орбитальной станции или спутника Земли. Они, как мы знаем, могут нести статическое электричество и являться источником электромагнитных излучений. И то и другое может вывести из строя электронную аппаратуру или вызвать пожар в топливных отсеках. Возможно, именно они являются причиной некоторых авиационных катастроф и порчи оборудования на спутниках.

То же самое можно сказать о так называемых воздушных ямах.

Понятно, что на небольших высотах, там, где наблюдается интенсивное термоконвективное течение, самолёт будет испытывать заметные вертикальные нагрузки, которые связывают с воздушными ямами. Но когда самолёт, летящий на высоте 9 - 10 тысяч метров, где вертикальное течение отсутствует, внезапно падает вниз на 300 метров, то мало убедительными кажутся ссылки на воздушную яму. Другое дело - вакуумный домен. Если самолет пролетает мимо длинного вертикально расположенного вакуумного домена, на верхнем конце которого сосредоточена отрицательная масса, а на нижнем - положительная, то он будет испытывать вертикальную перегрузку, способную бросить его вниз.

Мы не имеем возможности создавать или уничтожать вакуумные домены, но вот дистанционно обнаруживать и даже защищаться от некоторых из них, как показывают, расчёты, мы можем. Это позволяет организовать систему мониторинга и раннего обнаружения и предупреждения

вакуумных доменов и торнадо, и, во многих случаях, предусмотреть средства защиты.

Велико искушение на основе имеющихся результатов дать объяснение всем, не объяснённым ранее явлениям. Но принятые гипотезы, как и всякие другие, не могут использоваться для этих целей. Они только позволяют сформулировать гипотетические модели и составить программу исследований, предназначенных для проверки гипотезы и её моделей. В случае положительного результата, гипотеза перестаёт быть гипотезой, она становится основой новой модели и теории. Многочисленные сравнения расчётов и наблюдений, частично приведённых выше, позволяют надеяться именно на такой исход.

II. Взаимодействие электромагнитных, грависпиновых и акустических волн

Введение

Математическая модель электрогравидинамики, основы которой были положены ещё О. Хевисайдом [4], указывает на взаимодействие между электромагнитными и грависпиновыми полями. В свою очередь, грависпиновые волны непосредственным образом связаны с движением среды, в которой эти поля распространяются. Взаимодействию электромагнитных, грависпиновых и акустических волн и посвящена эта работа.

Напомним, что Максвелл, в своих построениях наделял вакуум некоторыми физическими свойствами, которые позволяли вакууму передавать электромагнитные волны.

Однако такое предположение долгое время оставалось умозрительным из-за того, что не находило своего экспериментального подтверждения. Зарегистрированное рождение частиц и античастиц из вакуума послужило экспериментальной основой модели физического вакуума, развитой в работах Я. П. Терлецкого [8], А. Е. Акимова [7].

Однако все эти работы относятся к модели однородного физического вакуума, который не взаимодействует с веществом и слабо взаимодействует с полями.

Модель неоднородного физического вакуума, предложенная и обоснованная В. Л. Дятловым [1,11], перевела теорию электрогравидинамики из умозрительной категории в практическую, так как появилась возможность применять её для объяснения некоторых наблюдаемых эффектов и для её экспериментальной проверки и использования.

Одной из возможных задач, доступных для математического и экспериментального исследования, является взаимо-

действие акустических волн с волнами электрогравитодинамики.

II.1. Уравнения электрогравитодинамики и механики сплошных сред

Линейные уравнения, описывающие одновременно протекающие электромагнитные, гравитационные и механические процессы записываются так [1].

$$\begin{aligned} 1) \quad \nabla \cdot \mathbf{D} &= \rho, \\ 2) \quad \nabla \times \mathbf{E} &= -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t}, \\ 3) \quad \nabla \cdot \mathbf{B} &= 0, \\ 4) \quad \nabla \times \mathbf{H} &= \mathbf{j} + \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t}. \end{aligned}$$

Выписанные четыре уравнения представляют собой классические уравнения Максвелла для вектор-функций напряженности электрического и магнитного полей \mathbf{E}, \mathbf{H} и для вектор-функций электрической и магнитной индукции \mathbf{D}, \mathbf{B} . Они замыкаются алгебраическим соотношением, которое соответствует закону Ома, и еще двумя зависимостями, связывающими индукции и напряженности.

$$\begin{aligned} 5) \quad \mathbf{j} &= \sigma \mathbf{E} + \sigma_1 \mathbf{E}_g + \mathbf{v} \rho, \\ 6) \quad \mathbf{D} &= \varepsilon \varepsilon_0 \mathbf{E} + \varepsilon_1 \mathbf{E}_g, \\ 7) \quad \mathbf{B} &= \mu \mu_0 \mathbf{H} + \mu_1 \mathbf{H}_g. \end{aligned}$$

В этих зависимостях появились вектор-функции напряженностей гравитационного и спинового полей, для которых справедливы уравнения Хевисайда. Электрическая ε_1 и магнитная μ_1 проницаемости отличны от нуля только в не-

однородном физическом вакууме Дятлова. Для однородного физического вакуума эти величины равны нулю и мы получаем классические уравнения Максвелла, никак не связанные с уравнениями Хевисайда.

Заметим, что дополнительные слагаемые в законе Ома, порождаемые проводимостью гравитационного заряда и механическим переносом электрического заряда пренебрежимо малы по сравнению первым слагаемым, соответствующим классической форме закона Ома.

Теперь мы должны записать уравнения Хевисайда для гравитационного и спиновых полей

$$\begin{aligned} 8) \quad \nabla \cdot \mathbf{D}_g &= -\rho_g, \\ 9) \quad \nabla \times \mathbf{E}_g &= -\frac{\partial \mathbf{B}_g}{\partial t}, \\ 10) \quad \nabla \cdot \mathbf{B}_g &= 0, \\ 11) \quad \nabla \times \mathbf{H}_g &= \mathbf{j}_g + \frac{\partial \mathbf{D}_g}{\partial t}. \end{aligned}$$

Для гравитационного тока и полей справедливы следующие алгебраические соотношения

$$\begin{aligned} 12) \quad \mathbf{j}_g &= \sigma_1 \mathbf{E} + \sigma_g \mathbf{E}_g + \mathbf{v} \rho_g, \\ 13) \quad \mathbf{D}_g &= \varepsilon_g \varepsilon_{g0} \mathbf{E}_g + \varepsilon_1 \mathbf{E}, \\ 14) \quad \mathbf{B}_g &= \mu_g \mu_{g0} \mathbf{H}_g + \mu_1 \mathbf{H}. \end{aligned}$$

В отличие от электрического тока гравитационный ток в основном определяется механическим переносом гравитационного заряда, плотность которого является массовой плотностью, поэтому мы положим нулю соответствующие проводимости.

Поскольку в уравнения электрогравитодинамики входит скорость переноса \mathbf{v} , то для замыкания системы уравнений

(1) - (14) требуется привлечь уравнения механики сплошных сред.

Так как уравнение неразрывности содержится в уравнениях Хевисайда, то остается выписать только уравнение импульса и уравнение состояния.

$$15) \quad \frac{d}{dt}(\rho_g \mathbf{v}) = -\nabla p,$$

$$16) \quad p = a_g^2 \rho_g + a_e^2 \rho_e.$$

Здесь использованы обозначения

$$a_g^2 = \partial p / \partial \rho_g, \quad a_e^2 = \partial p / \partial \rho_e$$

для квадратов скоростей распространения упругих и электростатических колебаний в среде.

В приведённую систему входят как напряженности полей, так и индукции этих полей. Для уменьшения количества неизвестных умножим уравнение (2) на $\varepsilon \varepsilon_0$, а уравнение (9) на ε_1 и сложим эти произведения. В результате с учётом соотношения (6) получим

$$17) \quad \nabla \times \mathbf{D} = -\varepsilon \varepsilon_0 \frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} - \varepsilon_1 \frac{\partial \mathbf{B}_g}{\partial t}.$$

В другой комбинации из этих же уравнений можно получить соотношение для индукции гравитационного поля.

$$18) \quad \nabla \times \mathbf{D}_g = -\varepsilon_g \varepsilon_{g0} \frac{\partial \mathbf{B}_g}{\partial t} - \varepsilon_1 \frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t}.$$

Прделаем аналогичные преобразования с уравнениями (4) и (9), теперь уже умножая на соответствующие магнитные проницаемости. В результате получим.

$$19) \quad \nabla \times \mathbf{B} = \sigma \mu \mu_0 \mathbf{E} - \mu_1 \rho_g \mathbf{v} + \mu \mu_0 \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t} - \mu_1 \mu_0 \frac{\partial \mathbf{D}_g}{\partial t},$$

$$20) \quad \nabla \times \mathbf{B}_g = \sigma \mu \mu_0 \mathbf{E} - \mu_g \mu_{g0} \rho_g \mathbf{v} + \mu_g \mu_{g0} \frac{\partial \mathbf{D}_g}{\partial t} - \mu_1 \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t}.$$

Обратим систему уравнений (6), (13), и выразим электрическую напряженность через индукции электрического и гравитационного полей.

$$\mathbf{E} = \frac{\mathbf{D} - b \mathbf{D}_g}{\varepsilon_{g0} \varepsilon_g \Delta}.$$

Здесь использованы обозначения

$$b = \varepsilon_1 / \varepsilon_g \varepsilon_{g0}; \quad \Delta = 1 - b^2.$$

Проведённые нами преобразования позволяют записать уравнения электрогравидинамики в терминах индукции полей.

$$21) \quad \nabla \cdot \mathbf{D} = \rho,$$

$$22) \quad \nabla \times \mathbf{B} = \frac{\sigma \mu_1}{\varepsilon_{g0} \varepsilon_g \Delta} (\mathbf{D} - b \mathbf{D}_g) - \mu_1 \rho_g \mathbf{v} + \mu \mu_0 \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t} - \mu_1 \frac{\partial \mathbf{D}_g}{\partial t},$$

$$23) \quad \nabla \cdot \mathbf{B} = 0,$$

$$24) \quad \nabla \times \mathbf{D} = -\varepsilon \varepsilon_0 \frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} - \varepsilon_1 \frac{\partial \mathbf{B}_g}{\partial t},$$

$$25) \quad \nabla \cdot \mathbf{D}_g = -\rho_g,$$

$$26) \quad \nabla \times \mathbf{D}_g = -\varepsilon_g \varepsilon_{g0} \frac{\partial \mathbf{B}_g}{\partial t} - \varepsilon_1 \frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t},$$

$$27) \quad \nabla \cdot \mathbf{B}_g = 0,$$

$$28) \quad \nabla \times \mathbf{B}_g = \frac{\sigma \mu_1}{\varepsilon_{g0} \varepsilon_g \Delta} (\mathbf{D} - b \mathbf{D}_g) - \mu_g \mu_{g0} \rho_g \mathbf{v} + \mu_g \mu_{g0} \frac{\partial \mathbf{D}_g}{\partial t} - \mu_1 \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t}.$$

Уравнения механики (15), (16) при этом не меняются и они позволяют выразить количество движения через индукцию.

II.2. Сокращение количества неизвестных

Уравнения (23) и (27) будут автоматически удовлетворены, если мы выразим неизвестные вектора \mathbf{B} и \mathbf{B}_g через новые неизвестные вектора, называемыми векторными потенциалами, следующим образом.

$$\mathbf{B} = \nabla \times \mathbf{A}; \quad \mathbf{B}_g = \nabla \times \mathbf{A}_g.$$

Подстановка этих представлений в уравнения (24) и (26) приведет к соотношениям

$$\nabla \times [\mathbf{D} + \varepsilon \varepsilon_0 \frac{\partial \mathbf{A}}{\partial t} + \varepsilon_1 \frac{\partial \mathbf{A}_g}{\partial t}] = 0,$$

$$\nabla \times [\mathbf{D}_g + \varepsilon_g \varepsilon_{g0} \frac{\partial \mathbf{A}_g}{\partial t} + \varepsilon_1 \frac{\partial \mathbf{A}}{\partial t}] = 0.$$

Отсюда следует существование скалярных функций φ, φ_g , называемых потенциалами, удовлетворяющих соотношениям

$$29) \quad \mathbf{D} + \frac{\partial}{\partial t} (\varepsilon \varepsilon_0 \mathbf{A} + \varepsilon_1 \mathbf{A}_g) = -\nabla \varphi,$$

$$30) \quad \mathbf{D}_g + \frac{\partial}{\partial t} (\varepsilon_g \varepsilon_{g0} \mathbf{A}_g + \varepsilon_1 \mathbf{A}) = -\nabla \varphi_g.$$

Последние два выражения представляют собой решение уравнений (24), (26). Они позволяют исключить электрическую и гравитационную индукцию из уравнений (21), (25).

$$31) \quad \rho + \frac{\partial}{\partial t} (\varepsilon \varepsilon_0 \nabla \cdot \mathbf{A} + \varepsilon_1 \nabla \cdot \mathbf{A}_g) = -\Delta \varphi,$$

$$32) \quad -\rho_g + \frac{\partial}{\partial t} (\varepsilon_g \varepsilon_{g0} \nabla \cdot \mathbf{A}_g + \varepsilon_1 \nabla \cdot \mathbf{A}) = -\Delta \varphi_g.$$

Обратимся теперь к уравнениям (22), (28), которые теперь могут быть записаны так.

$$\nabla \times \nabla \times \mathbf{A} = \frac{\sigma \mu_1}{\varepsilon_{g0} \varepsilon_g \Delta_\varepsilon} \left[-\nabla \varphi - \frac{\partial}{\partial t} (\varepsilon \varepsilon_0 \mathbf{A} + \varepsilon_1 \mathbf{A}_g) - b \nabla \varphi_g - \right. \\ \left. - b \frac{\partial}{\partial t} (\varepsilon_g \varepsilon_{g0} \mathbf{A}_g + \varepsilon_1 \mathbf{A}) \right] -$$

$$- \mu \mu_0 \left[\nabla \frac{\partial \varphi}{\partial t} + \frac{\partial^2}{\partial t^2} (\varepsilon \varepsilon_0 \mathbf{A} + \varepsilon_1 \mathbf{A}_g) \right] - \mu_1 \left[\nabla \frac{\partial \varphi_g}{\partial t} + \right. \\ \left. + \frac{\partial^2}{\partial t^2} (\varepsilon_g \varepsilon_{g0} \mathbf{A}_g + \varepsilon_1 \mathbf{A}) \right] - \mu_1 \rho_g \mathbf{v};$$

$$\nabla \times \nabla \times \mathbf{A}_g = \frac{\sigma \mu_1}{\varepsilon_{g0} \varepsilon_g \Delta_\varepsilon} \left[-\nabla \varphi - \frac{\partial}{\partial t} (\varepsilon \varepsilon_0 \mathbf{A} + \varepsilon_1 \mathbf{A}_g) - b \nabla \varphi_g - \right. \\ \left. - b \frac{\partial}{\partial t} (\varepsilon_g \varepsilon_{g0} \mathbf{A}_g + \varepsilon_1 \mathbf{A}) \right] -$$

$$- \mu \mu_0 \left[\nabla \frac{\partial \varphi}{\partial t} + \frac{\partial^2}{\partial t^2} (\varepsilon \varepsilon_0 \mathbf{A} + \varepsilon_1 \mathbf{A}_g) \right] - \mu_1 \left[\nabla \frac{\partial \varphi_g}{\partial t} + \right. \\ \left. + \frac{\partial^2}{\partial t^2} (\varepsilon_g \varepsilon_{g0} \mathbf{A}_g + \varepsilon_1 \mathbf{A}) \right] - \mu_g \mu_{g0} \rho_g \mathbf{v}.$$

Операторы второго порядка, как известно, преобразуются таким образом.

$$\nabla \times \nabla \times \mathbf{A} = -\Delta \mathbf{A} + \nabla \cdot \nabla \cdot \mathbf{A}.$$

Пользуясь некоторым произволом в выборе потенциалов, потребуем, чтобы они удовлетворяли соотношениям.

$$33) \quad \nabla \cdot \mathbf{A} = -\mu \mu_0 \frac{\partial \varphi}{\partial t} - \mu_1 \frac{\partial \varphi_g}{\partial t},$$

$$34) \quad \nabla \cdot \mathbf{A}_g = -\mu_g \mu_{g0} \frac{\partial \varphi_g}{\partial t} - \mu_1 \frac{\partial \varphi}{\partial t}.$$

Выбранные условия, которые называются калибровочными, позволяют несколько упростить последние уравнения и записать их так.

$$35) -\Delta \mathbf{A} + (\mu \mu_0 \varepsilon \varepsilon_0 + \varepsilon_1 \mu_1) \frac{\partial^2}{\partial t^2} \mathbf{A} + (\mu_1 \varepsilon_g \varepsilon_{g0} + \mu \mu_0 \varepsilon_1) \frac{\partial^2}{\partial t^2} \mathbf{A}_g =$$

$$= -\frac{\sigma \mu_1}{\varepsilon_{g0} \varepsilon_g \Delta_\varepsilon} [\nabla \varphi + \frac{\partial}{\partial t} (\varepsilon \varepsilon_0 \mathbf{A} + \varepsilon_1 \mathbf{A}_g)] + b \nabla \varphi_g +$$

$$+ b \frac{\partial}{\partial t} (\varepsilon_g \varepsilon_{g0} \mathbf{A}_g + \varepsilon_1 \mathbf{A}) - \mu_1 \rho_g \mathbf{v};$$

$$36) -\Delta \mathbf{A}_g + (\mu_g \mu_{g0} \varepsilon_g \varepsilon_{g0} + \varepsilon_1 \mu_1) \frac{\partial^2}{\partial t^2} \mathbf{A}_g +$$

$$+ (\mu_1 \varepsilon \varepsilon_0 + \mu_g \mu_{g0} \varepsilon_{11}) \frac{\partial^2}{\partial t^2} \mathbf{A} =$$

$$-\frac{\sigma \mu_1}{\varepsilon_{g0} \varepsilon_g \Delta_\varepsilon} [\nabla \varphi + \frac{\partial}{\partial t} (\varepsilon \varepsilon_0 \mathbf{A} + \varepsilon_1 \mathbf{A}_g)] + b \nabla \varphi_g +$$

$$+ b \frac{\partial}{\partial t} (\varepsilon_g \varepsilon_{g0} \mathbf{A}_g + \varepsilon_1 \mathbf{A}) - \mu_g \mu_{g0} \rho_g \mathbf{v}.$$

Полученная система четырех уравнений (33) - (36) определяет два скалярных и два векторных потенциала. Для замыкания этой системы следует добавить уравнение импульса (15), которое с учетом уравнений (21), (25) и (15) записывается так.

$$37) \frac{d}{dt} (\rho_g \mathbf{v}) = a_g^2 \nabla \cdot \nabla \cdot \mathbf{D}_g - a_e^2 \nabla \cdot \nabla \cdot \mathbf{D}.$$

Для потенциальных движений среды можно ввести потенциал скорости соотношением $\mathbf{v} = \nabla \varphi_0$. Для малых коле-

баний плотности около своего среднего значения ρ_g^0 уравнение импульса запишется так

$$38) \rho_g^0 \frac{\partial \varphi_0}{\partial t} = a_g^2 \nabla \cdot \mathbf{D}_g - a_e^2 \nabla \cdot \mathbf{D}.$$

Уравнения (29) и (30) позволяют исключить индукцию из последнего уравнения и получить выражение для потенциала скорости через векторные потенциалы индукции грависпинового поля.

$$39) \rho_g^0 \frac{\partial \varphi_0}{\partial t} = -a_g^2 \Delta \varphi_g + a_e^2 \Delta \varphi + (\varepsilon_1 a_e^2 - \varepsilon_g \varepsilon_{g0} a_g^2) \frac{\partial \nabla \cdot \mathbf{A}_g}{\partial t} +$$

$$+ (\varepsilon \varepsilon_0 a_e^2 - \varepsilon_1 a_g^2) \frac{\partial \nabla \cdot \mathbf{A}}{\partial t}.$$

III.3. Электромагнитные и грависпиновые волны

В отсутствие среды уравнения (35), (36) имеют следующий вид

$$40) A_{11} \frac{\partial^2 \mathbf{A}^0}{\partial t^2} + A_{12} \frac{\partial^2 \mathbf{A}_g^0}{\partial t^2} = \Delta \mathbf{A}^0,$$

$$41) A_{21} \frac{\partial^2 \mathbf{A}^0}{\partial t^2} + A_{22} \frac{\partial^2 \mathbf{A}_g^0}{\partial t^2} = \Delta \mathbf{A}_g^0.$$

где использованы обозначения

$$A_{11} = \varepsilon \varepsilon_0 \mu \mu_0 + \varepsilon_1 \mu_1,$$

$$A_{12} = \varepsilon_1 \mu \mu_0 + \varepsilon_g \varepsilon_{g0} \mu_1,$$

$$42) A_{12} = \varepsilon_1 \mu_g \mu_{g0} + \varepsilon \varepsilon_0 \mu_1,$$

$$A_{22} = \varepsilon_g \varepsilon_{g0} \mu_g \mu_{g0} + \varepsilon_1 \mu_1.$$

Эти коэффициенты можно выразить через размерные и безразмерные параметры, введенные в работе [1].

Во-первых, мы можем воспользоваться равенством $\varepsilon_0 \mu_0 = \varepsilon_0 \cdot \mu_0 = 1/c^2$, где c - скорость света в вакууме.

Далее,

$$\eta = \sqrt{\frac{\varepsilon_{\cdot 0}}{\varepsilon_0}} = \sqrt{\frac{\mu_0}{\mu_{\cdot 0}}} = 1.16 \cdot 10^{10} \frac{\text{кг}}{\text{К}}, \quad a_{\varepsilon} = \eta \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_{g0}}, \quad a_{\mu} = \frac{\mu_1}{\eta \mu_{g0}}.$$

Здесь η размерный коэффициент, который позволяет сводить к общей размерности фигурирующие в системе (40), (41) коэффициенты и неизвестные вектор-функции.

$$A_{11} = (\varepsilon \mu + a_{\varepsilon} a_{\mu}) / c^2;$$

$$A_{22} = (\varepsilon_g \mu_g + a_{\varepsilon} a_{\mu}) / c^2;$$

$$A_{12} = \eta \cdot (a_{\varepsilon} \mu + \varepsilon_g a_{\mu}) / c;$$

$$A_{21} = (a_{\varepsilon} \mu_g + \varepsilon a_{\mu}) / (c^2 \eta).$$

Для неограниченной области система уравнений (40), (41) имеет решение в виде плоской бегущей волны.

$$43) \quad \mathbf{A}^0 = \mathbf{A} e^{i\omega(t+sx)}; \quad \mathbf{A}_g^0 = \mathbf{A}_g e^{i\omega(t+sx)}.$$

Здесь $\mathbf{A}^0, \mathbf{A}_g^0$ постоянные вектора, имеющие две отличные от нуля компоненты по осям Oy, Oz , подлежащие определению.

Подстановка указанного представления в систему уравнений (40), (41) приведет к алгебраической системе уравнений для амплитудных значений неизвестных векторных потенциалов.

$$(A_{11} - s^2) \mathbf{A} + A_{12} \mathbf{A}_g = 0,$$

44)

$$(A_{22} - s^2) \mathbf{A}_g + A_{21} \mathbf{A} = 0.$$

Условие существования ненулевого решения у системы (44) приводит к характеристическому уравнению.

$$(A_{11} - s^2)(A_{22} - s^2) + A_{12} A_{21} = 0.$$

Общее решение этого уравнения записывается так.

$$s^2 = \frac{1}{2}(A_{11} + A_{22}) \left[1 \pm \frac{A_{11} - A_{22}}{A_{11} + A_{22}} \sqrt{1 - \frac{4A_{12}A_{21}}{(A_{11} - A_{22})^2}} \right].$$

Для малых значений коэффициентов A_{12}, A_{21} полученные решения стремятся к значениям

$$s_1^2 = \frac{1}{\varepsilon \varepsilon_0 \mu \mu_{g0}} = \frac{1}{c^2},$$

$$s_2^2 = \frac{1}{\varepsilon_g \varepsilon_{g0} \mu_g \mu_{g0}} = \frac{1}{c_g^2},$$

где в знаменателях стоят квадраты скорости распространения электромагнитных и грависпиновых волн. Это обстоятельство позволяет относить полученные корни к электромагнитным и грависпиновым волнам соответственно.

III.4. Закон сохранения и преобразования энергии

Умножим уравнение (40) на A_{21} , а уравнение (41) на A_{12} и сложим полученные произведения. В результате получим квадратичную форму.

$$45) \quad \frac{1}{2} A_{11} A_{21} \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\partial \mathbf{A}}{\partial t} \right)^2 + A_{12} A_{21} \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\partial \mathbf{A}}{\partial t} \frac{\partial \mathbf{A}_g}{\partial t} \right) + \frac{1}{2 A_{22}} A_{12} \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\partial \mathbf{A}_g}{\partial t} \right)^2 = A_{21} \Delta \mathbf{A} \frac{\partial \mathbf{A}}{\partial t} + A_{12} \Delta \mathbf{A}_g \frac{\partial \mathbf{A}_g}{\partial t}.$$

Для плоской волны векторные потенциалы не имеют компоненты ориентированной по направлению распространения волны, а две другие его компоненты зависят только от времени и одной пространственной координаты совпадающей с направлением распространения волны. С учётом этого

обстоятельства скалярные произведения, входящие в квадратичную форму, раскрываются следующим образом:

$$\Delta \mathbf{A} \frac{\partial \mathbf{A}}{\partial t} = \frac{\partial^2 A_y}{\partial x^2} \frac{\partial A_y}{\partial t} + \frac{\partial^2 A_z}{\partial x^2} \frac{\partial A_z}{\partial t} = \frac{\partial^2 \mathbf{A}}{\partial x^2} \frac{\partial \mathbf{A}}{\partial t}.$$

Средне интегральное значение этого произведения полученное на интервале периодичности плоской волны может быть преобразовано следующим образом:

$$\overline{\Delta \mathbf{A} \frac{\partial \mathbf{A}}{\partial t}} = \int \left(\frac{\partial^2 A_y}{\partial x^2} \frac{\partial A_y}{\partial t} + \frac{\partial^2 A_z}{\partial x^2} \frac{\partial A_z}{\partial t} = \frac{\partial^2 \mathbf{A}}{\partial x^2} \frac{\partial \mathbf{A}}{\partial t} \right) dx \\ = - \frac{d}{dt} \overline{\left(\frac{\partial \mathbf{A}}{\partial x} \right)^2}.$$

Применяя операцию осреднения к соотношению (45) и выполняя интегрирование по времени, получим

$$46) \quad A_{11} A_{21} \overline{\left(\frac{\partial \mathbf{A}}{\partial t} \right)^2} + 2 A_{12} A_{21} \overline{\left(\frac{\partial \mathbf{A}}{\partial t} \frac{\partial \mathbf{A}_g}{\partial t} \right)} + A_{22} A_{12} \overline{\left(\frac{\partial \mathbf{A}_g}{\partial t} \right)^2} + \\ + A_{21} \overline{\left(\frac{\partial \mathbf{A}}{\partial x} \right)^2} + A_{12} \overline{\left(\frac{\partial \mathbf{A}_g}{\partial x} \right)^2} = const.$$

В случае однородного физического вакуума это соотношение распадается на два независимых равенства

$$u_o = A_{11} \overline{\left(\frac{\partial \mathbf{A}}{\partial t} \right)^2} + \overline{\left(\frac{\partial \mathbf{A}}{\partial x} \right)^2} = const.,$$

$$u_g = A_{22} \overline{\left(\frac{\partial \mathbf{A}_g}{\partial t} \right)^2} + \overline{\left(\frac{\partial \mathbf{A}_g}{\partial x} \right)^2} = const.$$

Покажем, что эти соотношения представляют собой законы сохранения электромагнитной и грависпиновой энергии соответственно, выраженные через векторные потенциалы.

Формула (33) выражает электрическую индукцию через векторный и скалярный потенциалы. Для плоской волны скалярные потенциалы равны нулю и, следовательно,

$$\frac{\partial \mathbf{A}}{\partial t} = - \frac{1}{\epsilon_0} \mathbf{D}.$$

С учетом того, что $A_{11} = \frac{1}{c_e^2}$, получаем значение $\frac{1}{c_e^2 \epsilon_0^2} \mathbf{D}^2$,

равное плотности электрической энергии электромагнитного поля выраженное через электрическую индукцию.

Легко убедиться, что для плоской волны справедливо равенство

$$\mathbf{B}^2 = (\nabla \times \mathbf{A})^2 = \left(\frac{\partial \mathbf{A}}{\partial x} \right)^2,$$

что и доказывает наше утверждение.

Полученные результаты в такой же степени относятся и к грависпиновой волне.

В неоднородном физическом вакууме закон сохранения энергии относится только к сумме энергий обеих волн, как это записано в соотношении (46).

Специфика распространения электромагнитных и грависпиновых волн в неоднородном физическом вакууме состоит в возможности распространения каждой из волн с двумя различными скоростями $1/s_e$, $1/s_{eg}$, в соответствии с двумя корнями дисперсионного уравнения.

Рассмотрим случай $s_g \gg s_e$, что соответствует медленному распространению грависпиновых волн по сравнению со скоростью электромагнитных волн.

При таком условии электрические и магнитные поля успевают установиться за время изменения гравитационного и спинового полей. Это позволяет в системе уравнений (40),

(41) использовать условия магнито и электростатики и свести их к такому виду:

$$47) \quad A_{12} \frac{\partial^2 \mathbf{A}_g^0}{\partial t^2} = \Delta \mathbf{A}^0,$$

$$48) \quad A_{22} \frac{\partial^2 \mathbf{A}_g^0}{\partial t^2} = \Delta \mathbf{A}_g^0.$$

Из уравнения (48) следует, что грависпиновые волны распространяются независимо от электромагнитной волны со скоростью $1/\sqrt{A_{22}}$, которая, согласно принятому условию, значительно меньше скорости распространения электромагнитной волны.

В это же время, согласно уравнению (47), грависпиновая волна индуцирует электромагнитную волну, которая теперь распространяется со скоростью грависпиновой волны. Фазы двух волн совпадают, а отношение амплитуд определяется уравнением. $\frac{A_{12}}{A_{22}} \Delta \mathbf{A}_g = \Delta \mathbf{A}$. Отсюда следует алгебраическая

связь между векторными потенциалами двух волн

$$\frac{A_{12}}{A_{22}} \mathbf{A}_g = \mathbf{A} + \psi p.$$

Произвольная гармоническая функция ψ в неограниченной области равняется нулю, для ограниченных областей определяется краевыми условиями.

Рассмотрим другой крайний случай, когда s_e, s_g мало отличаются друг от друга, а амплитуды обеих волн совпадают.

Запишем вещественную часть векторного потенциала для электромагнитного поля следующим эквивалентным образом

$$\mathbf{A} = \frac{1}{2} \overset{0}{\mathbf{A}} [e^{i\omega(t+sx)} + e^{-i\omega(t+sx)}] = ch \ i\omega(t+sx).$$

Здесь $\overset{0}{\mathbf{A}}$ амплитудный двухмерный вектор.

Суперпозицию двух волн одинаковой амплитуды и разной частоты можно описать векторным потенциалом

$$\begin{aligned} \mathbf{A} &= \overset{0}{\mathbf{A}} [ch i\omega(t+s_e x) + ch i\omega(t+s_g x)] = \\ &= 2 \overset{0}{\mathbf{A}} ch \frac{i\omega}{2} [2t + (s_e + s_g)x] ch \frac{i\omega}{2} [2t + (s_e - s_g)x]. \end{aligned}$$

Так как $ch x = \cos x$, то последнюю формулу можно переписать так

$$\mathbf{A} = 2 \overset{0}{\mathbf{A}} \cos \frac{\omega}{2} [2t + (s_e + s_g)x] \cos \frac{\omega}{2} [2t + (s_e - s_g)x].$$

Как видно из этого представления, суперпозиция двух волн представляет собой новую волну, имеющую фазовую скорость $\frac{2}{s_e + s_g}$ и модулированную по пространственной

переменной амплитуде $2 \overset{0}{\mathbf{A}} \cos \frac{s_e + s_g}{2} x$.

Пучности и узлы электромагнитной волны в цилиндрическом вакуумном домене-волноводе изображены на рис.1.

Рассмотрим значение плотности энергии такой волны.

Принятое условие малости отношения $\frac{s_g - s_e}{s_g + s_e}$ позволяет считать амплитуду постоянной на интервале усреднения энергии $0 < x < \frac{4\pi}{s_g + s_e}$.

Непосредственные вычисления позволяют определить электромагнитные слагаемые интеграла энергии (49)

$$\left(\frac{\partial \mathbf{A}}{\partial t}\right)^2 = \frac{\varpi^2 A^2 (s_g + s_e)^0}{8\pi} \cos^2 \varpi \frac{s_g + s_e}{2} x;$$

$$\left(\frac{\partial \mathbf{A}}{\partial x}\right)^2 = \frac{\varpi^2 A^2 (s_g + s_e)^3}{8\pi} \cos^2 \varpi \frac{s_g + s_e}{2} x.$$

Как видно, сумма двух первых членов, входящая в уравнение энергии (49), меняется по пространственной координате по направлению распространения волны. В частности в точке $x_0 = \frac{\pi}{\varpi(s_g + s_e)}$ каждый из них обращается в нуль.

В нуль обратится и третье слагаемое уравнение энергии. А так как общее выражение всегда остается постоянным, то это означает, что в момент прохождения волной точки x_0 вся энергия волны будет преобразована в грависпиновую энергию. В другой точке $x_1 = \frac{2\pi}{\varpi(s_g + s_e)}$ их роли поменяются и вся энергия волны будет преобразована в электромагнитную энергию.

III.5. Акустические волны

Рассмотрим распространение электромагнитных, грависпиновых и акустических волн в сплошной непроводящей среде, погруженной в вакуумный домен.

В сплошной среде, занятой вакуумным доменом, будет отлична от нуля не только плотность гравитирующих зарядов, совпадающая с массовой плотностью, но и плотность электрических зарядов, независимо от наличия свободных зарядов.

Согласно уравнениям (31), (32) колебания плотности электрического и гравитационного зарядов обуславливается

колебаниями электромагнитного и грависпинового полей. Применительно к рассматриваемому случаю уравнения (35), (36) записываются так:

$$49) A_{11} \frac{\partial^2 \mathbf{A}^0}{\partial t^2} + A_{12} \frac{\partial^2 \mathbf{A}_g^0}{\partial t^2} = \Delta \mathbf{A}^0 - \mu_0 \rho_g \mathbf{v},$$

$$50) A_{21} \frac{\partial^2 \mathbf{A}^0}{\partial t^2} + A_{22} \frac{\partial^2 \mathbf{A}_g^0}{\partial t^2} = \Delta \mathbf{A}_g^0 - \mu_g \mu_{g0} \rho_g \mathbf{v}.$$

К ним теперь для замыкания требуется добавить уравнение импульса

$$51) \frac{d(\rho_g \mathbf{v})}{dt} = -a_g^2 \nabla \rho_g + a_e^2 \nabla \rho.$$

При этом мы добавили две новых неизвестных функции — плотность гравитационных и электрических зарядов.

Уравнения Хевисайда (11) и закон Ома (12), в котором мы положим нулю обе проводимости, после применения операции дивергенции с учетом уравнения (8), позволяют выразить малые колебания скорости через малые колебания плотности гравитационных зарядов.

$$52) \frac{\partial \rho_g}{\partial t} = -\rho_g^0 \nabla \mathbf{v}.$$

Здесь ноликом обозначена средняя массовая плотность и уравнение (52) представляет собой уравнение неразрывности для малых изменений плотности и скорости.

Применение операции дифференцирования по временной координате к уравнению импульса (51), операции дивергенции уравнения неразрывности (52) позволяет исключить массовую плотность и получить следующее уравнение для скорости

$$53) \rho_g^0 \left(\frac{\partial^2 \mathbf{v}}{\partial t^2} - a_g^2 \Delta \mathbf{v} \right) = -a_e^2 \frac{\partial \nabla \rho}{\partial t}.$$

Соотношение (31) позволяет выразить правую часть этого уравнения через векторные и скалярные потенциалы

$$\frac{\partial \nabla \rho}{\partial t} = -\nabla \left(\Delta \frac{\partial \varphi}{\partial t} \right) - \frac{\partial}{\partial t} (\varepsilon \varepsilon_0 \Delta \mathbf{A} + \varepsilon_1 \Delta \mathbf{A}_g).$$

Обращение системы уравнений (33), (34) позволяет выразить скалярный потенциал через векторные

$$\frac{\partial}{\partial t} (\nabla \varphi) = \frac{\mu_g \mu_{g0}}{\Delta_\mu} \Delta \mathbf{A} - \frac{\mu_1}{\Delta_\mu} \Delta \mathbf{A}_g$$

и переписать искомую производную так:

$$54) -\frac{\partial}{\partial t} (\nabla \varphi) = \Delta \left[\frac{\mu_g \mu_{g0}}{\Delta_\mu} \Delta \mathbf{A} - \frac{\mu_1}{\Delta_\mu} \Delta \mathbf{A}_g + \varepsilon \varepsilon_0 \frac{\partial^2 \mathbf{A}}{\partial t^2} + \varepsilon_1 \frac{\partial^2 \mathbf{A}_g}{\partial t^2} \right].$$

Полученное уравнение позволяет исключить плотность электрического заряда из уравнения (53) и, тем самым, замкнуть систему уравнений (49), (50), (53).

Для всякой реальной среды, в том числе содержащей вакуумный домен, скорость распространения электромагнитных волн всегда будет намного превосходить скорость распространения упругих волн. Следовательно, электрическое и магнитное поля будут удовлетворять уравнениям электро и магнитостатики. При этом поля могут зависеть от времени как от параметра, но производные по времени будут равняться нулю.

Указанное свойство позволяет упростить систему уравнений (49), (50).

$$55) \quad A_{12} \frac{\partial^2 \mathbf{A}_g^0}{\partial t^2} = \Delta \mathbf{A}^0 - \mu_0 \rho_g \mathbf{v},$$

$$56) \quad A_{22} \frac{\partial^2 \mathbf{A}_g^0}{\partial t^2} = \Delta \mathbf{A}_g^0 - \mu_g \mu_{g0} \rho_g \mathbf{v}.$$

Как показывает уравнение (56) грависпиновое поле не зависит от электромагнитного, в то время как электромагнитное поле определяется из уравнения (55) по акустическому и электромагнитному полю.

Уравнения (55), (56) позволяют придать выражению следующий вид:

$$-\frac{\partial}{\partial t} (\nabla \varphi) = Q \frac{\partial^2 \Delta \mathbf{A}_g}{\partial t^2},$$

где использовано следующее обозначение:

$$A_{12} \frac{\mu_g \mu_{g0}}{\Delta_\mu} + A_{21} \frac{\mu_{g0}}{\Delta_\mu} + \varepsilon_1.$$

Таким образом, решению подлежит следующая система четвертого порядка

$$57) \quad A_{22} \frac{\partial^2 \mathbf{A}_g^0}{\partial t^2} - \Delta \mathbf{A}_g^0 = -\mu_g \mu_{g0} \rho_g \mathbf{v},$$

$$58) \quad \rho_g^0 \left(\frac{\partial^2 \mathbf{v}}{\partial t^2} - a_g^2 \Delta \mathbf{v} \right) = -Q \frac{\partial^2 \Delta \mathbf{A}_g}{\partial t^2}.$$

Плоскую акустическую и грависпиновую волну, как обычно, будем искать в виде:

$$\mathbf{v} = \mathbf{v}^0 e^{i\omega(t+sx)}; \quad \mathbf{A}_g = \mathbf{A}_g^0 e^{i\omega(t+sx)}.$$

Так как акустическая волна, в отличие от электромагнитной, является продольной волной с одной компонентой, то и генерируемая ею грависпиновая волна, как это можно заключить из уравнений (57), (58), тоже окажется продольной с одной компонентой направленной по оси Oх.

Заметим, что именно в этом случае дивергенция векторного потенциала не равна нулю, как не равны нулю и скалярные потенциалы.

Подстановка выбранного представления для решения в уравнения (57), (58) приводит к системе алгебраических

уравнений для определения амплитуд и к характеристическому (дисперсионному) уравнению для определения волновых чисел

$$(\omega^2 s^2 - A_{22} \omega^2) A_g + \mu_g \mu_{g0} \rho_g^0 v^0 = 0,$$

$$-\varpi^2 s^2 Q A_g + (s^2 - \frac{1}{a_e^2}) v^0 = 0,$$

$$s^4 + (Q \mu_g \mu_{g0} \rho_g^0 - A_{22} - \frac{1}{a_e^2}) s^2 + A_{22} + \frac{1}{a_e^2} = 0.$$

В отсутствие вакуумного домена ($Q = 0$) это уравнение имеет решение $s_1^2 = A_{22}$; $s_2^2 = \frac{1}{a_e^2}$, соответствующее двум независимым процессам распространения грависпиновых и акустических волн.

В присутствии вакуумного домена для малого значения Q искомые корни имеют следующие значения:

$$s_1^2 = A_{22} - \frac{A_{22} a_e^2 + 1}{A_{22} a_e^2 - 1} Q \mu_g \mu_{g0} \rho_g^0;$$

$$s_2^2 = \frac{1}{a_e^2} + \frac{A_{22} a_e^2 + 1}{A_{22} a_e^2 - 1} Q \mu_g \mu_{g0} \rho_g^0.$$

Метод суперпозиции двух волн, использованный выше применительно к взаимодействию электромагнитной и грависпиновой волны, приведет к таким решениям:

$$60) \quad A_g = 2 A_g^0 \cos \varpi \left(t + \frac{s_1 + s_2}{2} x \right) \cos \varpi \frac{s_1 - s_2}{2} x;$$

$$v = 2 v^0 \cos \varpi \left(t + \frac{s_1 + s_2}{2} x \right) \sin \varpi \frac{s_1 - s_2}{2} x.$$

Заключение

В длительной, то затухающей то нарастающей дискуссии физиков о первичности и вторичности напряженности и индукции, математика занимала нейтральную позицию, так как победа любой точки зрения не меняла уравнений Максвелла.

Как можно видеть из проведенных выше исследований, и напряженность и индукция имеют самостоятельное значение, как напряженность и смещение в упругом теле. И то обстоятельство, что между ними имеется связь, позволяющая выразить одно поле через другое, не меняет существа дела.

Заметим, что вакуумные домены не являются генераторами энергии, они являются преобразователями одной энергии в другую. Источник какого-либо вида энергии должен находиться за пределами домена. Если иметь в виду грависпиновую энергию, то таким источником могут выступать звёзды, в частности, Солнце.

Реакция деления квадрик Терлецкого на домены физического вакуума может происходить только при подводе большого количества энергии. Реакция термоядерного синтеза, протекающая в недрах всех звёзд, может служить таким источником. В свою очередь, реакция деления квадрик, как предполагает В. Л. Дятлов, стабилизирует термоядерную реакцию, которая в противном случае должна привести к взрыву звезды. Представим себе домен в виде достаточно длинного цилиндра. В виду того, что скорость распространения всех рассматриваемых волн в домене меньше скорости распространения в вакууме, такой домен окажется волноводом для этих волн. Как показывают приведенные ниже результаты вычислений, на различных участках волновода будет превалировать различная форма энергии. Причем эти участки сохраняют свое пространственное положение. Есте-

ственное при этом рассеивание энергии, например, электромагнитной, приведёт к тому, что мы будем видеть отдельные светящиеся участки. Легко себе представить, что хорошо известные чёточные молнии представляют собой именно такие образования.

III. Упругость спиральных вихревых нитей

Введение

В природе [41], [43] и в лабораторных исследованиях часто наблюдается устойчивая вихревая структура, состоящая из одной или нескольких спиральных нитей, как это имеет место в торнадо. В частности, в лабораторных экспериментах автора данной работы, в которых изучалось поведение затопленной закрученной струи, были обнаружены режимы, когда струя перестраивалась в пару сплетенных спиральных вихревых нитей вращающихся вокруг общей оси. Так как наблюдаемые течения протекают при больших числах Рейнольдса, то кажется естественным использовать для их изучения модель невязкой жидкости. В частности, в работе [42] определяется поле скоростей, индуцируемое спиральной вихревой нитью. В работе [44] делается попытка изучить динамику сплетённых вихревых нитей, используя закон Био-Саварра. В этих работах, как и во многих других, используется предположение, что и для дискретно завихренной жидкости уравнение моментов выполняется тождественно, если выполнено уравнение импульсов. Как будет показано ниже, это предположение, справедливое во многих случаях, применительно к спиральным вихревым нитям не выполняется. Уравнение моментов выявляет наличие касательного напряжения на площадках перпендикулярных вихрю гироскопического происхождения. Проведенный анализ внутренних напряжений на примере гироскопических моментов, создаваемых вихрем, позволяет понять природу касательных напряжений, создаваемых спинами в ферромагнетиках и вакуумных доменах и, тем самым, объяснить встречное вращение воздушных масс в торнадо

и тропическом урагане, расположенных на разных высотах.

III.1. Законы сохранения для движущейся среды

Следуя классическому учебнику [38], запишем законы движения в интегральной форме для количества движения и для момента количества движения

$$(1) \quad \frac{d}{dt} \int_{\tau} \mathbf{v} \rho dt = \int_{\tau} \mathbf{F} \rho dt + \int_s \sigma_n ds,$$

$$(2) \quad \frac{d}{dt} \int_{\tau} \mathbf{r} \times \mathbf{v} \rho dt = \int_{\tau} \mathbf{r} \times \mathbf{F} \rho dt + \int_s \mathbf{r} \times \sigma_n ds.$$

Здесь \mathbf{r} - радиус-вектор относительно некоторой неподвижной точки O , τ и s - жидкий объем и поверхность его ограничивающая, σ_n - вектор поверхностных сил. Введём тензор напряжений σ_{ij} и преобразуем входящие в (1) и (2) поверхностные интегралы в объёмные с помощью формулы Гаусса-Остроградского

$$(3) \quad \int_s \sigma_n ds = \mathbf{e}_i \int_s \sigma_{ij} n_j ds = \mathbf{e}_i \int_{\tau} \partial \sigma_{ij} / \partial \xi_j d\tau.$$

Здесь \mathbf{e}_i - орт некоторой ортогональной системы координат ξ_i .

$$(4) \quad \int_s \mathbf{r} \times \sigma_n ds = \int_{\tau} \mathbf{r} \times (\mathbf{e}_i \partial \sigma_{ij} / \partial \xi_j d\tau + \int_s \sigma_{ij} \mathbf{e}_i \times \mathbf{e}_j d\tau).$$

Введём вектора \mathbf{v}^* , \mathbf{r}^* - скорость и радиус-вектор центра масс и \mathbf{v}_0 , \mathbf{r}_0 - те же величины относительно центра масс объема τ и представим вектора \mathbf{v} , \mathbf{r} в виде суммы $\mathbf{v} = \mathbf{v}^* + \mathbf{v}_0$, $\mathbf{r} = \mathbf{r}^* + \mathbf{r}_0$. Легко убедиться, что для потенциальной силы выполняется равенство

$$\int_{\tau} \mathbf{r} \times \mathbf{F} \rho d\tau = 0.$$

Кроме того, по определению,

$$\int_{\tau} \mathbf{v}_0 \rho d\tau = 0, \quad \int_{\tau} \mathbf{r}_0 d\tau = 0.$$

Всё это позволяет переписать уравнения (1) и (2) в

$$(5) \quad m \frac{d\mathbf{v}^*}{dt} = \int_{\tau} \mathbf{F} \rho dt + \int_{\tau} \mathbf{e}_i (\partial \sigma_n / \partial \xi_j) d\tau,$$

$$(6) \quad m \mathbf{r}^* \times \frac{d\mathbf{v}^*}{dt} = \mathbf{r}^* \times \int_{\tau} \mathbf{F} \rho d\tau + \mathbf{r}^* \times \int_{\tau} \mathbf{e}_i (\partial \sigma_n / \partial \xi_j) d\tau - \frac{d}{dt} \int_{\tau} \mathbf{r}_0 \times \mathbf{v} \rho + \int_{\tau} \sigma_{ij} \mathbf{e}_i \times \mathbf{e}_j d\tau.$$

Уравнение импульсов (3) позволяет упростить уравнение моментов

$$(7) \quad \frac{d}{dt} \int_{\tau} \mathbf{r}_0 \times \mathbf{v}_0 \rho d\tau = \int_{\tau} \sigma_{ij} \mathbf{e}_i \times \mathbf{e}_j d\tau.$$

Из-за нелокального свойства поля скоростей, индуцируемого вихревой нитью, мы не вправе предполагать, что уравнения (5) и (7) справедливы для произвольного объема τ и мы не имеем возможности перейти из интегральных соотношений к дифференциальным уравнениям. Заметим, что сохранение интегралов позволяет снизить требования к тензору σ_{ij} . Для применимости преобразований (3) и (4) достаточно потребовать интегрируемости производных от компонент тензора напряжений.

III. 2. Уравнение моментов для спиральной вихревой нити

Выберем вращающуюся систему координат, в которой вихревая нить занимает неподвижное положение и воспользуемся законом Био-Савара. Это позволяет нам

написать

$$(8) \quad \mathbf{v}_0 = \frac{\Gamma}{4\pi} \int_L \frac{\mathbf{s} \times d\mathbf{l}}{s^3} + \nabla\varphi.$$

Здесь Γ - циркуляция, $d\mathbf{l}$ -- элемент вихревой нити, s - расстояние между точкой рассматриваемого пространства и точкой лежащей на вихревой нити. Вектор \mathbf{s}/s - является единичным вектором, ориентированным из точки, лежащей на вихревой нити, в рассматриваемую точку пространства. Потенциал φ определяет некоторое потенциальное течение с помощью которого можно обеспечить краевые условия для вектора скорости, например, условие непроницаемости на цилиндрической границе. Выберем в качестве области τ цилиндр $|z| < h$, $r < R$. Если поле скоростей (8) определять по бесконечной линии, то уравнение моментов (7) должно выполняться для любой высоты цилиндра. Это позволяет записать уравнение моментов в локальной по осевой координате форме

$$(9) \quad \frac{d}{dt} \int_0^{2\pi} d\alpha \int_0^R \mathbf{r}_0 \times \mathbf{v}_0 \rho r dr = \int_0^{2\pi} d\alpha \int_0^R \sigma_{ij} \mathbf{e}_i \times \mathbf{e}_j r dr.$$

Учитывая то обстоятельство, что для потенциального течения

$$\int_{\tau} \mathbf{r}_0 \times \nabla\varphi d\tau = 0,$$

плотность момента количества движения будем определять формулой

$$(10) \quad \mathbf{k} = \int_0^{2\pi} d\alpha \int_0^R \mathbf{r}_0 \times \mathbf{v}_0 \rho r dr = \frac{\Gamma\rho}{4\pi} \int_L \int_0^{2\pi} d\alpha \int_0^R \frac{r dr}{s^3} (\mathbf{r}_0 \times \mathbf{s} \times d\mathbf{l}).$$

Положение спиральной вихревой нити определяется уравнениями $z = \lambda\alpha$, $r = a$, где $2\pi\alpha$ - шаг винтовой линии, $r = a$ - радиус цилиндра на котором лежит вихрь. Преобразуем тройное векторное произведение

$$\mathbf{r}_0 \times \mathbf{s} \times d\mathbf{l} = \mathbf{s}(\mathbf{r}_0 d\mathbf{l}) - d\mathbf{l}(\mathbf{r}_0 \mathbf{s}).$$

Так как вихревая нить лежит на цилиндрической поверхности, а вектор \mathbf{r}_0 в плоскости $z = \text{const}$, то $\mathbf{r}_0 d\mathbf{l} = 0$. Элемент $d\mathbf{l}$ имеет две проекции, определяемые наклоном вихревой нити к образующей цилиндра,

$$(d\mathbf{l})_z = d\mathbf{l} \cos(\alpha/\lambda), \quad (d\mathbf{l})_\alpha = d\mathbf{l} \sin(\alpha/\lambda).$$

Следовательно, вектор \mathbf{k} в проекциях запишется так

$$k_z = -\rho \Gamma \cos(\alpha/\lambda) I(a/R), \quad k_\alpha = -\rho \Gamma \sin(\alpha/\lambda) I(a/R),$$

где

$$I = \frac{1}{4\pi} \int_L d\mathbf{l} \int_0^{2\pi} d\alpha \int_0^R \frac{r dr}{s^3} (\mathbf{r}_0 \mathbf{s}).$$

В цилиндрических координатах

$$\mathbf{r}\mathbf{s} = r[r - a \cos(\alpha - \theta)], \quad s^2 = r^2 + a^2 - 2ar \cos(\alpha - \theta) + z^2.$$

Так как уравнения винтовой линии имеют такой вид

$$z = \lambda\theta; \quad r = a; \quad d\mathbf{l} = \sqrt{\lambda^2 + a^2} d\theta,$$

то последний интеграл можно записать так:

$$I = \frac{(\lambda^2 + a^2)^{1/2}}{4\pi} \int_{-\infty}^{\infty} d\theta \int_0^{2\pi} d\alpha \int_0^R \frac{[r - a \cos(\alpha - \theta)] r^2 dr}{[r^2 + a^2 - 2ar \cos(\alpha - \theta) + \lambda^2 \theta^2]^{3/2}}.$$

Воспользуемся представлением

$$\frac{1}{s} = \int_0^{\infty} \exp(-\lambda\theta k) J_0(r_1 k) dk, \quad r_1 = [r^2 + a^2 - 2ar \cos(\alpha - \theta)]^{1/2} \text{ и}$$

разложением

$$J_0(r_1 k) = J_0(ak) J_0(r k) + 2 \sum_{m=1}^{\infty} J_m(ak) J_m(r k) \cos(\alpha - \theta) m.$$

Эти формулы можно найти, например, в фундаментальном сочинении Ватсона [8]. Заметим, что выражение стоящее под интегралом представляет собой производную

$$\frac{\partial}{\partial r} \left(\frac{1}{s} \right) = - \frac{r - a \cos(\alpha - \theta)}{s^3}.$$

С учётом того, что периодические члены не дают вклада в искомый интеграл, напишем

$$I = - \frac{\sqrt{\lambda^2 + a^2}}{\lambda} \int_0^R r^2 dr \frac{d}{dr} \int_0^\infty J_0(ak) J_0(rk) \frac{dk}{k} =$$

$$\frac{\sqrt{\lambda^2 + a^2}}{\lambda} \int_0^R r^2 dr \int_0^\infty J_0(ak) J_1(rk) dk.$$

Так как несобственный интеграл реализует разрывную функцию

$$\int_0^\infty J_0(ak) J_0(rk) dk = 1/r$$

для $r > a$ и равную нулю для $r < a$, то искомый интеграл будет равняться нулю внутри цилиндра $r = a$ и иметь следующее значение для внешних точек

$$I = \frac{(\lambda^2 + a^2)^{1/2}}{2\lambda} (R^2 - a^2).$$

Таким образом, вектор \mathbf{k} отличен от нуля только в том случае, если область τ содержит вихри. Момент количества движения элемента длины цилиндра определится как произведение $d\mathbf{K} = \mathbf{k}dz$, однако вектор \mathbf{k} вычисляется путём интегрирования по бесконечному объёму, занимаемому жидкостью и, таким образом, включает в себя присоединенный момент жидкости, лежащий вне объема цилиндра. Обратимся к уравнению момента (9). Принятая нами система координат вращается с некоторой угловой скоростью Ω , следовательно, для стационарного течения производная будет равняться

$d\mathbf{k}/dt = \Omega \times \mathbf{k}$, где вектор Ω ориентирован вдоль оси z . Спроектируем уравнение (9) на цилиндрические координаты

$$(13) \quad \Omega k_\alpha = \int_0^{2\pi} d\alpha \int_0^R (\sigma_{\alpha z} - \sigma_{z\alpha}) r dr; \quad 0 = \int_0^{2\pi} d\alpha \int_0^R (\sigma_{zr} - \sigma_{rz}) r dr;$$

$$0 = \int_0^{2\pi} d\alpha \int_0^R (\sigma_{r\alpha} - \sigma_{\alpha r}) r dr.$$

По постановке задачи мы должны по заданному полю скоростей определить силы, которые такое движение вызывают. Если мы положим, как это делается в гидродинамике невязкой жидкости, все касательные напряжения равными нулю, то мы не сможем удовлетворить первое из уравнений (13). Не удовлетворятся все уравнения и в случае симметрии тензора напряжения. Таким образом, из полученных уравнений следует, что наблюдаемая кинематика течения со спиральными вихрями не возможна в предположении симметрии тензора напряжения. Следует иметь в виду, что когда говорят о касательном напряжении в жидкости, то имеют в виду её физическое свойство. В данном случае речь идет о касательном напряжении в некотором потоке. Для течений, допускающих локальное описание, оба определения совпадают. Но если в жидкости есть структуры, свойства потока и свойств жидкости могут различаться.

III.3. "Закон Гука"

Введём среднее значение касательного напряжения на площадке перпендикулярной вихрю или, в линейном приближении, на площадке перпендикулярной оси z

$$\bar{\sigma}_{\alpha z} = \frac{1}{\pi(R^2 - a^2)} \int_0^{2\pi} d\alpha \int_a^R \sigma_{\alpha z} r dr.$$

Тогда первое из уравнений моментов (13), с учетом результатов предыдущих вычислений (11) и (12), запишется так

$$\bar{\sigma}_{\alpha z} = \frac{\rho \Omega k_\alpha}{2\pi(R^2 - a^2)}.$$

Два других уравнения мы будем считать тождественно выполненными либо потому, что напряжения на площадках параллельных вихрю равны нулю, либо потому, что в рассматриваемом течении нет соответствующей деформации. Для малых деформаций вихревой нити сдвиговая деформация будет равняться $\gamma = \sin(a/\lambda)$ и, следовательно, азимутальная компонента плотности момента количества движения имеет, согласно (11), (12), следующее значение

$$k_\alpha = -\rho \Gamma \gamma \frac{R^2 - a^2}{2}.$$

Подставляя это значение в предыдущее уравнение, получим “закон Гука”.

$$\bar{\sigma}_{\alpha z} = G \gamma; \quad G = \frac{1}{4\pi} \rho \Gamma \Omega.$$

Отличие этого закона, взятого нами в кавычки, от закона Гука без кавычек состоит, во-первых, в том, что напряжение $\bar{\sigma}_{\alpha z}$ является не локальной величиной, а средним по сечению цилиндра значением. Во-вторых, сдвиговая деформация вихря не совпадает с локальной деформацией среды, и связана с ней нелокальным законом Био-Савара. Но главное отличие состоит в том, что модуль Юнга G определяется не свойствами среды, а свойствами течения. Течение должно иметь сосредоточенный вихрь с циркуляцией Γ , а сама вихревая нить, как

целое, вращаться с некоторой угловой скоростью Ω . Понятие “сосредоточенная вихревая нить” было введено давно, например, для описания вихревой цепочки Кармана. В том случае, когда ядра вихрей отстоят друг от друга достаточно далеко, вихри можно аппроксимировать в некотором смысле сосредоточенными вихревыми нитями. Тем более это можно делать в нашем случае, когда вычисляются средние значения касательного напряжения.

III.4. Уравнение равновесия

Теперь мы можем обратиться к уравнению движения (5), которое в рассматриваемом случае, превращается в уравнение равновесия. В проекциях на радиальную и азимутальную координаты, в предположении, что массовая сила не имеет азимутальной компоненты, оно порождает два уравнения

$$\int_0^{2\pi} d\alpha \int_0^R F_r p r dr = \int_0^{2\pi} d\alpha \int_0^R \frac{\partial \sigma_{rr}}{\partial r} r dr;$$

$$\int_0^{2\pi} d\alpha \int_0^R \left[\frac{\partial \sigma_{\alpha z}}{\partial z} + \frac{\partial (r \sigma_{\alpha r})}{r \partial r} \right] r dr = 0.$$

Первое уравнение, которое должно выполняться при любом R , может быть записано в локальной форме

$$\rho F_r = -\partial p / \partial r, \quad p = -\sigma_{rr}.$$

Второе уравнение преобразуем следующим образом:

$$\pi(R^2 - a^2) \frac{d\bar{\sigma}_{\alpha z}}{dz} = -R \int_0^{2\pi} \sigma_{\alpha r} d\alpha.$$

Сдвиговую деформацию γ можно выразить через угол закрутки $v = \gamma/a$ и записать “закон Гука” в фор-

ме $\bar{\sigma}_{\alpha z} = Gv a$. Подставляя это значение в уравнение равновесия, получим

$$(14) \quad GI_p dv/dz = M,$$

где использованы следующие обозначения.

$$I_p = (R^2 - a^2) a R; \quad M = R^2 \int_0^{2\pi} \sigma_{\alpha r} d\alpha.$$

Здесь M - момент поверхностных сил, приходящийся на единицу длины цилиндрической поверхности $r = R$, I_p - можно назвать полярным моментом некоторого эквивалентного упругого цилиндра.

Заметим, что для тонкостенного цилиндра, когда a мало отличается от R , I_p мало отличается от полярного момента упругого цилиндра $\frac{1}{2} \pi (R^4 - a^4)$.

Для решения уравнения (14) требуется знание крутящего момента $M(z)$. Положим для примера $M = 0$. В этом случае $v = const$. Значение константы определяется крутящим моментом на торцевом сечении цилиндра. Если и этот момент равен нулю, то равняется нулю и кручение вихря. Таким образом, в невязкой жидкости не могут существовать спиральные вихревые нити. Мы наблюдаем спиральные вихри только потому, что реализуется течение в вязкой жидкости.

В сделанных выше вычислениях $\sigma_{\alpha r}$ - напряжение на площадке параллельной вихрю принималось равным нулю внутри объема $r < R$, где имеет место твердотельное вращение вихря и связанной с ним жидкости.

Для случая движения закрученной затопленной струи на границе $r = R$ вращающаяся струя контактирует с внешней неподвижной жидкостью с большим градиентом скорости и появляется напряжение $\sigma_{\alpha r}$ вязкого происхождения, которым мы не вправе пренебрегать. Так

же как нельзя пренебрегать торцевым моментом.

Как показывают наблюдения, спиральная вихревая структура может иметь конец внутри объёма, что не согласуется с теоремой Гельмгольца.

Ввиду линейности задачи полученные формулы можно применять к сдвиговому слою, состоящему из достаточно большого числа спиральных вихрей, равномерно расположенных на цилиндре. В этом случае усреднённое напряжение $\bar{\sigma}_{\alpha z}$ будет относиться не к кольцевому слою

$a < r < R$, а к его части и может интерпретироваться как локальная напряженность. При этом деформация вихря будет мало отличаться от деформации жидкости. Все это открывает возможности локального описания динамики вихрей при малых деформациях от первоначального состояния, для которого получены все формулы.

Заключение

Проведённый анализ позволяет выделить несколько основных результатов.

Первое - это неправомерность применения уравнений симметричной механики для описания динамики спиральных вихревых нитей и других образований, содержащих внутренние частицы, которые обладают собственным моментом количества движения. Второе - устойчивость спиральных вихревых структур. Третье - наличие касательных напряжений, вызывающих встречное вращение воздушных масс вихревого столба.

В описаниях торнадо всегда фигурирует чёткая граница разрыва между внешней покоящейся средой и быстро вращающимся столбом. Упругие свойства спиральных вихрей дают этому факту рациональное объяснение.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дятлов В. Л. Линейные уравнения макроскопической электрогравидинамики. М.: (Препринт / Международный институт теоретической и прикладной физики; № 11). 1995. 24 с.
2. Дмитриев А.Н., Дятлов В.Л. Модель неоднородного физического вакуума и природные самосветящиеся образования, Новосибирск, (Препринт / Институт математики СО РАН, №.16). 1996. 34 с.
3. Weisskopf Victor F. Physics in the twentieth century, The MIT Press, Cambridge, Massachusetta, and London, England, 1972. 267 p. (имеется русский перевод).
4. Heaviside O.A. Gravitational and Electromagnetic Analogy. //The Electrician -1983. 281 - 282 and 359 pp.
5. Дятлов В. Л. Электрогравимеханическое преобразование энергии. М.: (Препринт / Международный институт теоретической и прикладной механики, №12). 1995. 9 с.
6. Jefimenko O. D., Causality. Electromagnetic Induction and Gravitation, Star City: Electret Scientific Co. 1992. 180 p.
7. Акимов А. Е. , Тарасенко В. Я. Модели поляризованных состояний физического вакуума и торсионные поля. //Изв. вузов. Физика -1992 -№ 3, 13 - 23 с.
8. Терлецкий Я. П., Рыбаков Ю. П. - М. Высшая школа, 1990. 352 с.
9. Дмитриев А. Н., Похолоков Ю.П., Протасевич Е. Т., Скавинский В. П. Плазмообразование в энергоактивных зонах. Новосибирск: ОИГГМ СО РАН, 1992. 212 с.
10. Дмитриев А. Н. Космоземные связи и НЛО. Новосибирск: Трина, 1996.
11. Дятлов В. Л. Поляризационная модель неоднородного физического вакуума. Новосибирск: Издательство Института математики, 1998. 200 с.
12. Космический лёд, Ж. Наука и жизнь, № 9, 1998. 75 с.
13. Капица П. Л. Природа шаровой молнии. ДАН СССР, т.101, № 2, 1955. стр. 245-248.
14. Барри Дон, Шаровая молния, чёточная молния. М: Мир, 1983. 264 с.
15. Brooks E. M. The tornado-cyclone. Weatherwise, v.2, № 2, 1949 pp. 32-33.
16. Wobus H. B. Tornado from cumulo-nimbus. Bull.Amer. Met. Soc. v21, № 9, 1940. pp. 367-368.
17. Wegener A. Wind und Wasserhosen in Europa. In: Die Wissenschaft, Bd. 60, Braunschweig, 1917, 301SS.
18. Fujita T. A detailed analysis of the Fargo tornadoes of June, 1957. Res. Pap., N42 Weather Bur. Unit. Stat., 1960.67 pp.
19. Kirk T. H. and Dean D. T. J. Report on a tornado at Malta, 14 October 1960. Met. Off. Geophys. Mem. N 107, 1963, 26 pp.
20. Hall R. S. Inside a Texas tornado. Watherwise, v. 4, № 3, 1951. pp. 54-57, 65.
21. Flora S. D. Tornadoes of the United States. Oklahoma, 1953. 194 pp.
22. Justice A.A. Seeing the inside of a tornado. Monthly Weather Rev. v. 58, 1930. pp.57-58.
23. Hoecker W. H. Jr. Three-dimensional pressure pattern of the Dallas tornado and some resultant implications. Monthly Weather Rev.
24. Hayes M. W. The tornado of October 9, 1913 at Lebanon, Kansas, Monthly Weather Rev. v. 1913, p.1528.
25. Finley J. P. Report on the tornado of May 29 and 30 , 1879 in Kansas, Nebraska, Prof. Paper of the signal Service, № 4, 1881. 116 pp.
26. Lane F. W. The elements rage, London, 1966. 279 pp.
27. Hurd W. E. Some phases of waterspout. v. 3, № 4, 1950. pp 75-78.
28. Наливкин Д. В. Ураганы, бури, смерчи. Л: Наука, 1969. 488 с.

29. *Lowe A. B. and McKay G. A.* The tornadoes of Western Canada, Met. Branch, Hurd W.E. Some phases of aterspout behaviour. *Weatherwise*, v. 3, № 4, 1950. Pp. 75-78.
30. *Faye H.* Nouvelle etude sure les tempetes, cyclones, trombes ou tornado. Paris, 1897. 142 p.
31. *Jones H. L.* The tornado pulse generator. *Weatherwise*, v. 18, № 2, 1965. pp78-79, 85.
32. *Vonnegut B. and Meyer J. R.* Luminous phenomena Accompanying tornadoes *Weatherwise*, v. 19 ,N2, 1066, pp 66-68.
33. *Тирон З. М.* Ураганы. Л. 1964. 398 с.
34. *Дове Г. В.* Законы шторма. Спб. 1869. 339 с.
35. *Duane J. E.* The hurricane of Florida. *Bull. Amer. Met. Soc.* v. 16, 1935. 238-139 pp.
36. *Douglas M. S.* Hurricane N-Y. 1958, 393 pp.
37. *Gentry R. C.* Wind velocities during hurricanes. *Trans. Amer. Soc. Civil. Ing.*, v. 120, 1955a, p. 169.
38. *Седов Л. И.* Механика сплошных сред. т.1 М.: Наука, 1970.
39. *Chandrsuda C., Mehta R. D. Weir A. D. and Bradschaw P. J.* *Fluid Mech.* 85. 693. (1978).
40. *Church C. R., Snow J. T., Baker G. L., Agee E. M.* Characteristics of tornado-lide vortices as a function of swirl ratio: a laboratory investigation *J. Atmos. Sci.* 36. 1755-1776 (1979).
41. *Glaser A.H.* The structure of tornado vortex according to observation data. *Cumulus Dynamics. Proceedings of the First Conference on Cumulus Convection, Portsmouth. 19-22 May, 1959.*
42. *Hardin J. C.* The velocity field induced by a helical vortex filament *Phys. Fluid.* V. 25 (11). November (1982).

43. *Rossmann F.* The physics of tornado *Cumulus Dynamics. Proceedings of the Furst Conference on Cumulus Convection Held at Portsmouth, New Hompshire, 19-22 May 1959.*
44. *Takaki R. Hussain A. K. M. F.* *The Phys. Fluids* v. 27 № 4 (1984).
45. *Watson G. N.* A treatise on the theory of Bessel functions. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1958.
46. *Widnall S. E.* *Ann. Rev. Fluid Mech.* Z. 141. (1975).

Научное издание

Серия

«ПРОБЛЕМЫ НЕОДНОРОДНОГО ФИЗИЧЕСКОГО ВАКУУМА»

Меркулов Владимир Иванович

**ЭЛЕКТРОГРАВИДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ
НЛЮ, ТОРНАДО И ТРОПИЧЕСКОГО УРАГАНА**

Подписано в печать 20.10.98. Формат 60x84 1/16. Печать офсетная.
Усл. печ. Л,4,4. Уч.-изд. л. 2,7. Тираж 300 экз. Заказ № 76.

Лицензия ЛР № 065614 от 8 января 1998 г.
Издательство Института математики.
630090 Новосибирск, пр. Академика Коптюга, 4.

Лицензия ПЛД № 57-43 от 22 апреля 1998 г.
Отпечатано на полиграфическом участке ИМ СО РАН.
630090 Новосибирск, пр. Академика Коптюга, 4.